

**V.M. Abbasov, H.C. İbrahimov, S.R. Hacıyeva, S.Ə. Məmmədخانova,  
E.Ş. Abdullayev, F.Ə. Əmirov**

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası  
akademik Y.H. Məmmədaliyev adına  
Neft Kimya Prosesləri İnstitutu*

**NEFT VƏ QAZ EMALI PROSESLƏRİNİN  
KİMYASI VƏ TEXNOLOGİYASI**

**Bakı – Elm – 2014**

Texniki redaktor: **Z.Z. Ağamalıyev**

Korrektor: **S.M. Ələsgərova**

**V.M. Abbasov, H.C. İbrahimov, S.R. Hacıyeva, S.Ə. Məmmədخانova,  
E.Ş. Abdullayev, F.Ə. Əmirov**

**Neft və qaz emalı proseslərinin kimyası və texnologiyası**

**Dərs vəsaiti, Bakı, “Elm” nəşriyyatı, 2014. 408 səh.**

ISBN 978-9952-495-15-7

Oxuculara təqdim olunan vəsait 2314.01 - Neft kimyası, 3303.01 - Kimya texnologiyası və mühəndisliyi, 3321.01 - Neft-qaz-daş kömür emalı və texnologiyası, 3349.01 - Qaz emalı proseslərinin kimyası və texnologiyası ixtisasları üzrə doktoranturaya qəbul imtahanları, minimum imtahanları verənlər üçün nəzərdə tutulmuşdur. Ondan kimya mühəndisi, mühəndis-texnoloq ixtisasları üzrə bakalavr və magistr təhsili alan tələbələr də istifadə edə bilər.

© “Elm” nəşriyyatı, Bakı-2014

## GİRİŞ

Neft emalı sahəsində istənilən ixtisaslı müasir mütəxəssis, kimyaçı-texnoloqun təhsili aşağıdakı biliklərə əsaslanmalıdır: neftlərin və qazın tərkibinə daxil olan maddələrin çevrilmələrinin kimyası və mexanizmi, bu proseslərin kimyəvi termodinamikası və kinetikasi, kütlə və istilik mübadiləsinin fiziki əsasları; neft emalı aparatlarının riyazi modelləşdirilməsi və hesablanması; müasir texnoloji sxemlər; neft emalı müəssisələrinin layihələşdirilməsi haqqında anlayışlar və bunun üçün müasir informasiya texnologiyalarının tətbiqi, elektron hesablama maşınlarından istifadə bacarığı.

Neft emalı və neft kimyası sahəsində mütəxəssislərin – mühəndis-kimyaçı-texnoloqların, doktorantların hazırlığının keyfiyyətinin yüksəldilməsi sahəsində əsas məsələ onların nəzəri hazırlıq səviyyəsi ilə bağlıdır və bu da xüsusi biliklərin fundamental biliklərlə sıx əlaqədə öyrənilməsi ilə mümkün dür.

Oxuculara təqdim olunan vəsait qeyd olunan funksiyaları yerinə yetirmək üçün yazılmışdır. Vəsait **2314.01 – “Neft kimyası”, 3303.01 – “Kimya texnologiyası və mühəndisliyi”, 3321.01 – “Neft-qaz-daş kömür emalı və texnologiyası”, 3349.01 – “Qaz emalı proseslərinin kimyası və texnologiyası”** ixtisasları üzrə doktoranturaya qəbul imtahanları, minimum imtahanları verənlər üçün nəzərdə tutulmuşdur. Ondən kimya mühəndisi, mühəndis-texnoloq ixtisasları üzrə bakalavr və magistr təhsili alan tələbələr də istifadə edə bilər.

# I. NEFT VƏ TƏBİİ QAZIN KİMYASI

## 1.1 Neftin yaranması haqqında nəzəriyyələr

**Neft** - maye karbohidrogenlərin təbii dispers sistemi olub, özündə həll olmuş halda qazlar və bərk maddələr saxlayır. Karbohidrogenlərlə yanaşı neftdə üzvi heteroatomlu birləşmələr də olur ki, bu birləşmələr karbon və hidrogen ilə yanaşı azot, kükürd, oksigen və digər elementlərə də malik olur. Başqa sözlə, neft qaz, maye və bərk karbohidrogen birləşmələrin geniş kompleksidir.

“Təbii neftin” mənşəyini – genezisini öyrənən tədqiqatçılar qarşısında duran əsas çətinlik onun əmələ gəlməsinə aid birbaşa və inandırıcı faktların kifayət qədər olmaması – neftlərdə ilkin üzvi toxumanın öz qalığının olmamasıdır. Tədqiqatçı yalnız ehtimallara və dolaylı faktlara istinad edə bilər ki, bunlar da müxtəlif qaydada şərh oluna bilər.

Müasir elm dünyasında neftin yaranması haqqında iki əsas hipotez vardır. Əksər geoloqlar neftin canlı materiyadan yaranması haqqında hipotezi müdafiə edir. Neftin yaranmasının qeyri-üzvi hipotezinin müdafiəsi üçün də həm geoloji, həm də kimya xarakterli əsaslı fikirlər söyləmək olar.

Üzvi nəzəriyyənin mahiyyəti aşağıdakı kimidir. Karbonlu yanar faydalı qazıntıların hamısı (neft, qaz, daş kömür, yanar şistlər) genetik qohum materiallardır və onların hamısı müxtəlif geoloji eralarda Yerdə yaşamış və ölmüş canlı orqanizmlərin qalıqlarından əmələ gəlmişdir.

Neftin üzvi genezisi haqqında ilk dəfə olaraq 1763-cü ildə hipotez irəli sürülmüşdür. M.V.Lomonosov hesab edirdi ki, “daşlaşmış karbona yeraltı odun təsirindən asfalt, neft və daş yağları” əmələ gəlmişdir. M.V.Lomonosovdan sonra keçən 200 il müddətində neftin mənşəyi haqqında çoxlu miqdarda kimyəvi, geokimyəvi və geoloji məlumatlar toplanmışdır. 1866-cı ildə Bertlo belə bir fikir irəli sürmüşdür ki, asetilen əsas ilkin materialdır və xam neftin komponentləri asetiləndən alınmışdır. İlk öncə, qələvi-torpaq metalların karbonatlarla reaksiyasından qeyri-üzvi karbidlər, daha sonra isə bu karbidlərin su ilə qarşılıqlı təsirindən asetilen alınmışdır. Duru turşu və ya isti suyun dəmir və manqan karbidləri ilə qarışığından neftin əmələ gəlməsini ehtimal edən D.İ.Mendeleyev 1876-cı ildə asetilenin böyük dərinliklərdə, yüksək temperaturda əsas maddə olduğu haqqında digər bir nəzəriyyəni irəli sürmüşdür.

Hazırda alimlərin əksəriyyəti neftin genezisi haqqında təsəvvürləri daha əsaslı hesab edirlər. Neftin, bərk yanar faydalı qazıntıların və ilkin ana maddələrin (bioloji arqument) arasında aşkar olunmuş heyrətləndirici genetik əlaqə, həmçinin təbiətdə olduğuna oxşar olaraq neftin üzvi sintezinə aid birbaşa eksperimentlər “üzvi” hipotezin xeyrinə inkar olunmaz şahidlik edir. Belə ki, neftlərdə bir sıra üzvi birləşmələr aşkar olunmuşdur ki, onlar sanki ilkin ana maddələrdən “biogen nişanlanmış” birləşmələrdirlər. Belə maddələrə aşağıdakılar aiddir: porfirinlər -



xlorofillin və heyvan hemoqlobininin struktur fraqmentləri; izoprenoid karbohidrogenlər, məsələn, 366 min nəzəri mümkün olan izomerdən yalnız bir identik təbii izomerli  $C_{20}H_{42}$ ; mavi yaşıl planqtonlara xas olan homanoidlər;  $C_{17}$ -dən çox karbon atomlarına malik cütsaylı karbonları olan normal parafinlər; identik xromatoqrafik piklərə, kütlə spektrlərinə və izotop xassələrinə malik bitumiroz maddələr; metalların, hər şeydən əvvəl Ni və V-un identik paylanması ilə mikroelementlər; kükürdün oxşar izotop tərkibinə malik kükürlü üzvi birləşmələr və s. Üzvi konsepsiyanın xeyrinə belə bir inandırıcı arqumenti xüsusi qeyd etmək lazımdır: canlı maddələr və onların yenidən əmələ gətirdiyi maddələr üçün ümumi olan fundamental xassələrdən biri – optiki aktivlik. Müəyyən edilmişdir ki, mineral sintez neftləri biogen neftərdən fərqli olaraq optiki aktivliyə malik olmurlar. Üzvi konsepsiyanın xeyrinə geoloji arqument həm də odur ki, neft yataqlarının əksəriyyəti məhz Yerin çöküntü saxurlarında toplanmışdır. Neftin biogen sintezinin sübutu üçün inandırıcı kosmik arqument odur ki, planetlərarası Venera-5, Venera-6 və Venera-7 və Amerikanın kosmik stansiyalarının köməyi ilə alınan fotosəkillər və onların analizi göstərmişdir ki, biosferə malik olmayan, amma atmosferlərində xeyli miqdarda karbon dioksid olan Venera və Mars planetlərində karbohidrogenlər tamamilə yoxdur.

Neftin üzvi sintezinin mümkünlüyünü təsdiq etmək üçün birbaşa laboratoriya təcrübələri aparılmışdır (texnoloji arqument). Belə ki, hələ 1888-ci ildə alman kimyaçısı K.Enqler dünyada ilk dəfə olaraq 1MPa təzyiqdə və  $42^{\circ}C$  temperaturda balıq yağının qovulmasını həyata keçirmiş və 61% kütlə çıxımla sıxlığı  $0,8105q/sm^3$  olan və əsasən  $C_5$  və daha yüksək parafinlərə malik və 90% karbohidrogenlərdən ibarət olan yağ almışdır. Həmin dövrdə o, bitki yağlarından da karbohidrogenlər almışdır. 1919-cu ildə N.F.Zelinski Balxaş gölünün sapropelitindən (gölün dibində heyvan və bitki çürüntülərindən əmələ gəlmiş lilli çöküntü) 63,2% qatran, 16% koks və 20,8% qaz almışdır. Qaz metandan, karbon oksidlərindən, hidrogendən və hidrogen-sulfiddən ibarət olmuşdur. Qatranın ikinci qovulmasından sonra o, benzin, kerosin və ağır yağ almışdır ki, onların tərkibinə parafin, naften və aromatik karbohidrogenləri daxil idi. 1921-ci ildə Yapon alimi Koboşasi balıq yağını təzyiqsiz, amma katalizator – alüminium hidroksisilikatın itirakı ilə qovaraq süni neft almışdır. Sonrakı tədqiqatlarla da müəyyən edilmişdir ki, təbii alümosilikatlar - gellər neft əmələ gəlmə kimyəvi reaksiyalarında katalizatorlardır.

Neftin əmələ gəlməsi haqqında müasir üzvi nəzəriyyənin bir neçə əsas müddəaları var. Qeyd edək ki, hələ 1932-ci ildə İ.M.Qubkin tərəfindən irəli sürülmüş üzvi hipotez müasir üzvi nəzəriyyənin əsasını təşkil edir. Sonrakı illərdə və indiyə qədər aparılmış tədqiqatların nəticələri bu hipotezi daha da əsaslandırmağa imkan vermişdir. Neftin Yerdə əmələ gəlməsində o, ilkin maddə olaraq **sapropel** olduğunu göstərmişdir. Sapropel üzvi lil olub su hövzələrinin, əsasən ibtidai yosunlarının və mikroorqanizmlərinin parçalanan qalıqlarından

ibarətdir. Sapropel layı üzvi qalıqlarla zəngin olur və yerin dərin qatlarına keçdikcə təzyiq və temperatur artır, termokatalitik proseslər nəticəsində üzvi maddələr neftə çevrilir.

Müasir üzvi nəzəriyyə həm də onu nəzərdə tutur ki, neftin əmələ gəlməsində təkcə sapropel yox, həm də **sapropelit - humus** maddələr iştirak edir. **Humus maddəsi**, əsasən ali (yer üstü) bitkilərin üzvi qalıqlarının parçalanması nəticəsində əmələ gəlir.

Akademik İ.M.Trofimuk akademik İ.M.Qubkinin əsas baxışlarına əlavələr etmiş və dəqiqləşdirərək neftin əmələ gəlməsini beş əsas mərhələyə ayırmışdır:

**Birinci mərhələ** - çöküntü toplanma mərhələsidir. Bitki və heyvan orqanizmləri öldükdən sonra, onların qalıqları dəniz və göllərin dibinə çökür və ya yerində əmələ gələn mineral çöküntülər arasında paylanır.

**İkinci mərhələ** - biokimyəvi mərhələ olub, daş kömürün əmələgəlmə prosesində baş verən torfogeneza oxşardır. Su hövzəsinin bir neçə metr dərinliyində toplanmış üzvi çöküntü ləng olaraq dəyişir, sıxlaşır, oksigenin məhdud daxil olması şəraitlərində biokimyəvi proseslər getməsi səbəbindən qismən susuzlaşır. Bu proses karbonat turşusunun, suyun, hidrogen sulfidin, ammoniyakin və metanın ayrılması ilə müşayiət olunur. Çöküntü, eyni zamanda bakteriyaların orqanizmində neft sırası karbohidrogenlərinin biosintezi nəticəsində və lipid komponentlərdən əmələ gəlməsi hesabına, az da olsa dolur. Kerogenə üzvi maddələrin molekulyar strukturların ətraf hetero-üzvi funksional qruplarının destruksiyası hesabına karbon və hidrogenin miqdarı bir qədər artır.

**Üçüncü mərhələ - protokatagenez** adlanır. Üzvi çöküntülər layı ləng olaraq 50-300 metr/milyon il sürəti ilə 1,5-2 km dərinliyə enir. Bu sürət yer qabığının çatlaması və çöküntü təbəqəsinin yaşı ilə şərtlənir. Lay üstədən yeni cavan çöküntülərlə örtülür. Aşağı endikcə layda temperatur və təzyiq yavaş-yavaş (60-400 il müddətində temperatur 1°C qalxır) artır. Xırda orqanizmlərin məhvi hesabına baş verən biokimyəvi proseslər tamamilə sönür. Layda yumşaq termobarik şəraitlərdə (50-70°C temperatur) aktiv neft əmələgəlmə prosesi baş vermir, bituminoz maddələrin qatılığı az artır, çünki istənilən ən uzun müddətli geoloji zaman (hətta 400-600 milyon ilə qədər) kəsiyi belə temperatur çatışmamazlığını əvəz edə bilməz.

**Dördüncü mərhələ - mezokatagenez** adlanır: çöküntü 3-4 km dərinliyə keçir, temperatur 150°C-ə qədər qalxır. Üzvi maddə aktiv termokatalitik destruksiyaya məruz qalır, xeyli miqdarda hərəkətli bituminoz maddə (30%-ə qədər) əmələ gəlir. Bitumoidlər, artıq praktiki olaraq neft sırası karbohidrogenlərinin bütöv kompleksinə malik olur. Bu, kerogenin xeyli hissəsinin destruksiyası ilə neft karbohidrogenlərinin əsas kütləsinin əmələ gəldiyi mərhələdir və neft əmələ gəlmənin əsas fazası adlanır. Bu mərhələdə əsas karbohidrogenlərin əmələ gəlməsi ilə yanaşı, təzyiqin aşağı düşməsi səbəbindən qovulma nəticəsində gilli və karbonatlı – gilli sıxlaşdırıcı suxurlardan qaz və su

ilə birlikdə kerogenin bitumoidləri keçirici qumlu lay-kollektorlarına, sonra makroneftin təbii tutumlarına miqrasiya edir. Neft əmələgəlmənin əsas fazasının başlanğıcında səpələnmiş neftin generasiya sürəti, onun miqrasiya sürətindən böyük olur, nəticədə dərinlik artdıqca üzvi maddələrin bitumizoz komponentlərlə xeyli zənginləşməsi baş verir. Çöküntü suxurlarının sonrakı dərinliyə enməsi zamanı karbohidrogenlərin generasiyası prosesi tədricən sönür, çünki kerogenin əsas hissəsi sərf olunmuş olur, onların miqrasiya sürəti isə artır. Nəticədə dərinliyin sonrakı artımında mikroneftin generasiya intensivliyi (sürəti) azalır və neft əmələgəlməsi fazası başa çatır.

Gilli neftlərdə mikroneftin ana suxurlardan yaxınlıqda yerləşən məsaməli, su ilə doymuş qumluq layına miqrasiyası zamanı əmələ gələn maye və qaz halında karbohidrogenlərin xromotaqrafik bölünməsi baş verir. Gilli lay təbii xromotaqrafik kalondur, qazlar və aşağı temperaturda qaynayan karbohidrogenlər isə elyuent rolunu oynayır. Təbii xromotaqrafik kalonda asfalt-qatran maddələrin qismən tutulması baş verir. Qumlu kollektora tərkibində 5-10% asfalt - qatran maddələr olan neft karbohidrogenlər qarışığı daxil olur. Bu artıq həqiqi neftdir.

**Beşinci mərhələ** - 4,5 km dərinlikdə, 180-250°C temperaturda kerogenin apokatagenezidir. Üzvi maddələr neft generasiya potensialını qurtarmışdır, metan generasiyası potensialını həyata keçirməkdə davam edir və bunun hesabına da bu mərhələ qaz əmələgəlməsinin əsas fazası adlandırılmışdır. Çöküntü suxurlarının dərinliyi artdıqca, neft daha yüngül olur və onlarda alkanlar üstünlük təşkil edir, aşağı molekullu karbohidrogenlərlə zənginləşir. Neft səth yaxınlığına miqrasiya zamanı yüngül fraksiyaları itirir, oksidləşir və ağırlaşır. O, yüksək sıxlığa, az benzinə və yüksək miqdarda asfalt - qatran maddələrə malik olması ilə fərqlənir.

## 1.2 Neftin fiziki-kimyəvi xassələri

Neftin sıxlıq, qaynama hədləri, donma temperaturu, özüllük kimi fiziki-kimyəvi göstəriciləri onun əmtəəlik keyfiyyətləri haqqında müəyyən məlumatlar verir.

**Sıxlıq.** Bu, neft və neft məhsullarının əhəmiyyətli və geniş istifadə olunan keyfiyyət göstəricilərindən biridir. Sıxlıq müəyyən temperaturda vahid həcmnin kütləsi kimi müəyyən olunur və  $\text{kg/m}^3$ ,  $\text{q/sm}^3$  və ya  $\text{q/ml}$  ilə ifadə olunur. Praktikada çox vaxt ölçüsüz kəmiyyətdən – nisbi sıxlıqdan istifadə olunur. **Nisbi sıxlıq**  $\rho_{t_{st}}^{t_{zyiq}}$  neftin təyin olunma temperaturunda kütləsinin standart temperaturda ( $t_{st}$ ) eyni həcmdə götürülmüş suyun kütləsinə olan nisbətidir. Standart temperatur kimi su və neft məhsulları üçün ABŞ-da və İngiltərədə  $t_{st}=15,6^\circ\text{C}$ , digər ölkələrdə, o cümlədən Azərbaycanda standart  $t_{st}=+4^\circ\text{C}$ , təyin etmə temperaturu  $t_{təy}=20^\circ\text{C}$  qəbul olunmuşdur. Nisbi sıxlıq  $\rho_4^{20}$  ilə işarə olunur. Əksər neftlər və neft fraksiyaları üçün, xüsusən də böyük olmayan temperatur intervalında (0-dan

50°C-yə qədər) nisbətən az miqdarda bərk parafinlərə və aromatik karbohidrogenlərə malik neft fraksiyaları üçün sıxlığın temperaturdan asılılığı xətti xarakter daşıyır və aşağıdakı formul ilə ifadə olunur:

$$\rho_2 = \rho_1 - \gamma(t_2 - t_1)$$

$t_1$ - ölçmənin başlanğıc temperaturu, °C;

$t_2$ - ölçmənin son temperaturu, °C;

$\gamma$  -  $t_2 - t_1 = 1$  olduqda, 1°C-ə dəyişən sıxlığa düzəliş;

$\rho_1$  və  $\rho_2$  uyğun olaraq  $t_1$  və  $t_2$  temperaturunda maddənin sıxlığıdır.

Neft məhsulları üçün düzəliş qiymətləri

$$\gamma = 0,000903 - 0,00132(\rho_4^{20} - 0,7)$$

formulu üzrə hesablanır.

Əgər ölçmə  $t$  temperaturunda aparılırsa, onda həmin formuladan istifadə edərək  $\rho_4^{20}$  - ni hesablamaq olar:

$$\rho_4^{20} = \rho_4^t + \gamma(t - 20)$$

$\rho_4^t$  - verilmiş temperaturda neft məhsulunun sıxlığı;

$\rho_4^{20}$  - standart temperaturlarda neft məhsulunun sıxlığı;

$\gamma$  - sıxlığın 1°C-yə uyğun gələn sıxlıq dəyişməsinə temperatur düzəlişi;  $(t_2 - t_1) = 1$ ;  $t$  - verilmiş temperaturdur.

Karbohidrogenlərin nisbi sıxlığı aşağıdakı ardıcılıq üzrə artır:

aromatik karbohidrogenlər > naftenlər > olefinlər > alkanlar

Əksər neftlərin sıxlıqları vahiddən kiçik olub, 0,80-dən 0,9 q/sm<sup>3</sup>-a qədər olur. Yüksək özlülüklü qatranlı neftlər vahidə bərabər sıxlığa malik olur. Əksinə, qaz kondensatı yataqlarının nefti olduqca yüngüldürlər ( $\rho_4^{20} = 0,75-0,77$  q/sm<sup>3</sup>).

Sıxlığın qiymətinə çox faktorlar təsir edir. Onlardan əsasları: həll olmuş qazların və qatranların miqdarı, fraksiya, distillatlar üçün isə həm də kimyəvi tərkib. Distillatlar neftin qovulması zamanı alınan və müəyyən temperatur intervallarında qaynayan maye karbohidrogenlər qarışığıdır. Neft fraksiyalarının qaynama temperatur hədləri artdıqca, onların sıxlıqları artır. Mayələrin sıxlıqları areometrlerin və piknometrlerin köməyi ilə təyin olunur. Qazın sıxlığı standart şəraitlərdə  $\rho_q$  (kq/nm<sup>3</sup>) aşağıdakı formul ilə hesablanıla bilər:

$$\rho_q = \frac{M}{22,4}$$

M - qazın molekulyar kütləsi, kq/kmol;

22,4 - standart şəraitlərdə 1 kmol qazın həcmi, nm<sup>3</sup>.

Qaz halında məhsullar üçün standart şərait kimi 0,101MPa (760 mm.civ.st) təzyiq və 0°C temperatur qəbul olunmuşdur.

**Molekul kütləsi.** Neft və neft məhsulları fərdi karbohidrogenlərin və digər birləşmələrin qarışığıdır və orta molekul kütləsi ilə xarakterizə olunur. Əksər neftlərin orta molekul kütləsi 250-300 kq/kmol olur. Neftin maye karbohidrogenlərinin ilk nümayəndəsi pentanın C<sub>5</sub>H<sub>12</sub> molekul kütləsi 72 kq/kmol-dur. Neftin daha yüksəkmolekullu heteroatomlu birləşmələrində və onun yüksək özlülüklü fraksiyalarında molekul kütləsi 1200-2000 kq/kmol olur. Fraksiyanın orta qaynama temperaturu yüksək olduqca, onun molekul kütləsi bir o qədər yüksək olur.

Eyni qaynama temperaturu həddinə malik, amma ayrı-ayrı neftlərdən ayrılmış fraksiyaların molekul kütləsi, öz aralarında biri-birinə yaxın olur. Odu ki, əksər hallarda, cədvəl 1-də verilmiş eksperimental məlumatlardan istifadə olunur və ya molekul kütləsi B.P.Voinov formulu üzrə hesablanır:

$$M_{or} = 60 + 0,3 T_{or.m} + 0,001 T^2$$

M<sub>or</sub> – fraksiyanın molekulyar kütləsi;

T<sub>or.m</sub> – şəffaf neft məhsullarının orta molyar qaynama temperaturu olub ya təcrübi olaraq, ya da müəyyən qrafik üzrə təyin edilir.

**Cədvəl 1. Neft fraksiyalarının molekulyar kütlələri ( fraksiyalaşdırma addımı 50°C)**

Fraksiya	M <sub>or</sub>	Fraksiya	M <sub>or</sub>	Fraksiya	M <sub>or</sub>	Fraksiya	M <sub>or</sub>
50-100	90	200-250	155	350-400	260	500-550	412
100-150	110	250-300	187	400-450	305	550-600	480
150-200	130	300-350	220	450-500	350		

Voinov – Eyqenson formulu xarakterizə faktorunu (K) nəzərə aldığından daha dəqiq nəticələr alınır:

$$M_{or} = 7K - 21,5 + (0,76 - 0,04K)T_{or.m} + (0,0003K - 0,00245K)T_{or.m}^2$$

T<sub>or.m</sub><sup>2</sup> - neft distillatlarının orta molyar qaynama temperaturu, K;

K - xarakterizə edən faktor.

Xarakterizə edən faktor şərti parametr olub, molyar temperaturunun funksiyasıdır, onun kimyəvi təbiətini əks etdirir:

$$K = 1,216 \frac{\sqrt[3]{T_{or.m}}}{\rho_{15}^{15}}$$

K - xarakterizə faktoru;

$T_{or.m}$  - neft məhsulunun orta molyar qaynama temperaturu, K;

$\rho_{15}^{15}$  - 15°C-də suyun və neft məhsulunun nisbi sıxlığıdır.

Neft məhsulunun orta molyar qaynama temperaturu ( $T_{or.m.}$ ) dedikdə, fraksiyanın başlanğıc və son qaynama temperaturları arasındakı orta temperatur nəzərdə tutulur .

Bəzi neft məhsulları üçün xarakterizə faktorunun orta qiymətləri aşağıdakı kimidir:

Parafinli neft məhsulları	12,5-13,0
Naftenaromatik neft məhsulları	10-11
Aromatıqləşmiş neft məhsulları	10
Krekinq məhsulları	10-11

Həmçinin, molekul kütləsinin nisbi sıxlıqdan asılılığı da məyyən edilmişdir və bu asılılıq Kreq formulu ilə ifadə olunur:

$$M_{or} = \frac{4,29 \rho_{15}^{15}}{1,03 - \rho_{15}^{15}}$$

$\rho_{15}^{15}$  - 15°C-də suyun və neft məhsulunun nisbi sıxlığıdır.

Neft fraksiyaları qarışığının molekul kütləsi, onların məlum tərkibi və molekulyar kütləsinə əsasən, additivlik qaydası ilə təyin olunur:

$$M_{or} = \sum M_j x_j$$

və ya

$$M_{or} = \frac{1}{\sum (x_j^m / M_j)}$$

$X_i$  və  $x_j^m$  - neft fraksiyalarının uyğun olaraq mol və kütlə payıdır;

$M_j$  - bir fraksiyanın molekulyar kütləsi; kq/kmol.

B.P.Voinov formulu yalnız karbon atomlarının sayı 4-dən 15-ə qədər olan alkanlar üçün doğrudur. Voinov-Eygensov formulu daha universaldır, çünki kimyəvi təbiəti xarakterizə edən faktora (K) malikdir, lakin kifayət qədər yüksək

dəqiqliyə malik deyil.

İstənilən karbohidrogenin və neft fraksiyasının (nisbi xəta 1,5%-dən az)  $M_{or}$ -ni hesablamaq üçün S.A.Axmetov aşağıdakı formulu təklif etmişdir:

$$M_{or} = 3,9802 \tau^{(\alpha_0 + \frac{\alpha_1}{s} + \alpha_2 t_s + \alpha_3 \rho_4^{20} + \alpha_4 (\rho_4^{20})^2)}$$

$$t_s = \frac{T_{qaynama}}{100};$$

$T_{qaynama}$  - maddənin qaynama temperaturu, °C ;

$\alpha_0=3,1612$ ;  $\alpha_1=1,3014$ ;  $\alpha_2 = - 0,0287$ ;  $\alpha_3 = -2,3986$  ;  $\alpha_4=1,0844$

Orta molekul kütləsi kəmiyyəti yüksək temperaturda qaynayan fraksiyaların struktur-qrup analizində, onun tərkibinə daxil olan karbohidrogenlərin strukturunu aydınlaşdırmaq üçün istifadə olunur. n- $\rho$ -M üsülü [ $n_D^{20}$  standart 20°C temperaturda tədqiq olunan fraksiyanın karbohidrogenlərinin şüasındırma əmsalındır (burada D-dalğa uzunluğu,  $\lambda_0=589$  mmk olan natrium xəttidir),  $\rho$  - sıxlıq, M - molekul kütləsidir] yüksək temperaturda qaynayan fraksiyaların struktur tərkibini müəyyən etmək üçün kifayət qədər etibarlı üsuldur. Başqa sözlə, bu üsuldən istifadə edərək aromatik və naften həlqələrinin sayını, parafin, naften və aromatik birləşmələrdə olan karbon atomlarının miqdarını müəyyən etmək olar.

Üsulun əsasında həlqəli strukturlarda olan karbonun miqdarı ilə şüasındırma əmsalı, sıxlıqla molekul kütləsinə tərs mütənasib olan kəmiyyət arasında Tadem xətti asılılığı durur:

$$\% C = \frac{a}{M} + b \Delta\rho + c\Delta n$$

%C - həlqəli strukturlarda karbonun % -lə miqdarı;

a,b,c - müxtəlif neftlərin fraksiyalarının analizi əsasında hesablanmış sabitlər;

$\Delta\rho$  və  $\Delta n$  - uyğun olaraq yoxlanılan fraksiyanın və maye vəziyyətdə olan sonsuz uzunluqlu hipotetik parafin karbohidrogenin (onun üçün aşağıdakı sabitlər qəbul olunmuşur:  $n_D^{20} = 1,4750$ ,  $n_D^{70} = 1,4600$ ,  $\rho_4^{20} = 0,8510$ ,  $\rho_4^{70} = 0,8280$ ) şüasındırma əmsalları və sıxlıqları arasındakı fərkdir;

M - molekul kütləsidir.

Həlqələrin sayı üçün (K) analogi tənlik çıxarılmışdır:

$$K = a' + b' M\Delta\rho + c'\Delta n$$

$a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  - a, b və c sabitlərindən fərqli qiymət alan sabitlərdir.

Təcrübi olaraq molekul kütləni təyin edərəkən krioskopik və ebullioskopik üsullardan istifadə olunur. Krioskopik üsulda həll olan maddənin molekul kütləsi məhlulun donma temperaturunun təmiz həlledicinin donma temperaturuna

nəzərə nə qədər aşağı düşməsinə görə hesablanır. Təmiz həlledici kimi benzol götürülür. Ebullioskopik üsul ilə molekul kütləsi məhlulun qaynama nöqtəsindən nə qədər yüksək olmasına əsasən hesablanır.

**Özlülük və özlülük-temperatur xassələri.** Özlülük mühərrik, maşın və mexanizimlərin istismarı şəraitində neft məhsullarının mütəhərrikiyini müəyyən edir, nəql, filtirləmə, qarışdırma zamanı enerji məsrəfinə əsaslı təsir edir. Dinamik ( $\mu$ ), kinematik ( $\nu$ ) və şərti özlülükdən ( $\dot{S}$ ) istifadə olunur.

Şərti özlülük viskozimetrdə 200 ml neft məhsulunun axma müddətinin distillə olunmuş 200 ml suyun 20°C-də axma müddətinə olan nisbəti kimi qəbul olunur. Şərti özlülük nisbi, ölçüsüz kəmiyyətdir və şərti dərəcələrlə ifadə olunur.

Dinamiki özlülük mayenin fiziki xassələrindən asılıdır. Neft emalında kinematik özlülük daha geniş istifadə olunur. Ədədi qiymətcə o, neft məhsulunun dinamiki özlülüynün onun sıxlığına nisbətində bərabərdir:  $\nu = \mu / \rho$ . Dinamiki özlülüyn ölçü vahidi puaz (P) və ya Sİ sistemində Pa·s (s-zaman, saniyə ilə), Pa-Paskal ( $\text{Pa} = \text{n/m}^2$ , n-Nyuton,  $\text{m}^2$ -cihazın kapilyarının kəsiyi). Onların arasında nisbət:  $1\text{P} = 10^{-1} \cdot \text{s}$ . Kinematik özlülüyn ölçü vahidi – Stoks (St) və ya Sİ-də  $\text{m}^2/\text{s}$ . Onlar arasında nisbət:  $1\text{St} = 10^{-4} \text{m}^2/\text{s}$ .  $\dot{S}$  və kinematik özlülük ( $\nu$ ) qiymətləri arasında aşağıdakı asılılıq çıxarılmışdır:  $\nu$  1-dən 120 sSt-yə qədər olduqda

$$\nu_1 = 7,24 \dot{S}_t - \frac{6,25}{\dot{S}_t}$$

$$\nu > 120 \text{ sSt}$$

$$\nu_t = 7,4 \dot{S}_t$$

və ya

$$\dot{S}_t = 0,135 \nu_t$$

t - neft məhsulunun sınaq temperaturu, °C,

$\nu_t$  - neft məhsulunun sınaq temperaturunda kinematik özlülüynü, sSt ( $1\text{sSt} = 10^{-2}\text{St}$ )

Mürəkkəb qarışıq olan neft və neft məhsulları üçün özlülük, onların kimyəvi tərkibinin, molekul kütləsinin funksiyası olub, molekullararası qarşılıqlı təsir qüvvəsi ilə müəyyən olunur. Neft fraksiyasının qaynama temperaturu nə qədər yüksək olursa, onun özlülüynü də bir o qədər yüksək olur. 20°C-də benzin üçün kinematik özlülük 0,6 sSt, ağır yağlar üçün 300-400 sSt olur. Müxtəlif yataq neftlərinin kinematik özlülüynü 2-dən 300 sSt-a qədər dəyişir və əksər neftlər üçün 40-60 sSt-dan çox olmur. Molekulda həlqələrin sayı artdıqca, özlülük artır. Həlqələrin sayı eyni olmaqla, yan zəncir molekulda nə qədər mürəkkəb olursa, özlülük bir o qədər yüksək olur. Yan zəncirin şaxələnməsi özlülüynü temperaturdan daha güclü asılı edir, odur ki, təyin edilən özlülükdə temperatur göstərilməlidir. Neft məhsullarına texniki tələblərdə, adətən 50 və 100°C-də olan özlülüklər normalaşdırılır.

Neft yağlarının özlülük-temperatur xassələrini qiymətləndirmək üçün



özlülük indeksi təklif olunur. Özlülük indeksi 50 və 100°C-də özlülüklər nisbətidir ( $\frac{V_{50}}{V_{100}}$ ).

Özlülük indeksi (Öİ) şərti göstəricidir, sınaqdan keçirilən yağın və etalon yağın müqayisəli xarakteristikasıdır, Öİ-nin qiyməti yağların  $v_{50}$  və  $v_{100}$  qiymətləri əsasında xüsusi cədvəl üzrə hesablanır. Temperaturun dəyişməsi ilə yağın özlülüüyü nə qədər az dəyişirsə, onun özlülük indeksi bir o qədər yüksək olur. Müəyyən edilmişdir ki, Öİ yağın kimyəvi tərkibindən və karbohidrogenlərin quruluşundan asılı olur. Parafin karbohidrogenləri ən yüksək özlülük indeksinə, qısa yan zəncirli, çoxhəlqəli aromatik karbohidrogenlər isə ən az özlülük indeksinə malik olurlar. Özlülük additiv xassə deyil və neft distillatları qarışığı və ya yağlar üçün təcrübi olaraq və ya xüsusi nomoqramlar üzrə hesablanır.

**Neftin optik xassələri.** Neftin fiziki-kimyəvi xassələrini müəyyənləşdirmək üçün kimyəvi analiz üsulları ilə yanaşı, əlavə olaraq rəng, şüasındırma əmsalı, optiki aktivlik kimi göstəricilərdən də istifadə olunur.

**Neftlərin rəngi** eyni yataq daxilində də dəyişir. Ümumi yayılmış təsəvvürlərin əksinə olaraq, neft heç də həmişə qara rəngdə olmur. "Ağ" və "qırmızı" neftlər də mövcuddur. "Ağ" neft şəffaf, demək olar ki, rəngsiz, az sıxlıqlı olub, bir qayda olaraq qaz kondensat mənşəli olur. "Qırmızı" neft sıxdır və benzin-kerosin fraksiyası ilə zəngindir. Bütün rəng çalarlarına malik neftlərə Bakıdakı Suraxanı mədənində rast gəlmək olar. Bu yataqda 200 metr dərinlikdə sıxlığı  $0,782 \text{ q/sm}^3$  olan "ağ" neft, 420 metr dərinlikdə sıxlığı  $0,810 \text{ q/sm}^3$  olan "qırmızı" neft yerləşir, daha dərinliklərdə yerləşən neftlərin rəngi qəhvəyidən qaraya qədər dəyişir. Neftlərə və neft məhsullarına rəng verən, onların tərkibində olan yüksək molekullu birləşmələrdir. Bu yüksək molekullu birləşmələrin tərkibinə eyni zamanda karbon, hidrogen, oksigen, kükürd, azot və metallar daxildir. Adətən neft və neft məhsulları nə qədər ağırdırsa, onların tərkiblərində bu elementlərdən təşkil olunmuş maddələrin miqdarı çoxaldığından, onlar bir o qədər tünd rəngə çalır. Məsələn, heptan və oktan benzinin tərkib komponentləridir, onlar rəngsizdir və sıxlıqları uyğun olaraq  $0,780$  və  $0,785 \text{ q/sm}^3$ -dir. Kondensləşmiş aromatik karbohidrogenlərin və ya müxtəlif heteroatomlara malik kondensləşmiş sistemlərin sıxlığı və rəngi uyğun olaraq  $0,85$ -dən  $0,90 \text{ q/sm}^3$ -a qədər və uyğun olaraq, qəhvəyi rəngdən qara rəngə qədər dəyişir. Bu sistemlər neftin yüksəkdə qaynayan fraksiyaları üçün xarakterikdir (mazut, qudron və s.). Neftlərin təbii şəraitdə şəffaflaşması Yer in dərin qatlarında, onların miqrasiyası zamanı baş verir və bu zaman əhəng daşı, qumlu və gilli suxurlar nəhəng ələk kimi ağır karbohidrogenləri tutaraq saxlayır.

Neft emalı zamanı dərin termiki, termokatalitik və hidrogenləşdirici təmizləmə prosrlərini həyata keçirməklə, rəngsiz neft məhsullarını almaq olar.

**Optiki aktivlik.** Neft və onun fraksiyaları optiki aktiv maddələrə malikdir. Optiki aktivlik dedikdə, o xassə nəzərdə tutulur ki, maddədən polyarlaşmış işıq

keçdikdə, polyarlaşma müstəvisini döndərir. Neft və neft məhsullarının ciddi tədqiqatları göstərmişdir ki, 200°C-ə qədər qaynayan karbohidrogenlər (parafinlər, naften turşuları, yüksək molekullu aromatik karbohidrogenlər) polyarlaşma müstəvisini döndərmir, belə ki, optiki aktivlik assimetrik karbon atomuna malik üzvi maddələrə xasdır. Assimetrik karbon atomu 4 müxtəlif atomlar qrupu ilə birləşmiş karbon atomlarıdır.

**Şüasındırma əmsalı.** Bu əmsal mühitin optiki sıxlığını xarakterizə edir, neft və neft məhsullarının qrup karbohidrogen tərkibi haqqında fikir söyləməyə, sıxlıq və molekul kütləsi ilə birlikdə neft fraksiyalarının struktur-qrup tərkiblərinin hesablanmasına imkan verir. Şüasındırma əmsalı və sıxlıq fərdi maddələrin əhəmiyyətli fiziki sabitləridir. Onların köməyi ilə sintez olunmuş və ya neftdən ayrılmış maddələrin təmizliyi müəyyən edilir. Şüasındırma əmsalının qiyməti iki mühit sərhəddinə düşən işığın dalğa uzunluğundan və mühitin temperaturundan asılıdır. Odur ki, şüasındırma əmsalının simvolunda hər ikisi göstərilməlidir. Çox vaxt  $n_D^{20}$  təyin olunur.

Şüasındırma əmsalı tədqiq olunan maddənin təbiətindən asılıdır. Məsələn, neft məhsulunun sıxlığı çox olduqca, onun şüasındırma əmsalı da yüksək olur. Molekul kütlələri yaxın olduqda, şüasındırma əmsalı aşağıdakı sıra üzrə artır:

alkanlar < sikloalkanlar < aromatik karbohidrogenlər

Karbohidrogenlərin homoloji sırasında sıxlıq və şüasındırma əmsalı arasında xətti asılılıq müşahidə olunur. Belə ki, C<sub>6</sub>-dan C<sub>18</sub>-ə qədər olan alkanlar üçün aşağıdakı nisbət müəyyən olunmuşdur:

$$n_D^{20} = 0,52167 \rho_4^{20} + 1,03104$$

və ya

$$\rho_4^{20} = \frac{n_D^{20} - 1,03104}{0,52167}$$

Karbohidrogenlər qarışığı üçün şüasındırma əmsalı additivlik qaydasına tabe olur. Əgər binar qarışığın və hər bir komponentin şüasındırma əmsalı məlum olarsa, onda qarışıqda hər bir komponentin kütlə faizi ilə miqdarını hesablamaq olar:

$$n_{Dqaz.}^{20} * 100 = n_{D1}^{20} * x + n_{D2}^{20} * (100 - x)$$

$n_{Dqaz.}^{20}$ ,  $n_{D1}^{20}$ ,  $n_{D2}^{20}$  - uyğun olaraq qarışığın birinci və ikinci komponentinin şüasındırma əmsalı;

x- qarışıqda birinci komponentin kütlə faizi ilə miqdarıdır.

**Neftin elektrik xassələri.** Neft məhsullarının ən başlıca elektrik xassələri elektrik keçiriciliyi və dielektrik nüfuzluluğudur. Təmiz (susuz) neft və neft

məhsulları dielektrikdir – yəni elektriki keçirməyən maddələrdir. Onlardan kabellər üçün elektroizoləedici material, transformatorların doldurucusu kimi və s. istifadə olunur. Maye dielektrlərin keçiriciliyi nəmin miqdarından asılıdır. Neft məhsullarının nisbi dielektrik nüfuzluluğu ( $E=2$ ) yaxınlığında dəyişir ki, bu da şüşənin ( $E=7$ ), farforun ( $E=5-7$ ), mərmərim ( $E=8-9$ ) dielektrik nüfuzluluğundan 3-4 dəfə azdır. Susuz təmiz neft məhsullarında elektrik keçiriciliyi olduqca azdır:  $2 \cdot 10^{-10}$ -dən  $3 \cdot 10^{-18}$   $1/\text{Om} \cdot \text{sm}$  (parafin) və o, az elektrik keçiriciliyinə malik olduğundan, radiotexnikada əvəzsiz izoləedicidir.

Neft məhsulları boru kəmərinə hərəkət edərkən, borunun divarına sürtünmədən əmələ gələn elektrik yüklərini akkumuliyasiya edə bilər. Müəyyən şəraitlərdə elektrik yükləri qılgıncım əmələ gətirə bilər və neft məhsulunun alışımasına səbəb olar ki, bu da yanğınlara və partlayışa gətirib çıxarır. Statik elektrik yüklərinin toplanmasını aradan qaldırmaq üçün aparatların bütün metallik hissələri yerlə əlaqələndirilir (o cümlədən, nasoslar və borular) və neft məhsullarına antistatik aşqarlar əlavə olunur. Antistatik aşqarlar neft məhsulunun elektrik keçiriciliyini artırır və yaranan elektrik yükləri toplanmadan, neft məhsulunun təmasda olduğu sistemin divarlarına, oradan da yerlə əlaqələndirilmə sistemi ilə yerə ötürülür. Müəyyən edilmişdir ki, neft məhsullarının elektrik keçiriciliyi  $\geq 50$  nCm/m olduğda, elektrik yüklərinin toplanma təhlükəsi yaranmır.

**Kritik xassələr və gətirilmiş parametrlər.** Maddənin kritik xassələrinə kritik temperatur ( $T_{kr}$ ), kritik təzyiq ( $P_{kr}$ ) və kritik mol həcm ( $V_{mkr}$ ) daxildir. Kritik temperatur ( $T_{kr}$ ) elə temperaturdur ki, bu temperaturda maddənin maye və qaz vəziyyəti arasındakı fərqlər itir. Başqa sözlə, o, elə ən yüksək temperaturdur ki, maye buxar ilə tarazlıq halında mövcud olur. Kritik temperaturda maddə kritik vəziyyətdə keçir ki, bu vəziyyətdə maddənin iki müxtəlif fazası bütün xassələrinə görə eyni olur. Kritik temperaturdan yuxarı temperaturda qaz və ya əmələ gələn buxar heç bir təzyiqlə sıxıla bilməz. Kritik təzyiq ( $P_{kr}$ ) - kritik temperaturda kimyəvi maddələrin doymuş buxar təzyiqidir. Kritik mol həcmi ( $V_{mkr}$ ) xüsusi mol həcm olub, kritik temperatur və təzyiqdə maddənin tutduğu həcmdir,  $\text{sm}^3/\text{mol}$ .

Bir komponentli sistem (təmiz maddə) olduğda, kritik vəziyyət yalnız “maye - buxar” tarazlıq halı üçün mümkündür. Təmiz maddə kritik vəziyyətdə üç kritik parametr ilə xarakterizə olunur: kritik temperatur  $T_{kr}$ , kritik təzyiq  $P_{kr}$  və kritik molyar həcm ( $V_{mkr}$ ). Məsələn, su üçün  $T_{kr}=647,3\text{K}$  ( $374,3^\circ\text{C}$ ),  $P_k=22,13\text{MPa}$  və  $V_{mkr}=54,88 \text{ sm}^3/\text{mol}$ . İkkikomponentli sistemdə kritik vəziyyət 4 parametr ilə xarakterizə olunur: temperatur, təzyiq, molyar və ya xüsusi həcm, mol və ya kütlə payı. Bu zaman bir kritik nöqtə əvəzinə kritik əyri əmələ gəlir.

Kritik temperaturdan yuxarı temperaturalarda maddə qaynamadan və buxar əmələ gəlmədən ifrat kritik vəziyyətdə keçir ki, bu vəziyyətdə buxarlanma istiliyi, səthi gərilmə və molekullararası qarşılıqlı təsir enerjisi sıfır bərabərdir. İfrat kritik vəziyyətdə maddəyə bir-birindən təcrid olunmuş molekullar toplusu kimi (molekulyar “qum” kimi) baxmaq olar. Qeyd edək ki,  $\text{CO}_2$  qazı üçün kritik

parametrlər aşağıdakı kimidir:

$$\begin{aligned}T_{kr} &= +31,35^{\circ}\text{C}; \\P_{kr} &= 7,30\text{MPa}; \\V_{mkr} &= 989 \text{ m}^3/\text{mol}; \\ \rho_{kr} &= \frac{1}{V_{kr}} = 0,449 \text{ q/sm}^3\end{aligned}$$

Kritik həcm ( $V_{kr}$ ) kritik temperaturda və təzyiqdə maddənin tutduğu xüsusi həcmdir:

$$V_{kr} = V_{mkr} / M$$

$V_{kr}$  - kritik həcm,  $\text{q/sm}^3$ ;

$V_{mkr}$  - molyar xüsusi həcm (maddənin kritik temperatur və təzyiqdə tutduğu həcm),  $\text{sm}^3/\text{mol}$ ;

$M$  - maddənin mol kütləsi,  $\text{q/mol}$ .

Gətirilmiş parametrlər aşağıdakı qaydada hesablanır:

$$T_{g\acute{o}t} = \frac{T}{T_{kq}}; \quad P_{g\acute{o}t} = \frac{P}{P_{kq}}; \quad V_{g\acute{o}t} = \frac{V}{V_{kq}};$$

$T_{g\acute{o}t}$ ,  $P_{g\acute{o}t}$ ,  $V_{g\acute{o}t}$  – uyğun olaraq gətirilmiş temperatur, təzyiq və həcm;

$T_{kr}$ ,  $P_{kr}$  və  $V_{kr}$  – uyğun olaraq kritik temperatur, təzyiq və həcmdir;

$T$ ,  $P$  və  $V$  – uyğun olaraq maddənin temperaturu, təzyiqi və həcmidir.

**Neftin istilik xassələri.** Neft emalı zavodlarında aparatlarının hesablanması üçün neft və neft məhsullarının istilik xassələrindən istifadə olunur. İstilik sabitlərinin təyini çətindir və odur ki, praktikada onların tapılması üçün ümumləşdirilmiş hesablama formulardan və ya qrafiklərdən istifadə olunur. Bu formulalar və qrafiklər imkan verir ki, daha asan tapılan parametrlər əsasında lazım olan sabitlər hesablasın.

**Maddənin kütlə istilik tutumu.** Bu, 1kq maddəni bir dərəcə qızdırmaq üçün lazım olan istiliyin miqdarıdır. Orta ( $C_{p,v,or}$ ) və həqiqi ( $C_{p,v}$ ) istilik tutumları fərqləndirilir:

$$C_{p,v,or} = \frac{q}{t_2 - t_1}; \quad C_{p,v} = \frac{dq}{dt};$$

$q$  - 1 kq maddənin qızdırılmasına sərf olunan istilik  $\text{kCoul}/(\text{kq}\cdot\text{K})$ ;

$t_1$  və  $t_2$  - maddənin başlanğıc və son temperaturu,  $\text{K}$ ;

$C_{p,v,or}$  və  $C_{p,v}$  - uyğun olaraq orta və həqiqi istilik tutumu (sabit təzyiqdə və həcmdə).  $\Delta t = t_2 - t_1$  nə qədər kiçik olursa, orta istilik tutumu bir o qədər öz qiymətinə görə həqiqi istilik tutumuna yaxınlaşır.

Maddənin istilik tutumu xarici şəraitlərdən, başqa sözlə təzyiqin və həcmnin dəyişməsindən asılıdır. Sabit təzyiqdə istilik tutumu ( $C_p$ ) sabit həcmdə ( $C_v$ ) olan istilik tutumundan qazın genişlənməsi işinə sərf olunan istilik qədər çox olur. İstilik tutumu kütlə ( $\text{Coul}/(\text{kq}\cdot\text{K})$ ) və ya mol vahidləri ( $\text{Coul}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ ) ilə ifadə oluna bilər. Maddənin kütlə istilik tutumunu və mol kütləsini bilərək, onun mol istilik tutumunu hesablamaq olar:

$$C_p = M \cdot C_p^m$$

$C_p$  və  $C_p^m$  - uyğun olaraq, sabit təzyiqdə maddənin kütlə və mol istilik tutumu;

$M$  – maddənin mol kütləsi.

Maddənin mol istilik tutumu temperaturdan və mol kütləsindən asılıdır və bu parametrlərin qiyməti artdıqca, o da artır. İstilik tutumuna maddənin təbiəti də təsir edir. Molekulda karbon atomlarının sayı eyni olduqda, alkanların istilik tutumu daha çox olur.

Maye neft məhsullarının istilik tutumu neft məhsulunun temperaturundan və təbiətindən asılıdır. Neft məhsullarının sıxlığı artdıqca, onun istilik tutumu azalır, temperatur artdıqca yüksəlir. Təzyiqin artması ilə maye neft məhsullarının istilik tutumu az dəyişir. Neft buxarlarının istilik tutumu, həmçinin neft məhsulunun temperaturundan və təbiətindən asılıdır. Lakin maye neft məhsullarından fərqli olaraq, buxarların orta istilik tutumu təzyiq artdıqca güclü dəyişir.

İstilik tutumu additiv kəmiyyətdir, odur ki, neft məhsulunun tərkibini bilərək, onu təşkil edən komponentlərin istilik tutumu və kütlə paylarına əsasən, neft məhsulunun istilik tutumu aşağıdakı formul üzrə hesablanır:

$$C_{pqa}^m = C_{p1}^m * x_1^m + C_{p2}^m * x_2^m + C_{p3}^m * x_3^m + \dots + C_{pn}^m * x_n^m$$

$C_{pqa}^m$  - maddələr qarışığının (neft məhsulunun) kütlə istilik tutumları;

$C_{p1}^m, C_{p2}^m, C_{p3}^m, \dots, C_{pn}^m$  - fərdi maddələrin istilik tutumları;

$x_1^m, x_2^m, x_3^m, \dots, x_n^m$  - fərdi maddələrin kütlə qatılıqları.

**Gizli kütlə buxarlanma istiliyi.** Bu, qaynama temperaturunda 1 kq mayeni buxara çevirmək üçün (və ya buxarın kondensləşməsi zamanı ayrılan) istiliyin miqdarıdır.

İstənilən kimyəvi təbiətli neft məhsulunun gizli kütlə buxarlanma istiliyini Trufon-Kistyakovski tənliyi ilə hesablamaq olar:

$$\frac{M_{qbx}^m}{T} = K \quad \text{və ya} \quad K = 8,75 + 4571 \cdot \lg T$$

$q_{bux}^m$  - maddənin kütlə buxarlanma istiliyi, K·Coul/kq;

M - mayenin mütləq qaynama temperaturu, K;

K - xarakterizə faktoru (normal təzyiqdə əksər karbohidrogenlər və onların qarışıqları üçün  $20 \div 22$  -yə bərabərdir).

Gizli buxarlanma istiliyi təkcə maddənin təbiətindən yox, həm də mühitin temperaturu və təzyiqindən asılıdır. Bir qayda olaraq temperatur və təzyiq artdıqca gizli buxarlanma istiliyi azalır. Kritik nöqtədə maye və buxar arasında fərq olmur və gizli buxarlanma istiliyi sıfır bərabər olur.

**Gizli kütlə ərimə temperaturu** – 1kq bərk cismin ərimə temperaturunda maye vəziyyətə keçməsi zamanı udulan (və ya onun donması zamanı ayrılan) istiliyin miqdarıdır.

Texnoloji hesablamalarda benzolun, naftalinin, parafin və serezinin gizli ərimə istiliyindən istifadə olunur. Gizli ərimə temperaturu maddənin ərimə temperaturundan və mühitin təzyiqindən asılı olur.

**Sublimasiyanın gizli kütlə istiliyi** – 1 kq bərk maddənin maye halına keçməsi üçün udulan istiliyin miqdarıdır. O, gizli kütlə ərimə istiliyi ilə gizli kütlə buxarlanma istiliyinin cəminə bərabərdir.

**İstilik keçirmə.** Maddənin istilik keçirməsi istilik keçirmə əmsalı  $\lambda$  ilə xarakterizə olunur və bir saat müddətində qalınlığı 1m və sahəsi 1 m<sup>2</sup> olan materialdan təbəqənin hər iki tərəfində temperatur fərqi 1 dərəcə olduqda keçən istiliyin miqdarı kimi təyin olunur.

İstilik keçirmə maddənin təbiətindən və temperaturdan asılıdır. Qazlar və buxarlar ən az istilik keçirməyə, bərk cisimlər və metallar ən yüksək istilik keçirməyə malik olurlar. Maye neft məhsullarının orta istilik keçirmələri 0,377-0,503 kCoul/(m·saat·K) və ya 0,1047-0,1397 Vt/(m·K) olur.

### 1.3 Neftin element və fraksiya tərkibi

Neft axıcı, yağvari yanar maye olub, sudan yüngüldür, spesifik iyli, açıq qəhvəyidən qara rəngə qədər rəng çalarlarına malikdir.

Kimyəvi baxımından, neft çox komponentli mürəkkəb, qaz, maye və bərk, müxtəlif quruluşlu karbon atomlarının sayı 100-ə qədər və daha çox olan, qarşılıqlı həllolan karbohidrogenlərdən, azot, oksigen, kükürd və bəzi metallara malik heteroatomlu üzvi birləşmələrdən ibarətdir. Kimyəvi tərkibinə görə müxtəlif yataqların neftləri olduqca müxtəlifdir. Odur ki, müzakirəni yalnız “orta statistik” neftin tərkibi, molekul quruluşu və xassələri haqqında aparmaq olar. Neftlərin element tərkibləri daha az fərqlənir: 82,5-87,0% karbon; 11,5-14,5% hidrogen; 0,05-0,35, nadir hallarda 0,7%-ə qədər oksigen, 1,8%-ə qədər azot və 5,3-ə, nadir hallarda 10%-ə qədər kükürd olur. Qeyd olunanlarla yanaşı, neftlərdə az miqdarda, olduqca çox elementlər, o cümlədən metallar (Ca, Mg, Fe, Al, V, Ni,

Na və s. ) aşkar olunmuşdur.

Neft və neft məhsulları çoxkomponentli karbohidrogenlərin və heteroatomlu birləşmələrin fasiləsiz qarışığı olduğundan, adi qovulma üsulları ilə onları ciddi fiziki sabitlərə malik fərdi birləşmələrə ayırmaq mümkün olmur. Qəbul olunmuşdur ki, neft və neft məhsullarını qovulma yolu ilə daha az komponentli qarışıqlara ayırırlar. Belə komponentlər fraksiya və ya distillat adlanır. Laboratoriya və ya sənaye şəraitində ayrı-ayrı neft fraksiyaları, tədricən artan qaynama temperaturlarına görə ayrılır. Uyğun olaraq, neft və onun fraksiyaları qaynama temperaturları ilə yox, başlanğıc qaynama temperaturu - son qaynama temperaturu hədləri ilə xarakterizə olunur. Yeni neftlərin keyfiyyəti tədqiq edilərkən (başqa sözlə, neftə texniki pasport hazırlanarkən), onların fraksiya tərkibi standart rektifikasiya kalonu ilə təchiz olunmuş aparatlarda (məsələn ГОСТ 11011-85-in tələblərinə uyğun olaraq APH-2-də) müəyyən olunur. Bu, fraksiyaların ayrılma dəqiqliyini təmin etməyə və fraksiyalaşdırma nəticəsinə görə həqiqi qaynama temperaturları əyrisini (HQTƏ) temperatur və fraksiyaların çıxımı (% kütlə və ya % həcm) koordinatlarında qurmağa imkan verir. 200°C-ə qədər fraksiyaların götürülməsi atmosfer təzyiqində aparılır. Qəbul olunmuş metoda görə, başlanğıc qaynama temperaturundan 300°C-ə qədər 10 dərəcəlik fraksiyalar, sonra qaynama sonu 475-550°C-ə qədər 50 dərəcəlik fraksiyalar ayrılır. Beləliklə, neftin fraksiya tərkibləri (HQTƏ), onlarda ayrı-ayrı fraksiyaların potensial miqdarlarını göstərir ki, bu da əmtəlik neft məhsullarıdır (avtobenzin, reaktiv və dizel yanacaqları, sürtkü yağları və s.). Bu neft məhsullarının hamısı üçün uyğun standartlara görə müəyyən fraksiya tərkibi normalaşdırılır. Ayrı-ayrı yataqların neftləri fraksiya tərkiblərinə görə, uyğun olaraq mühərrik yanacaqlarının və sürtkü yağlarının distillatlarının potensial miqdarlarından xeyli fərqlənir. Əksər neftlər 15-25% benzin fraksiyalarına (180°C-ə qədər qaynayan), 45-55% 300-350°C-ə qədər qovulan fraksiyalara malik olur. Yüngül neft yataqları mövcuddur ki, onlarda şəffaf fraksiyaların (350°C-ə qədər) miqdarı daha çox olur. Belə ki, Samatlor neftində şəffaf neft məhsulları 58% olduğu halda, İndoneziyanın Seriya yatağının neftində bu göstərici 77%-ə çatır. Karacakanak və Orenburq yataqlarının qaz kondensatları demək olar ki, 85-90% şəffaf məhsullara malikdir. Həmçinin, dünyada olduqca ağır neftlər də çıxarılır və bu neftlər əsasən, yüksək temperaturda qaynayan fraksiyalardan ibarətdir. Məsələn, Rusiya Federasiyasının Komi Respublikasında yerləşən Yareqsk yatağından şaxta üsulu ilə çıxarılan neftin 180°C-ə qədər qaynayan fraksiyası tamamilə yoxdur, onda şəffaf neft məhsulları, cəmi 18,8% təşkil edir. Qeyd edək ki, dünyada analoqu olmayan müalicəvi Naftalan (Azərbaycan) nefti də 175°C-ə qədər qaynayan fraksiyaya malik deyil.



## 1.4 Neftin fraksiyalarının qrup tərkibləri

### 1.4.1. Benzin fraksiyalarının qrup tərkibi.

Molekulunda 12-dən az karbon atomları olan alkanların hamısı, karbon atomlarının sayı 10 və daha az olan siklanlar,  $C_9$  arenlər və qismən  $C_{10}$  arenlər  $200^{\circ}C$ -yə qədər qovulur. Mümkün izomerlərin sayı olduqca çoxdur və indiyə qədər bir sıra neftlərin yalnız  $150^{\circ}C$ -yə qədər qaynayan benzin fraksiyalarının komponentləri tam müəyyənləşdirilmişdir. Neftlərin hamısının benzinləri alkanlara, izoalkanlara, sikloalkanlara (siklopentan, sikloheksan), bisikloalkanlara, arenlərə malik olurlar. Bu qrup karbohidrogenlərin nisbətləri müxtəlif neftlərdə geniş intervalda dəyişir: arenlərin miqdarı 6-dan 46%-ə, sikloalkanlar 21-dən 75%-ə, alkanlar 1-dən 32%-yə, izoalkanlar 18-dən 40%-ə qədər.

Qrup tərkibində xeyli fərqlər olmasına baxmayaraq, onun dəyişməsində ümumi qanunauyğunluq müşahidə olunur. Demək olar ki, bütün hallarda benzin fraksiyası ağırlaşdıqca, onda arenlərin miqdarı artır. Bu qaydadan kənara çıxma halları da mövcuddur. Bəzi neftlər üçün  $150$ - $200^{\circ}C$ -də qaynayan fraksiyalarda arenlərin miqdarı  $120$ - $150^{\circ}C$ -də qaynayan fraksiyada olduğundan azdır, amma xammalın ağırlaşması ilə arenlərin miqdarının ümumi artma meyli bütün hallarda doğrudur.

### 1.4.2. Alkanlar.

Demək olar ki, neftlərin hamısı üçün izoheksanların paylanması eynidir. Metilpentan izoheksanların 84-97%-ni təşkil edir, 2,2-dimetil butanın miqdarı 2,3-dimetilbutanın miqdarına nəzərən az, əksər hallarda 2-metil-pentanin miqdarı isə 3-metilpentanın miqdarından çox olur. İzoheksanların miqdarı Troiski-Anastasievski və Palçıq Pilpələsi yataqlarının neftlərində kəskin fərqlənir. Onlar çoxlu miqdarda dimetilbutanlara, o cümlədən 2,2-dimetilbutana malikdir. Əksər neftlər üçün 2- və 3-metilheksanın üstünlük təşkil etməsi xarakterikdir, etilpentan və dimetilpentanlar çox deyil, həm də üçlü karbon atomlarına malik olanlar dördlü karbon atomlarından xeyli çoxdur. Bu halda da Troiski-Anastasievski nefti və Palçıq Pilpələsi neftlərində müstəsnaqlıq var. Bu neftlərdə diəvəzlilər monoəvəzlilərdən çoxdur.

İzooktanlar üçün də analoji mənərə müşahidə olunur. Adları qeyd olunan yataqlar müstəsna olmaqla, digər neftlərdə metilheptanlar izooktanların 60-85%-ni təşkil edir, burada 2- və 3-metilheptanlar üstünlük təşkil edir, 4-metilheptanın miqdarı çox deyil. İkiəvəzli heksanlar arasında dördlü karbon atomuna malik olmayan diəvəzli heksanlar üstünlük təşkil edir, trimetilpentanların miqdarı isə çox deyil. Yuxarıda adları qeyd olunan iki neft trimetilpentanların yüksək miqdarı ilə (20%-dən çox), həmçinin diəvəzlilərin və



döndrlü karbon atomuna malik karbohidrogenlərin yüksək miqdarı ilə fərqlənirlər. İzononanlar üçün metiloktanların və dimetilpentanların nisbəti 0,65-dən 1,40-a qədər olur, döndrlü karbon atomuna malik olan karbohidrogenlərin miqdarı isə olduqca azdır.

Beləliklə, əksər neftlərin benzin fraksiyalarında olan izoalkanlar üçün aşağıdakı qanunauyğunluqlar müşahidə olunur: 1) metiləvəzli strukturlar üstünlük təşkil edir; yan zəncirdə etil və daha çox karbon atomlarına malik əvəzləyiciləri olan karbohidrogenlər olduqca azdır və ya tamamilə yoxdur; 2) metiləvəzlilər arasında 2 və 3 vəziyyətdə monometil əvəzlilər üstünlük təşkil edir; 3) alkanların molekullarında karbon atomlarının sayı 8-dən çox olduğu hallarda karbon atomlarının sayı artdıqca monoəvəzlilərin nisbi miqdarı azalır; 4) di- və triəvəzlilər arasında döndrlü karbon atomuna malik olmayanlar üstünlük təşkil edir.

Bu qaydaların gözlənilmədiyi neftlər azdır.

### **1.4.3. Sikloalkanlar.**

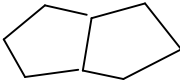
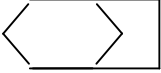
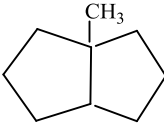
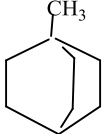
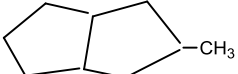
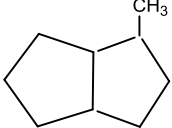
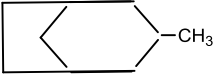
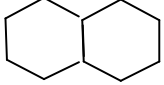
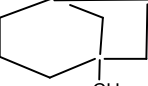
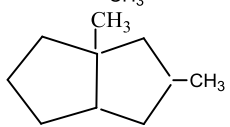
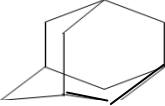
Neftlərin benzin fraksiyalarında monosiklanlar siklopen-tanlarla və sikloheksanlarla təmsil olunur. Bütün neftlərdə siklopentanlar olmur, bəzi neftlərdə az miqdarda siklobutan, siklopentan və metilsikloheptan aşkar olunmuşdur.

$C_7$  sikloheptanlar arasında diəvəzlilər üstünlük təşkil edir, etilsiklopentanın miqdarı siklopentanların ümumi miqdarına görə 30%-dən çox olmur və bir çox hallarda bundan da xeyli aşağıdır. Daha çox miqdarda 1,2- və 1,3-dimetilsiklopentanlar olur, amma Palçıq Pilpiləsi neftində hem-əvəzli dimetilsiklopentan olur.  $C_8$  siklopentanlar, əsasən üçəvəzli, hem-əvəzli trimetilsiklopentanlarla təmsil olunur.

Bütün neftlərin  $C_8$  sikloheksanları üçün qanunauyğunluq xarakterikdir; dimetil-sikloheksanın miqdarı etilsikloheksanın miqdarından çoxdur, dimetilsikloheksanlar arasında döndrlü karbon atomuna malik olmayanlar üstünlük təşkil edir.

$C_9$  siklopentanlar daha çox triəvəzlilərlə təmsil olunur, trimetilsikloheksanlar diəvəzlilərdən çoxdur, monoəvəzlilər isə ya yoxdur, ya da onlara olduqca az miqdarda rast gəlinir.

Neftlərin benzinlərində  $C_7$ - $C_{10}$  sırası tsikloalkanları kondensləşmiş həlqələr, həlqələri körpü tipli ayrılmış və  $C_{10}$  trisikloalkan – adamantan (qaynama temperaturu  $192^{\circ}C$ ) formalarında aşkar olunmuşdur. Azərbaycanın Palçıq Pilpiləsi neftində aşkar olunmuş sikloalkanların struktur formulaları və neftə görə faizlə miqdarları aşağıda verilir:

Bisiklo [ 3.3.0] oktan		0,017
Bisiklo[3.2.1] oktan		0,008
1-metilbisiklo [3.3.0] oktan		0,032
1-metilbisiklo [2.2.2] oktan		0,015
Endo-3-Metilbisiklo [3.3.0] oktan		0,018
Ekzo-2-Metilbisiklo [3.3.0] oktan		0,052
Ekzo-2-Metilbisiklo [3.2.1] oktan		0,018
Bisiklo [4.4.0] dekan (dekalin)		0,267 (trans-) 0,020 (sis-)
1.5-dimetilbisiklo [3.2.1] oktan		0,008
1.3 dimetilbisiklo [3.3.0] oktan		0,008
Adamantan		0,027

#### 1.4.4 Arenlər.

Neftlərin benzin fraksiyalarında uyğun qaynama temperaturuna malik bütün mümkün olan arenlər tapılmışdır. C<sub>8</sub> alkilbenzonlarda dimetilbenzollar etilbenzoldan, C<sub>9</sub> alkilbenzollar arasında trimetil əvəzlilər metil-etiləvəzlilərdən, öz növbəsində isə metil-etiləvəzlilər monoəvəzlilərdən çoxdur. Trimetil benzollar

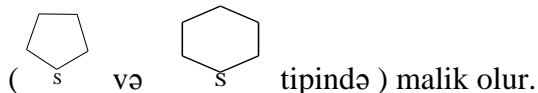
arasında 1,2,4-trimetilbenzollar, diəvəzlilər arasında isə 1,3-dimetilbenzollar üstünlük təşkil edir. Benzillərdə, həmçinin az miqdarlarda indan da aşkar olunmuşdur.

#### 1.4.5. Heteroatomlu birləşmələr.

Bütün yataq benzinlərinin tərkibində kükürd vardır. Əksər hallarda, benzində olan kükürdün miqdarı, neftdə olan kükürdün miqdarının xeyli azdır, kənara çıxmalar olduqca nadir hallarda müşahidə edilir. Əksər neftlərin benzinləri üçün kükürdün miqdarı 0,01-0,5 % həddində olur.

Benzinlərdə kükürdlü birləşmələr merkaptanlarla (tiollarla), sulfidlərlə və tiofenlərlə təmsil olunur. Bundan başqa, benzin qovularkən daha az stabil olan kükürdlü birləşmələrin kimyəvi təsirə və oksidləşməyə məruz qalması və ikinci kükürdlü birləşmələrə çevrilməsi nəticəsində disulfidlər, hidrogen sulfid və elementar kükürd əmələ gəlir.

Merkaptanlar, əsasən alifatik struktura malik olur, amma elə merkaptanlar da var ki, onlarda SH-grupu sikloalkan və aren radikalları ilə birləşir. Sulfidlər RSR' quruluşuna (R və R' – alifatik radikallardır) və siklik, sikloalkan strukturuna



Müxtəlif yataqların neftlərinin benzinlərində kükürdlü üzvi birləşmələrin qrup tərkibləri (merkaptan, sulfid və tiofen kükürdünün miqdarı) güclü fərqlənir. Əksər hallarda sulfidlər üstünlük təşkil edir (kükürdlü birləşmələrin ümumi miqdarının 98%-ə qədəri). Bəzi neftlərin benzinlərində daha çox miqdarda merkaptanlar olur, bir sıra neftlərin benzinlərində isə tiofenlər üstünlük təşkil edir. Çoxlu sayda neftlərin benzinlərində merkaptanlar və tiofenlər olduqca az miqdarda (bəzi hallarda merkaptanlar ümumiyyətlə olmur) olduğu halda, orada sulfidlərin miqdarı, həmişə hiss olunacaq dərəcədədir. Belə ki, Başqırdıstanın, Tatarıstanın, Perm və Kuybişev vilayətlərinin 90 neftindən yalnız 6-da 200°C-yə qədər qaynayan benzin fraksiyalarında ümumi kükürdün 25%-dən azı disulfid formada, eyni zamanda həmin 90 neftin 67-də ümumi kükürdün 50%-dən çoxu sulfidlər şəklində olur.

Elementar kükürd, hidrogen sulfid və merkaptanlar korroziya törədən maddələrdir, merkaptanlar isə bununla yanaşı, olduqca güclü xoşagəlməz iyə malikdir (insan havada  $10^{-6}$ % kiçik mələküllü merkaptanlar olduqda belə, onun iyini hiss edə bilir).

Merkaptanlar asanlıqla disulfidlərə qədər oksidləşə bilər. Bütün sulfidli birləşmələr tetraetilqurğuşunun benzinin antidetonasiya xassələrinə təsirini azaldır.

Neftlərdə azotlu birləşmələrin miqdarı olduqca azdır və əksər neftlərdə az

miqdarda (0,1%) olur. Benzillərin azotlu birləşmələri əsasi və neytral xassəli ola bilər. Azotun əsasi birləşmələri piridin, metil-, dimetil- və trimetilpiridinlər. Neytral azotlu birləşmələr pirrolun alkil törəmələridir.

Benzinlərdə oksigenli birləşmələr də olduqca azdır. Benzinlərdə qarışıq turşu-sundan başlayaraq, normal və izoquruluşlu alifatik turşular aşkar olunmuşdur. 200°C-yə qədər temperaturda qaynayan və şaxələnməmiş alkil radikalına malik ən yüksək molekullu turşu valerian turşusudur:  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$ . Benzinlərdə izokapron turşusu da  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$  ola bilər. Ən aşağı molekül kütləli sikloalkan karbon turşuları və aromatik karbon turşuları 200°C-dən yuxarı temperaturda qaynadıqlarından benzinlərdə olmur.

#### **1.4.6. Benzinlərin kimyəvi xassələrinin onların antidetonasiya xassələrinə təsiri.**

Benzin fraksiyalarının antidetonasiya xassəsi, əsasən alkan, izoalkan, siklopentan, sikloheksan və aren qruplarının nisbətindən asılı olur. İzomerlərin paylanması görə adi neftlərdən kəskin fərqlənən neftlər çox deyil. Keçmiş SSRİ-də olan belə neftlər Palçıq Pilpələsi (Azərbaycan), Naftalan (Azərbaycan), Troisko-Anastasiyevski, Ruski (IV horizon), Valenski (Rusiya Federasiyası) yataqlarının neftləridir. Bu neftlər olduqca az benzin fraksiyasının olması ilə fərqlənirlər. Göstərilən neftlər üçün 200°C-yə qədər qovulan fraksiyaların miqdarı belədir: Palçıq Pilpələsi yatağı – 6,2%, Naftalan – 4,2%, Troisko-Anastasiyevski – 8,4%, Valenski – 0,6%, Ruski – 2,2%. Təbii ki, bu neftlərin benzinləri əhəmiyyətli, praktiki maraq kəsb etmir. Neft yataqlarındakı neftlərin 200°C-yə qədər qaynayan fraksiyalarının 66%-nin oktan ədədləri 35-50, 84%-i 30-55 intervalllarında olur. Benzinin son qaynama temperaturu artdıqca, onun oktan ədədi bütün hallarda azalır (baxmayaraq ki, arenlərin miqdarı artır). Bu, benzinlərin karbohidrogen tərkibinin xüsusiyyəti ilə əlaqədardır. Normal alkanların molekül kütləsi artdıqca, onların oktan ədədləri sürətlə azalır. Sikloalkanlar üçün oktan ədədi aşağıdakı sıra üzrə azalır:

siklopentan > etilsiklopentan > dimetilsiklopentan > etilsiklopentan və sikloheksan > metilsikloheksan > dimetilsikloheksan > etilsikloheksan > propilsikloheksan

Yalnız alkilbenzollarda molekulda karbon atomlarının sayının artması, oktan ədədinin azalmasına səbəb olur. Deyilənlərdən aydın olur ki, benzinlərin yüksək oktan ədədi, yalnız onlarda yüksək miqdarda arenlər olduqda təmin oluna bilər. Yuxarı oktan ədədinə malik, yüksək dərəcədə şaxələnməmiş alkanların neftlərin benzin fraksiyalarında az olması və fraksiyada xeyli dərəcədə düzəncirli alkanların mövcudluğu, benzinlərin aşağı oktan ədədinə malik olmasının səbəbidir.

### 1.4.7. Yüngül qazoyl fraksiyaları.

200°C-dən yuxarıda qaynayan fraksiyaların tərkibləri, benzinlərin tərkibinə nisbətən pis öyrənilib. Bu, ilk növbədə fraksiyanı təşkil edən karbohidrogenlərin molekul kütlələrinin artması ilə neft fraksiyalarının tərkibinin olduqca tez mürəkkəbləşməsi ilə əlaqədardır. Belə mürəkkəbləşmənin səbəbi aşağıdakı məlumatlardan aydındır. 5-11-ə qədər karbon atomları olan alkanlar üçün (benzin fraksiyasına daxil olan alkanlar) mümkün olan izomerlərin sayı 304-dür. Molekulunda 12 karbon atomu olan karbohidrogenlər üçün artıq 355 izomer, C<sub>15</sub> üçün 4347 və C<sub>18</sub> üçün 60523 izomer mümkündür. Eyni sayda karbon atomuna malik sikloalkanların izomerlərinin sayı, uyğun akanların izomerlərinin sayından xeyli çoxdur. Nəticədə, artıq 200-300°C-də qaynayan fraksiyada o qədər çox sayda karbohidrogenlər vardır və onların miqdarı o qədər azdır ki, karbohidrogen tərkibinin detallı öyrənilməsini prinsipcə mümkünsüz edir. Amma bu halda da benzillərdə olduğu kimi, çox böyük ehtimalla, fraksiyanın əsas hissəsini fraksiyada daha çox miqdarda olan az sayda karbohidrogenlər təşkil edir.

Bu səbəbdən də neftlərin qazoyl fraksiyalarının tərkibi haqqında əsas informasiyanı maye xromatoqrafiyası ilə təyin edən qrup tərkibi haqqında məlumatlar və bir qayda olaraq sıxlıq, şüasındırma əmsalı və molekul kütləsi (n-d-M) üsulu ilə hesablanan struktur-qrup tərkibi haqqında məlumatlar verir. Maye xromatoqrafiyası imkan verir ki, fraksiya alkan – sikloalkanlar, arenlər və qatranlar hissəsinə bölünsün. Bu zaman arenlər şüasındırma əmsalına əsasən yüngül, orta və ağır arenlərə ayrılırlar. Alkan – sikloalkan hissəsindən karbamid ilə nisbətən təmiz (90% və daha yuxarı) normal alkanları ayırmaq olar. Üsulun prinsiplial qüsuru odur ki, aromatik xarakterli olmayan kükürlü birləşmələrin əksəriyyəti xromatoqrafik analiz zamanı arenlərlə birgə ayrılır, uyğun arenlərə dehidrogenləşməyən sikloalkanlar isə alkanlardan ayrılı bilmir.

Sıxlıq, şüasındırma əmsalı və molekul kütləsi haqqında məlumatlara əsasən hesablanan struktur-qrup tərkibi az və ya çox dərəcədə yarım miqdarı xarakter daşıyır. Alınan məlumatlar imkan verir ki, az və ya çox dəqiqliklə tərkibin dəyişməsinin xarakteri haqqında mühakimə söylənilsin, lakin bu məlumatların həqiqiliyinə zəmanət vermək mümkün deyil.

#### 1.4.7.1. Qrup və struktur-qrup tərkibi.

Bu haqda aşağıdakı ümumi nəticələri söyləmək olar:

1. Fraksiyanın qaynama temperaturu (orta molekul kütləsi) artdıqca bütün hallarda arenlərin miqdarı artır, uyğun olaraq alkanların ümumi miqdarı azalır. Fraksiyanın orta molekul kütləsi artdıqca arenlərin ümumi miqdarı da artır, amma mono-siklik arenlərin miqdarı ( $n_D^{20}$ ) müxtəlif neftlər üçün fərqli qaydada dəyişir: artır, azalır və ya enib-qalxır.
2. Fraksiyanın orta molekul kütləsi artdıqca aren həlqələrində karbon

- atomlarının miqdarı artır.
3. Müxtəlif neftlər üçün orta molekulyar kütləsi artdıqca alkan zəncirlərində karbonun miqdarı fərqli dəyişir: - təxminən dəyişməz qalır, artır və ya azalır. Uyğun olaraq sikloalkan həlqələrində karbonun miqdarı: - təxminən sabit qalır, azalır və ya nadir hallarda artır.
  4. Müxtəlif neftlərin uyğun qovulma intervalına malik benzinlərində siklik strukturlarda orta molekulyar həlqələrin sayı və karbonun miqdarı əsaslı olaraq dəyişir.
  5. Müxtəlif neftlərin qazoyl fraksiyalarında müxtəlif tip karbohidrogenlərin miqdarı güclü fərqlənir.  
Mövcud üsullar izoalkanları etibarlı ayırmağa imkan vermir.

#### **1.4.7.2. Alkanlar.**

Neftlərin qazoyl fraksiyalarında normal alkanlar dodekandan (qaynama temperaturu 216°C) eykozana qədər (qaynama temperaturu 345°C) ola bilər. Bu karbohidrogenlər əksər neftlərdə xeyli miqdarda olur. Olduqca az miqdarda neftlər var ki, onlarda normal alkanlar olmur.

İzoalkanların tərkibi hazırda kifayət qədər öyrənilməmişdir. Müəyyənləşdirilmişdir ki, metiləvəzli strukturlar üstünlük təşkil edir; etil-, propil-qrupları ilə əvəzli strukturlar kifayət qədər əhəmiyyət kəsb etmir. İzoalkan strukturları arasında mono-metiləvəzlilər və izoprenoid quruluşlar üstünlük təşkil edir. Metil qrupu molekulyar mərkəzinə doğru yerini dəyişdikcə, monometilalkanların qatılığının azalmasının ümumi meyli müşahidə olunur. İzoprenoid karbohidrogenlər – C<sub>9</sub>-C<sub>14</sub> 2,6-dimetilalkanlar, C<sub>14</sub>-C<sub>19</sub> 2,6,10-trimetilalkanlar, C<sub>19</sub>-C<sub>24</sub> 2,6,10,14-tetrametilalkanlar, C<sub>11</sub>-C<sub>14</sub> 3,7-dimetilalkanlar, C<sub>16</sub>-C<sub>19</sub> 3,7,11 trimetilalkanlar və s. əksər neftlərdə xeyli miqdarda aşkar olunmuşdur. Sikloalkan tipli neftlər müstəsnaq təşkil edir, bu tip neftlərdə izoprenoid tipli alkanlar olduqca az miqdarda olur.

Neftlərin 200-350°C-də qaynayan qazoyl fraksiyasında izoprenoid quruluşlu alkanların miqdarı 10-11%-ə yaxın olur. Kifayət qədər əminliklə təsdiq etmək olar ki, əksər neftlərdə izoalkanlar, əsasən zəif şaxələnmiş strukturlu olurlar.

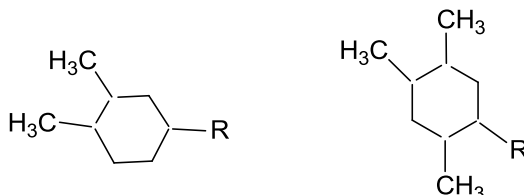
#### **1.4.7.3. Sikloalkanlar.**

Hazırda müəyyən edilmiş hesab etmək olar ki, qazoyl və daha yüksəkdə qaynayan fraksiyalarda sikloalkanların əsas kütləsini aşağıdakı karbohidrogenlər təşkil edir: a) altıüzvlü həlqəlilər; b) beşüzvlü həlqəlilər; c) altı- və beşüzvlü həlqəlilər; d) körpü quruluşlu sikloalkanlar.

Molekulyar bəzən çox həlqəyə malik sikloalkanlar, bir qayda olaraq kondensləşmiş həlqələrə malik olurlar. 200-350°C-də qaynayan fraksiyalarda 6-ya qədər kondensləşmiş həlqələrə malik sikloalkanlar ola bilər, amma burada bir-üç

həlqəlilər üstünlük təşkil edirlər. Əksər hallarda miqdarın monosiklik > bisiklik > trisiklik və s. sırası üzrə azalması müşahidə olunur.

Monosiklik alkanlar üçün siklopentan və sikloheksan həlqələrinin əvəzləyiciləri kimi iki-üç metil qrupunun və bir şaxələnməmiş və ya az şaxələnməmiş alifatik zəncirin olması xarakterikdir:

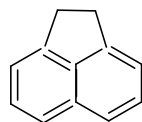


Sikloalkanlardakı dekalinlərin bir çoxu, o cümlədən qazoyl fraksiyasının polisikloalkanlarından mono-, di- və trimetiladamantanlar, tetrasiklodekan, pentasiklotetradekanlar identifikasiya olunmuşdur.

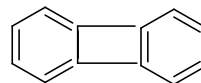
#### 1.4.7.4. Arenlər.

Qazoyl fraksiyası a) alkilbenzollara ( $C_{11}H_{16}$ -dan başlayaraq); b) kondensləşmiş aren və sikloalkan həlqəli arenlərə; c) naftalindən başlayaraq alkilnaftalinlərə malik olur. Bifenil və onun alkil törəmələri neftlərdə naftalin və onun törəmələrinə nisbətən az miqdardadır. Qazoylda arenlərin şüalandırma əmsalına görə fraksiyalara ayrılması ( $n_D^{20}$  1,53 və  $n_D^{20}$  1,53) yaxınlaşma olsa da, mono- və bisikloarenlərin nisbəti haqqında təsəvvür yaradır. Fraksiyanın qaynama temperaturu artdıqca bisiklikarenlərin, monosikliklərlə qarışıqda miqdarı əksər hallarda artır.

Maraqlıdır ki, fraksiya ağırlaşdıqca, müxtəlif neftlər üçün bisiklik arenlərin miqdarındakı fərqlər azalır. Alkilbenzollar arasında di- və triəvəzli, bir zəifşaxəli (zəncirdə bir yan metil qrupu) və ya şaxələnməmiş uzun alkil zənciri və həlqə ilə birləşmiş bir-iki metil qruplu arenlər üstünlük təşkil edir. Görünür, monoalkilbenzollar əsaslı miqdarda olurlar. Metilindanlar, tatalin və onun törəmələri, həmçinin asenaftenin və fluorenin metil törəmələri identifikasiya olunmuşdur.



Asenaften



Fluoren

Bəzi neftlərdə naftalin və onun mono-, di-, tri-, və tetrametiləvəzli törəmələri identifikasiya olunmuşdur.

Görünür sikloalkanlar üçün olduğu kimi, neftlərin qazoyl fraksiyalarının arenləri üçün də quruluşların aşağıdakı qanunauyğunluğu ifadə oluna bilər: a) molekulun struktur vahidləri, əsasən bir nüvədə kondensləşmiş sistemlərlə təmsil olunur; fraksiya üçün alkan zəncirləri ilə və ya bir atom vasitəsi ilə

əlaqələnmiş siklik strukturlar xarakterik deyil; b) siklik strukturlarda ikidən dördə qədər əvəzləyicisi olan molekullar üstünlük təşkil edir və uzun alkil zənciri olduqda, bu zəncir ya şaxələnmiş, ya da az şaxələnmiş olur.

#### 1.4.7.5. Heteroatomlu birləşmələr.

**Kükürdlü birləşmələr.** Kükürdlü neftlərin qazoyl fraksiyalarında kükürdlü birləşmələr xeyli miqdarda olur. Əgər kükürdlü birləşmənin molekulunda bir kükürd atomu varsa, onda kükürdlü birləşmələrin miqdarı (% ilə) aşağıdakı formul üzrə hesablanır:

$$S = M_{or}/32$$

$M_{or}$  - kükürdlü birləşmələrin orta molekul kütləsi;

S - kükürdün faizlə miqdarı.

Qaynama temperaturu 200-dən 350°C-ə qədər olan qazoyl fraksiyaları üçün orta molekul kütləsi 200-220 və kükürdlü birləşmələrin payı, təxminən kükürdlü birləşmələrin miqdarının (%-lə) yeddi mislinə bərabər olur.

250-350°C-də qaynayan fraksiyalarda kükürdün miqdarı neftdə olduğundan azdır. Əksər hallarda, 200-350°C-də qaynayan fraksiyalarda kükürd neftdə olanın 15-dən 25%-nə qədərinə malik olur, bəzi hallarda bu göstərici 5-10% təşkil edir. Fraksiya ağırlaşdıqca kükürdün miqdarı həmişə artır.

İkinci mənşəki kükürdlü birləşmələrin – merkaptanların, disulfidlərin və elementar kükürdün miqdarı, adətən olduqca azdır. Əsasən siklik quruluşlu sulfidlər və tiofen tipli həlqəyə daxil olan kükürdə malik qalıq kükürd üstünlük təşkil edir. Qazoyl fraksiyalarında hiss olunacaq dərəcədə merkaptanlar olan neftlər nadir olur. Fraksiya ağırlaşdıqca qalıq kükürdün miqdarı bir qayda olaraq artır. Mono- tiobisikloalkanların ehtimal olunan strukturu bir şaxələnmiş və ya az şaxələnmiş zəncirə və iki-üç metil əvəzləyicisinə malik nüvə kimi təsvir oluna bilər. Tiobisikloalkanlar yalnız metil əvəzləyicilərinə malik olur. Tiobisikloalkanları Zelinski üsulu ilə hidrogenləşdirdikdə, təxminən 30%-i arenlərə çevrilir. Kondeslənmiş həlqəyə malik olmayan siklik sulfidlər yoxdur. Rast gələ bilən siklik kükürdlü birləşmələr əsasən aşağıdakılardır:

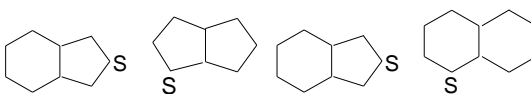
Tiasiklopentanlar



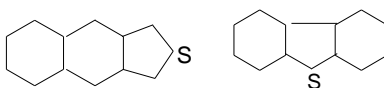
Tiofenlər



Tiabisikloalkanlar

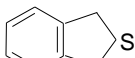


Tiatrisikloalkanlar  
və buna oxşarlar

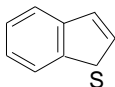




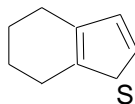
Tiaindanlar



Tianaftenlər



Həmçinin belə siklik quruluşlu kükürlü birləşmə də ola bilər:

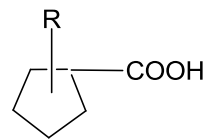
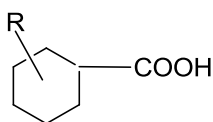


Siklik olmayan kükürlü birləşmələr sulfidlərdir:



**Oksigenli birləşmələr.** Qazoyl fraksiyalarında oksigen fenollar və turşular şəklində iştirak edir. Turş oksigenli birləşmələrin ümumi miqdarı haqqında turşu ədədi təsəvvür yaradır.

Müxtəlif neftlərin qazoyl fraksiyalarında turşu ədədi çox kəskin fərqlənir. Əksər neftlərin qazoyl fraksiyaları üçün turşu ədədi 0,1 mq/q-dan azdır, amma elə neftlər var ki, onların qazoylları daha yüksək turşu ədədinə malik olurlar. Bu cəhətdən Bakı, Qroznı, Emba, Saxalin, Borislavski neftləri, o cümlədən də Rumın neftləri fərqlənir. Qeyd edək ki, artıq uzun illərdir ki, Heydər Əliyev adına Bakı Neft Emalı zavodunda kerosin və qazoyl fraksiyalarının təmizlənməsi (qələvi ilə yuma) zamanı turşular əlavə məhsul kimi ayrılır və bu turşular qarışığı təbii neft turşuları adı altında istehsal olunur. Əvvəllər yanlış olaraq bu turşular naften turşuları adlandırılırdı. Naften turşusu o turşulara deyilir ki, onların molekullarında turşu qrupu birbaşa doymuş həlqəyə birləşmiş olsun:



Lakin neftlərdə olan turşuların tərkibində normal quruluşlu yağ turşuları, izoquruluşlu yağ turşuları və naften turşuları olur. Onu da qeyd edək ki, benzin fraksiyalarında yalnız az miqdarda normal və zəif şaxələnməmiş alifatik turşular olur. Fraksiyaların qaynama temperaturları artdıqca, onlarda güclü şaxələnməmiş strukturlu turşuların və naften turşularının iştirakı artır. Naften turşuları orta və yağ fraksiyalarında olan oksigenli birləşmələrin ümumi miqdarının 90%-ə qədərini təşkil edir. Qaynama temperaturu 200-350°C olan fraksiyalarda C<sub>6</sub> - C<sub>16</sub> alifatik turşular ola bilər və onların bir çoxu ayrılmışdır. Ayrılmış turşular şaxələnməmiş və az şaxələnməmiş (bir metil qrupuna malikdir) karbohidrogen

radikalına malik olurlar. Siklopentan karbon turşuları - metil-, dimetil- və trimetilsiklopentan, metilsiklopentil- və dimetilsiklopentil sirkə turşuları, sikloheksan karbon (və onun metil törəmələri) turşuları da ayrılmışdır.

Neftlərin qazoyl fraksiyalarında, həmçinin fenolların, krezolların, ksilenolların, etil- və dietilfenolların, naftolların da olması müəyyən edilmişdir.

Neftlərin qazoyllarında müxtəlif turşuların və fenolların nisbəti kəskin dəyişə bilər, amma yəqin ki, əksər hallarda turşular üstünlük təşkil edir. Bəzi neftlərdə turş oksigenli birləşmələrin ümumi miqdarı az, fenolların miqdarı daha çox olur. Məsələn, Rusiya Federasiyasının Qərbi Sibir, Saxalin, Perm vilayəti neftlərində fenolların miqdarı turşulardan çox olur:

Neft	Turşu, %	Fenol, %
<b>Qərbi Sibir</b>		
Ust- balı(B <sub>1</sub> )	0,002	0,004
Russkaya	0,0007	0,0034
Yujno-balıqski	0,014	0,014
<b>Saxalin</b>		
Yujni-kolendinskaya	0,046	0,096
Odontinskaya	4,80	-
<b>Perm vilayəti</b>		
Nojovskaya (turgenskiy yarus)	0,032	0,055
Maykopskaya	0,060	0,080

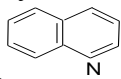
**Azotlu birləşmələr.** Qazoyl fraksiyalarında azotlu birləşmələrin miqdarı azdır, çünki neftin azotlu birləşmələrinin əsas hissəsi qalıqlarda toplanmışdır. Bir qayda olaraq qazoyl fraksiyalarında azotun miqdarı 0,1%-dən çox olmur və fraksiyanın orta molekul kütləsi artdıqca artır.

Azot həm əsasi, həm də neytral birləşmələrdə olur. Əksər neftlər üçün əsasi birləşmələrdə olan azotun miqdarı, azotun ümumi miqdarına nəzərən 22-35%-ni təşkil edir və bu nisbət neftin digər fraksiyaları üçün, demək olar ki, dəyişməz qalır.

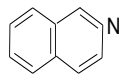
Neftin qazoyl fraksiyasında azotlu əsasi birləşmələr başlıca olaraq piridin



, xinolinin


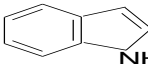
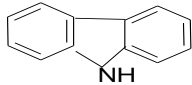


və izoxinolinin



törəmələri şəklində olur.

Bəzi neftlərin qazoyllarında aminlər də aşkar olunmuşdur. Azotun neftə

neytral birləşmələri pirrolun  , indolun  , karbazolun  törəmələridir.

#### **1.4.7.6. Kimyəvi tərkibin qazoyun bəzi xassələrinə təsiri.**

Qazoyl dizel yanacağı kimi istifadəsi zamanı onun ən əhəmiyyətli göstəricisi setan ədədi və donma temperaturudur. Normal alkanlar daha yüksək setan ədədinə və donma temperaturuna malikdir. Müəyyən kənara çıxmalara yol verərək neftləri 2 qrupa bölmək olar: 1) Setan ədədi 50, donma temperaturu  $\leq -30^{\circ}\text{C}$  və daha çox  $200-300^{\circ}\text{C}$ -də qaynayan fraksiyaya malik neftlər; 2) Setan ədədi 45 və daha az, donma temperaturu  $\leq -50^{\circ}\text{C}$ ,  $200-350^{\circ}\text{C}$ -də qaynayan fraksiyaya malik neftlər.

İkinci qrupa o neftlər aiddir ki, onlar demək olar ki, normal alkanlara malik deyil, az miqdarda izoalkanlar var və sikloalkanların yüksək miqdarı ilə fərqlənirlər.

#### **1.4.8. Yağ fraksiyaları.**

Molekul kütləsinin artması nəticəsində neftlərin yağ fraksiyalarında mümkün olan və real iştirak edən izomerlərin sayı o qədər çox və onlardan hər birinin miqdarı o qədər azdır ki, oradan yalnız normal alkanları, bəzi izoalkanları və arenləri ayırmaq mümkün olur.

Müxtəlif neftlərin yağ fraksiyaları da əsaslı dərəcədə fərqlənirlər. Fraksiyalar ağırlaşdıqca, alkanların və sikloalkanların ümumi miqdarı bir qayda olaraq azalır. Müxtəlif neftlərin yağ fraksiyalarında alkanlar : sikloalkanlar nisbəti güclü fərqlənir. Fraksiya ağırlaşdıqca arenlərin miqdarı bir qayda olaraq artır. Yağ fraksiyalarında fraksiya ağırlaşdıqca, orta molekulda həlqələrin ümumi sayı geniş intervalda dəyişir.

##### **1.4.8.1. Alkanlar.**

$350-500^{\circ}\text{C}$  intervalında  $\text{C}_{21} - \text{C}_{34}$  normal alkanlar qovulur. Əksər neftlərin yağ fraksiyalarında bu karbohidrogenlərə az və ya çox miqdarda rast gəlinir. Yağ fraksiyalarında olan izoalkanların şaxələnmə dərəcələri yüksək deyil, odur ki, onların bir qismi normal alkanlarla qarışıqda karbamid ilə kompleks əmələ gətirir və yağ fraksiyalarının parafinsizləşdirilməsi zamanı, onların xeyli hissəsi parafinlərlə birlikdə ayrılır. Neftlərin yağ fraksiyalarında olan izoalkanların xeyli hissəsi izoprenoid quruluşuna malikdir, neftlərin yağ fraksiyalarında 2,6,10,14-tetrametilnonadəkandan (qaynama temperaturu  $351^{\circ}\text{C}$ ) başlayaraq 2,6,10,14,19,23,27,31-oktametildokontanla (qaynama temperaturu  $495^{\circ}\text{C}$ ) qurtaran izoprenoidlər identifikasiya olunmuşdur.

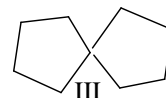
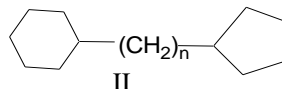
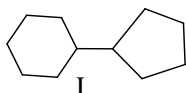
##### **1.4.8.2. Sikloalkanlar.**

Yağ fraksiyalarındakı sikloalkanlarının tərkibi fəvqəladə mürəkkəbdir. Hazırda onların tədqiqatlarının nəticələrini aşağıdakı kimi ümumiləşdirmək olar:

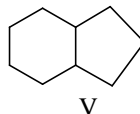
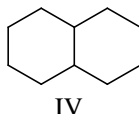
a) Yağ fraksiyalarının sikloalkanları altıüzvlü və beşüzvlü həlqəyə malik ola

bilər;

b) Sikloalkanların həlqələri, əsasən kondensləşmiş halda olur, onlar üçün I,II və III tip quruluşu sikloalkanlar xarakterik deyil:



c) Kondensləşmiş sikloalkanlar körpülü quruluşlu və IV və V tip quruluşlu ola bilər:



Əksər neftlərin yağ fraksiyalarında az miqdarda monosiklik sikloalkanlar olur və sikloalkanların siklliyi artdıqca, onların miqdarı qanunauyğun olaraq azalır.

Ümumilikdə, yağ fraksiyalarında sikloalkanlarının quruluşlarının xarakteri qazoyl fraksiyalarında olduğu kimidir: - sikloalkan nüvəsi 2-4 C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> əvəzləyicilərə malik olur və qalan alifatik karbon şaxələnməmiş və ya az şaxələnməmiş və ya az şaxələnməmiş alifatik zəncirdə olur.

### 1.4.8.3. Arenlər.

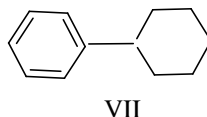
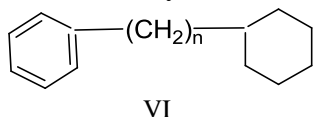
Neftlərin yağ fraksiyalarında arenlər sikloalkan həlqələrlə yanaşı olurlar. Orta molekul kütləsi (qaynama temperaturu) artdıqca arenlərin orta molekulunda aren həlqələrinin sayı artır, lakin sikloalkan həlqəsində və alkil zəncirlərində karbon atomlarının sayının artması ona gətirib çıxarır ki, aren həlqələrində olan karbon atomların sayı artmır.

Arenin orta molekulunda aren həlqələrinin sayı və C<sub>n</sub>H<sub>2n-x</sub> formulunda x-in qiyməti artmasına baxmayaraq, raksiyanın ağırlaşması ilə aren həlqələrində karbon atomlarının miqdarı azalır. Bu, orta molekulun ümumi siklliyinin, həm də alkil zəncirlərində karbonun miqdarının artması ilə əlaqədardır. Yağ fraksiyası arenlərinin əsas kütləsi üçdən çox aren həlqələrinə malik olmasa da, molekulun karbon atomlarının xeyli hissəsi siklan həlqəsinə və alkil zəncirinə daxildir. Az miqdarda polisiklik arenlər var ki, onlarda sikloalkan həlqələrinin və alkil zəncirinin payı azdır. Arenlərdə alifatik əvəzləyicilər bir-üç metil və etil əvəzləyiciləri ilə və şaxələnməmiş və ya az şaxələnməmiş bir zəncirlə təmsil olunur. Verilmiş molekul kütləli arenlər üçün karbonun həlqələrdə miqdarı artdıqca (həlqələrin sayı artdıqca), alkil zəncirinin uzunluğu azalır.

Müəyyən edilmişdir ki, üç kondensləşmiş həlqəyə malik arenlərdə fenantren strukturu antrasen strukturundan daha çox olur.

Hazırda məlum olan məlumatların məcmusu kifayət qədər əminliklə ehtimal etməyə imkan verir ki, aren molekullarında bütün həlqələr (aren və siklan

həlqələri) bir nüvədə kondensləşmiş olur. Həlqələrin alifatik zəncirlərlə və ya bir C-C əlaqəsi ilə birləşdiyi strukturlar [(VI) və VII) tip] neft karbohidrogenləri üçün xarakterik deyil:



#### 1.4.8.4. Heteroatomlu birləşmələr.

**Kükürlü birləşmələr.** Verilmiş neftin yağ fraksiyasının qaynama temperaturu artdıqca, onda kükürdün miqdarı praktiki olaraq həmişə artır. Yağ fraksiyalarının tərkibinə daxil olan kükürlü birləşmələrin orta molekul kütləsi yüksək olduğundan, bu maddələr yağ fraksiyalarında xeyli miqdardadır.

Yağ fraksiyalarında kükürd xeyli dərəcədə sulfidlər şəklində (50-70%) və tiofen həlqələrində olur.

Yağ fraksiyalarını yumşaq şəraitlərdə hidrogenləşdirdikdə, onların kükürdsüzləşməsi molekul kütləsi azalmadan orta molekulda, həlqələrdə ümumi sayının azalması ilə müşayət olunur. Bu onu göstərir ki, neftin yağ fraksiyalarının sulfidləri həlqəlidir.

**Azotlu birləşmələr.** Neftlərin yağ fraksiyalarında azotun miqdarı 0,02-dən 0,2%-ə qədər dəyişir. Qazoyl fraksiyasında olduğu kimi, yağ fraksiyalarında da azotlu birləşmələrin çox hissəsi neytral xarakterlidir.

**Oksigenli birləşmələr.** Müxtəlif neftlərin yağ fraksiyalarında neft turşularının miqdarı kəskin fərqlənir.

Yağ fraksiyalarında oksigenin miqdarı 0,02-dən 1%-ə qədər dəyişir.

#### 1.4.9. Qudronlar

##### 1.4.9.1. Qrup tərkibi.

480-500°C-ə qədər qaynayan fraksiya qovulduqdan sonra alınan qalıq – qudron alkanlara, sikloalkanlara və arenlərə, bunlarla yanaşı qatran və asfaltenlərə malik olur. Müxtəlif neftlərin qudronları qrup tərkibinə görə kəskin fərqlənir. Onlar yüksək temperaturda qaynayan yağ fraksiyasına nəzərən az alkan – sikloalkanlara malik olur.

##### 1.4.9.2. Bərk karbohidrogenlər.

Qudronda ola bilən ən az karbon atomuna malik normal alkan pentatriakontan  $C_{35}H_{72}$  74,4°C ərimə temperaturuna malikdir. Bununla belə, qudronun asfaltsızlaşdırılmasından sonra parafinsizləşdirmə ilə ayrılan bərk karbohidrogenlərin ərimə temperaturu 65°C-dən yuxarı olmur və bir çox hallarda xeyli aşağıdır. Bu onu göstərir ki, qudronların bərk karbohidrogenlərinin əsas kütləsi normal alkanlar deyil.

Həqiqətən də qudronlarda bərk karbohidrogenlər, əsasən sikloalkanlarla

təmsil olunur. Petrolatımlar, həmçinin bir, iki və üç aren həlqələrinə malik, eləcə də sikloalkan həlqəsi də olan arenlərə malikdir.

#### **1.4.9.3. Sikloalkanlar.**

Qudronların sikloalkanları praktiki olaraq öyrənilməmişdir, yalnız parafinsizləşdirmədən sonra onların struktur-qrup tərkibləri haqqında məlumatlar var. Sikloalkanların və aşağı temperaturda donan izoalkan qarışıqlarının (qudrondan ayrılmış) molekul kütləsi 630-700 arasında olur. Əksər hallarda (həmişə yox) orta molekulda həlqələrin sayı yağ fraksiyalarına nəzərən artır.

#### **1.4.9.4. Arenlər.**

Qudronlar arenlərlə yanaşı sikloalkan həlqəsinə də malik olur, çox güman ki, bir qayda olaraq onlar bir nüvədə kondensləşmiş olur. Arenlərin molekul kütlələri artdıqca alkan zəncirində karbonun miqdarı artır. Buna görə də qudronların molekul kütlələri artdıqca H:C atom nisbəti artır və bu nisbət yağ fraksiyalarının arenləri üçün olan nisbətdən yüksəkdir.

#### **1.4.9.5. Qatranlar.**

Neftin aşağı temperaturda qaynayan, alkanlarında həll olan, amma arenlərdən fərqli olaraq xromatoqrafiya zamanı sliqogelin səthindən bu alkanlarla desorbsiya olunmayan maddələr qatran adlanır. Neftlərdə qatranların kütlə miqdarları, əksər hallarda 5-20% həddində olur, lakin elə neftlər də var ki, ümumiyyətlə qatrana malik olmur, elələri də var ki, onlarda qatranın miqdarı 30% və daha çox olur. Müxtəlif neftlərin qatranları orta molekul kütlələrinə görə əsaslı şəkildə fərqlənir. Qatranların orta molekul kütləsi 450-dən 1500-ə qədər olur. Heteroatomların ümumi miqdarı da geniş intervalda dəyişir: 3,5-dən 12,5-ə qədər. Heteroatomlardan daha çox olanı oksigenidir.

Qatranlarda hidrogen:karbon atom nisbəti qudronda olan arenlərə nisbətən azdır.

Müxtəlif yuyucu (xromatoqrafiya zamanı) və həlledicilərlə qatranları fraksiyalara ayırmaq olar. Karbon dördxlorid, benzol və aseton ilə sliqogeldən desorbsiya yolu ilə ayrılan, sonra fenolda həll edilməklə fraksiyalaşdırılan qatranların molekul kütlələri bir-birindən kəskin dəyişir.

Qatranlar heteroatomlu birləşmələr olub, əsasən molekulda birdən çox heteroatoma malik olur və alkil əvəzləyicilərinə, aren və sikloalkan həlqələrinə malikdir. Görünür ki, həlqələr, əsasən bir nüvədə kondensləşir. Qudronların arenlərinin və qatranlarının quruluşlarının yaxınlığı aydın görünür, qatranlar heteroelementlərlə və çox həlqəliliklə fərqlənir.

#### **1.4.9.6. Asfaltenlər.**

Asfaltenlər alkanlarda və C<sub>5</sub>-C<sub>7</sub> sikloalkanlarda həll olmayan, daha yüksək

molekullu neft komponentidir.

Neftdən ayrılan asfaltenlər bərk, kövrək, tünd-darçını və ya qara rəngli olub, parçalanmadan əriməyən maddədir. Onların miqdarı neftlərdə geniş intervalda (20%-dən və daha çox miqdardan tam olmamağa qədər) dəyişir.

Qudronlarda asfaltenlərin miqdarı qovulma zamanı qatranların və asfaltenlərin qismən parçalanması hesabına ilkin miqdardan az və ya çox ola bilər. Neft asfaltenlərinin naftalində krioskopik üsulla təyin olunmuş orta ədədi molekul kütləsi (benzolda təyin zamanı asfalten molekullarının assosiyasiyası nəticəsində artıq qiymət alınır) 1600-6000 arasında olur, əksər hallarda -  $2100 \pm 400$ . Asfaltenlərin orta çəki molekul kütləsi: 8000-10000 olur. Fraksiyalaşdırmaqla asfaltenləri orta ədədi molekul kütləsi 700-dən 24000-ə qədər olan fraksiyalara ayırmaq olar.

Asfaltenlərdə qartanlara nəzərən hidrogenin miqdarı azdır (hidrogen:karbon atom nisbəti  $1,03 \div 1,20$  olur). Heteroatomların asfaltendə miqdarı, adətən həmin qudrondan ayrılmış qatrandan olduğundan çoxdur (amma həmişə yox). Asfaltenlərdə çox hallarda kükürd və xüsusən də oksigen qatranlarda olduğundan kifayət qədər azdır, azotun miqdarı isə həmişə yüksəkdir. Asfaltenlərdə kükürdün miqdarı  $X_{p\ asf}$  (%-lə) neftdə olan kükürdün miqdarı ilə  $X_{p\ neft}$  (%-lə) əlaqəlidir və yaxınlaşmış olaraq aşağıdakı nisbət ilə ifadə oluna bilər:

$$X_{p\ asf} = 1,6 X_{p\ neft} + 0,8$$

Görünür ki, asfaltenlərin ortastatistik molekulunda heteroatomların miqdarı həmişə vahiddən böyükdür.

Asfaltenlər yüksək paramaqnitliyə malikdir -  $10^{18} \div 10^{19}$  spin/q və bu, çoxlu kondensləşmiş aromatik həlqələrə malik strukturlar üçün xarakterikdir.

Destruktiv xromatoqrafiya, infraqırmızı spektroskopiya və nüvə maqnit rezonansı spektroskopiyası ilə asfaltenlərin tədqiqi göstərir ki, asfaltenin orta molekulunda karbon atomlarının 50-60%-i aromatik həlqələrdə, 8-20%-i metil qruplarında və 20-40%-i metilen qruplarındadır.

Alifatik karbonlar, əsasən metil, etil və proil əvəzləyicilərlə (aromatik nüvədə) təmsil olunurlar və bu əvəzləyicilərin miqdarı  $CH_3 > C_2H_5 > C_3H_7$  sırasında azalır, 4 və daha çox karbon atomuna malik olan alkan zəncirləri praktiki olaraq yoxdur. Hidrogen atomlarının yalnız 5-6%-i aren karbon atomları ilə əlaqədar olur ki, bu da yüksək kondeksləşmə dərəcəsinin olduğunu göstərir. Asfaltenlərin tədqiqi zamanı alınan məlumatların ümumi məcmusundan belə çıxır ki, asfalten molekullarında aren həlqələri, əsasən bir kondensləşmiş nüvə ilə təmsil olunur və kondensləşmiş həlqələrin sayı 10-20 arasında olur, onlar üçün alfatik karbon atomları ilə təcrid olunmuş naftalin, fenantren və s. strukturlar xarakterik deyil. Həlqələrə daxil olan vahid karbon atomları nüvəsi kondensləşmiş aren həlqələri ilə yanaşı, kondensləşmiş sikloalkan həlqələrinə də malik olur.

Kondensləşmiş aren və sikloalkan həlqələri ilə yaranmış nüvənin kənar atomları əsaslı dərəcədə metil, etil və propil qrupları ilə əvəzlənmiş olur. Bundan başqa, asfaltenlərin orta statik molekulu siklik karbon nüvəsi ilə bir əlaqə ilə birləşən və üç-dörd kondensləşmiş həlqəyə malik bir-üç fraqmentə malik olur ki, onlardan biri aren və ya tiofen, digərləri isə sikloalkan fraqmentidir. Bu fraqmentlərin molekul kütləsi 300-500-dür, orada karbon atomlarının 9-25%-i aren, 35-60%-i sikloalkan həlqələrində, 25-45%-i  $C_1-C_3$  alkan zəncirlərində olur.

Asfaltenlərin qatranlardan prinsipial fərqi, onların  $C_5-C_7$  alkanlarda və sikloalkanlarda həll olmamasıdır. Həllolmada fərqlər aren, sikloalkan və alkanstrukturlarında (orta statik molekulda) karbonun miqdarındakı fərqlər və molekulun orta böyüklüyü ilə əlaqədardır.

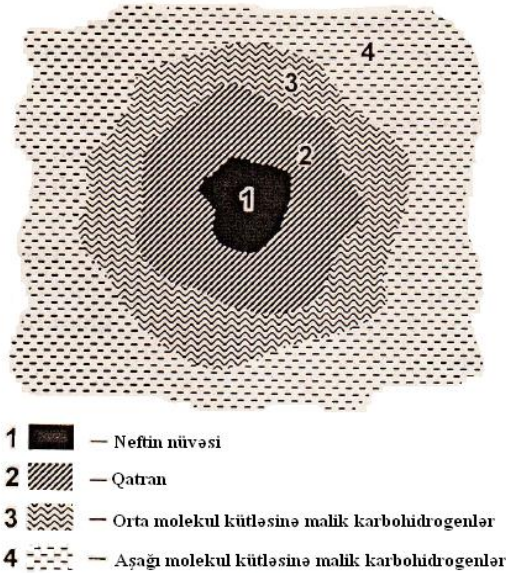
#### **1.4.9.7. Metalüzvi birləşmələr.**

Neftə olan vanadium, nikel, dəmir, mis, sink və digər metalların metal-üzvi birləşmələri, əsasən qudrunun tərkibində olur. Amma onlardan bəziləri uçucudur və qovulma zamanı yağ distillatlarına keçir. Ağır distillatlarda metalların miqdarı qovulmadan qalan qalıqda olan miqdarın 0,01-i qədər olur. Metalların əsas hissəsi qatranlarla və asfaltenlərlə əlaqəlidir. Qudrondan asfalt-qatran hissəni ayırdıqda, metalların 80% və daha çox hissəsi onlarla birlikdə ayrılır. Metalların neftlərdə xeyli hissəsi metal porferin kompleksi şəklində olur. Yüksək miqdarda heteroatomlu birləşmələrə, asfalten və qatranlara malik neftlərdə metal-üzvi birləşmələrin miqdarı azkükürlü, az miqdarda qatran-asfalten birləşmələrə malik neftlərdə olduğundan 2-3 tərtib çox olur. Yüksək qatranlı, yüksək kükürlü neftlərdə vanadiumun miqdarı  $2 \cdot 10^{-2}\%$ , nikelinki  $1 \cdot 10^{-2}\%$ -ə çatır, digər metalların miqdarı xeyli azdır.

### **1.5 Neft kolloid sistem kimi**

Neft dispers mühitə və dispers fazaya malik kolloid sistemdir. Dispers mühit xarici mühitdir. Qaz (maye ) və onda müxtəlif xırda asılqan hissəciklərə malik olur. Dispers faza bu mühitdə asılqan olan hissəciklərdir. Neft sistemində dispers mühit su və maye aşağı və orta mələküllü karbohidrogenlər, dispers faza – qatran-asfalten birləşmələrdir. Qatran-asfalten maddələrin molekullararası qarşılıqlı təsiri ilə assosiatlar – kondensləşmiş aromatik karbohidrogenlərin paketləri formalaşır. Belə paketlər maye karbohidrogen fazada yayılmışdır və neft hissəciklərinin nüvəsini əmələ gətirir. Nüvəyə yaxın təbəqədə qatranlar yerləşir və onlar nüvəni solvat təbəqə ilə əhatə edirlər. Sonra orta molekul kütləli karbohidrogenlərdən ibarət keçid təbəqəsi yerləşir.





**Şəkil 1.5.1. Neftin molekulyar strukturu**

Bu təbəqədə əlaqələndirici, daha dəqiqi molekulları biri-birinə cəzətmə gücləri demək olar ki, fəaliyyət göstərmir. Belə sistemlər termodinamiki davamsızdırlar və kənar maddələrin və əşyaların iştirakı ilə asanlıqla dağılırlar (belə kənar əşyalar kimi anbarların və ya boru kəmərlərinin divarları ola bilər). Odur ki, neftin nəqli zamanı, onun tərkibinə stabilləşdirici agentlər qatmaq lazımdır. Neft sisteminin strukturunu tədqiq etmək üçün optiki (rentgen şüalanma), elektron (konduktometrik) üsullar və fraksiyalaşdırma (bölgülü çökdürmə, pilləli eksfraksiya, gel-nüfuzədicə xromotaqrafiya) üsullardan istifadə olunur. Yuxarıda qeyd olunan üsulların neftin fiziki-kimyəvi analizi ilə birgə istifadə olunması, neft sistemlərinin quruluşu haqqında daha tam məlumat almağa imkan verir. Neft dispers sistemləri bir-birindən dağılmağa meyillilikləri ilə (təbəqələşmə, çöküntülərin əmələ gəlməsi) xeyli dərəcədə fərqlənə bilər. Neft dispers sistemlərinin tədqiqi dispers hissəciklərin ölçülərini və onların ölçülərinə görə paylanmasını müəyyən etməyə imkan verir. Bu məlumatları bilmək texnoloji proseslər üçün xammal seçərkən, əmtəlik məhsullar hazırlayarkən (kompaundlaşdırma), neft dispers sistemlərinin (məsələn mazutun, krekin qalığının və s.) saxlanması, istismarı və emalı zamanı özlərini necə aparacaqlarını proqnozlaşdırmağa imkan verir.

## **1.6 Neftlərin təsnifatı**

Neft sənayesinin başlanğıc mərhələsində neftin keyfiyyətinin əsas göstəricisi sıxlıq idi. Neftləri yüngül ( $\rho_{15}^{15} < 0,828$ ), ağırlaşmış

( $\rho_{15}^{15} = 0,828 - 0,884$ ) və ağır ( $\rho_{15}^{15} > 0,828 \text{ q/sm}^3$ ) olmaqla 3 qrupa bölüdürlər. Yüngül neftlərdə benzin və kerosin fraksiyaları ilə müqayisədə daha az miqdarda kükürd və qatran olur. Ağır neftlər, əksinə qatran-asfalten maddələrin və heteroatomlu birləşmələrin yüksək miqdarı ilə xarakterizə olunur, yağ istehsalı üçün az yararlıdır, çünki nisbətən az yanacaq fraksiyalarına malik olur.

Neftlərin çoxlu sayda elmi təsnifatları (kimyəvi, genetik, texnoloji və s.) təklif olunmuşdur, amma onların hələ də vahid beynəlxalq təsnifatı yoxdur.

### **1.6.1. Kimyəvi təsnifat.**

ABŞ-ın Dağ Bürosu tərəfindən kimyəvi təsnifat variantı təklif olunmuşdur ki, onun əsasında neftlərin sıxlıqları, yüngül və ağır hissələrinin karbohidrogen tərkibinin əlaqəsi durur. Yalnız neftin kimyəvi tərkibinin əks etdirən təsnifat Qrozni Neft Elmi Tədqiqat İnstitutu tərəfindən təklif olunmuşdur. Bu təsnifatın əsası kimi neftdə bir və ya bir neçə sinif karbohidrogenlərin daha çox miqdarı götürülüb. Altı tip neftlər fərqləndirilir: parafinli, parafin-naften, naften, parafin-naften-aromatik, naften-aromatik və aromatik. Parafinli neftlərdə fraksiyaların hamısı xeyli miqdarda alkanlara malik olur: benzin - 50%-dən az olmayaraq, yağ fraksiyasında 20% və daha çox. Asfalten və qatranlar olduqca azdır. Parafin-naftin neftlərində və onların fraksiyalarında alkanlar və sikloalkanlar üstünlük təşkil edir. Arenlərin qatran-asfalten birləşmələrin miqdarı isə azdır. Naften neftləri üçün bütün fraksiyalarda yüksək (60%-ə qədər və daha çox) sikloalkanların olması xarakterikdir. Onlar minimum miqdarda bərk parafinlərə, qatrana və asfaltenlərə malik olurlar. Parafin-naftin-aromatik neftlərdə, təxminən bərabər miqdarda 3 sinfə aid olan karbohidrogenlər olur, bərk parafinlərin miqdarı 1,5%-dən çox olmur. Qatran və asfaltenlərin miqdarı 10%-ə çatır. Naften-aromatik neftlər üstünlük təşkil edən miqdarda, xüsusən də ağır fraksiyalarda siklonlara və arenlərə malik olurlar. Alkanar yalnız yüngül fraksiyalarda az miqdarda olurlar. Bu neftlərin tərkibinə 15-20%-ə qədər qatran və asfaltenlər daxil olur.

Aromatik neftlər bütün fraksiyalarda arenlərin üstünlük təşkil etməsi və yüksək sıxlıqları ilə fərqlənirlər.

### **1.6.2. Texnoloji təsnifat.**

Texnoloji təsnifatın əsasında neftin nəqli, emalı və ya verilmiş çeşidli məhsullar üçün əhəmiyyət kəsb edən əlamətlər durur. Texnoloji əlamətlərə görə neftlərin təsnifatı neftin və onun fraksiyalarının fiziki-kimyəvi xassələri nəzərə alınmaqla, konkret neftin emalının texnoloji sxemi variantını müəyyən etməyə imkan verir. Dünyada çoxlu sayda müxtəlif texnoloji təsnifatlar mövcuddur. Rusiya Federasiyasında emala daxil olan neftlər üçün ГОСТ 912-66

(1967-1980-ci illər) və ya ГОСТ 38.1197-80 (1980-ci ildən fəaliyyətdədir) və ГОСТ 9965-76 texniki tələblərə uyğun texnoloji təsnifatdan istifadə olunur.

Texnoloji təsnifat mühərriklər üçün yanacaq və yağların istehsalı üçün istifadə edilən Rusiya neftlərinə aiddir. Fərdi neftlərin və onların qarışıqlarının təsnifatında neftdə və neft məhsullarında olan kükürdün miqdarı, 350°C-yə qədər qaynayan fraksiyaların və baza yağlarının potensial miqdarı, keyfiyyəti, neftdə bərk parafinin miqdarı və parafinsizləşdirmə aparılmaqla və ya aparılmadan reaktiv qış və ya yay dizel yanacaqlarının və distillat baza yağlarının alınması imkanları nəzərə alınır.

Kükürdün miqdarına görə neftlər üç sinfə bölünür. Neftlərin ГОСТ 38.1197-80-in tələblərinə uyğun təsnifatı cədvəl 1.6.2.1.-də verilir.

Əgər distillat yanacaqlarının hamısı az kükürlü neftlərdən alınmışsa və cədvəldə verilən göstəricilərdən çox kükürdə malikdirsə, bu neft 1-ci sinfə, 0,51-dən 2,0%-ə qədər kükürdə malik olan neftlər 2-ci sinfə aid edilir. Amma bu halda da məhsullarda kükürdün miqdarı nəzərə alınır: əgər verilən neftdən alınan distillat yanacaqlarında kükürdün miqdarı az kükürlü neftlərdən alınan yanacaqlar üçün müəyyən olunmuş normadan çox olursa, onda bu neft 1-ci sinfə, yəni az kükürlü neftlərə aid edilməlidir.

Kükürdün kütlə payına görə neft 4 sinfə ayrılır (cədvəl 1.6.2.2).

**Cədvəl 1.6.2.1. Neftlərin ГОСТ 38.1197-80-in tələblərinə uyğun təsnifatı**

Sınıf	Kükürdün miqdarı, % kütlə				Tip(T)	350°C-ə qədər qaynayan fraksiya, % kütlə	Qrup (M)	Baza yağının potensial miqdarı,% kütlə		Yarım qrup (I)	Baza yağlarının özülük indeksi	Növ (P)	Neftdə parafinin miqdarı, % kütlə	Parafinsizləşdirmə	
	neft	Benzin(q.b.-180°C)	Reaktiv yanacağı(120°C-240°C)	Dizel yanacağı(240°C-350°C)				Neftə görə	Mazuta görə350°C-dən yuxarı					Tələb olunmur	tələb olunur
1.	≤0,05	≤0,1	≤0,1	≤0,2	1 (yüngül)	≥55,0	1	>25,0	>45,0	1	>95	1	≤1.5	Reaktiv və dizel yanacaqları, distillat baza yağları	-
								15-24,9	<45,0						
2.	0,51-2,0	≤0,1	≤0,25	≤0,1	2 (orta)	45-54,9	3	15-24,9	30-44,9	3	85-89,9	2	1,51-6,0	Reaktiv yanacağı və yay dizel yanacağı	qış dizel yanacağı və distillat baza yağları
3.	>2,0	>0,1	>0,25	>1,0	3 (ağır)	<45	4	<15	<30	4	<85	3	>6,0	-	Reaktiv və dizel yanacaqları, distillat baza yağları
								4	<30						

### Cədvəl 1.6.2.2. Neftlərin sinifləri

Neftin sinfi	Adı	Kükürdün kütlə payı, %
1	Az kükürlü	0,60
2	Kükürlü	0,61-1,80
3	Yüksək kükürlü	1,81-3,50
4	Xüsusi yüksək kükürlü	>3,50

Neftlər parafinin miqdarına və onlardan parafinsizləşdirmə tətbiq etməklə və ya parafinsizləşdirmə olmadan reaktiv mühərriki üçün yanacaq, yay və qış dizel yanacaqları və distillat baza yağları alınması imkanlarına görə üç növə ayrılır: P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>.

P<sub>1</sub> - az parafimli, 1,5%-dən çox olmayan və ərimə temperatur 50°C olan parafinə malik neftdir və bu neftdən parafinsizləşdirmə olmadan başlanğıc kristallaşma temperatur mənfi 60°C-dən çox olmayan reaktiv mühərrikləri üçün yanacaq, donma temperaturu mənfi 45°C-dən yuxarı olmayan qış dizel yanacağı (240-350°C) almaq mümkündür. Həmçinin bu neftdən 50°C-də müəyyən səviyyədə kinematik özlülüyə malik distillat baza yağları almaq olar. Alınan yağların özlülüyü 8-dən 14 mm<sup>2</sup>/s-yə qədər, donma temperaturu minus 30°C, özlülüyü 14-dən 23 mm<sup>2</sup>/s-yə qədər olan, donma temperaturu minus 15°C, özlülüyü 23-dən 52 mm<sup>2</sup>/s-yə qədər olan, donma temperaturu minus 10°C olduqda, neft P<sub>1</sub> növünə aid edilir.

P<sub>2</sub> – 1,51-dən 6% kütləyə qədər parafinə malik olan və aşağıdakılar mümkün olduğu neft parafimli neftə aid edilir: reaktiv mühərrikləri üçün donma temperaturu minus 60°C-dən çox olmayan reaktiv yanacağı, donma temperaturu mənfi 10°C-dən yuxarı olmayan yay dizel yanacağı (240-350°C-də qaynayan fraksiya); parafinsizləşdirmə ilə distillat baza yağları.

P<sub>3</sub> – 6%-dən çox parafinə malik və parafinsizləşdirmə aparmadan dizel yanacağı almaq mümkün olmayan neftlər yüksək parafimli neftlərə aiddir.

Əgər əvvəlcədən P<sub>1</sub> növünə aid edilmiş neftdən götürülən neft məhsulundan ən azı birini parafinsizləşdirmə aparmadan almaq mümkün deyilsə, onda bu neft P<sub>2</sub> növ neftlərə aid edilməlidir. Əgər ilkin olaraq P<sub>2</sub> növünə aid edilmiş neftdən parafinsizləşdirmə aparmadan dizel yanacağı almaq olarsa, onda bu neft P<sub>1</sub> növ neftə aid edilməlidir.

### 1.7. Neftin dünyanın müxtəlif ölkələrində ehtiyatı və yanacaqları

Neft müasir dünyada xüsusi yer tutur. Neft bəşəriyyətə qədim zamanlardan məlumdur. Onu yer səthində hələ bizim eramızdan 6-5 min il əvvəl çıxarırdılar. Bir çox əsrlər insanlar neftdən qida hazırlamaqda, tibbdə, hərbi işdə və başqa məqsədlər üçün istifadə etmişlər.

“Neft erası” XIX əsrin ikinci yarısından, neft quyuları işə düşdükdən sonra

başladı. Özünün təbii xassələrinə görə neft böyük sənaye və iqtisadi əhəmiyyət kəsb etmişdir. Onun ehtiyatlarını və bazarını ələ keçirmək uğrunda qanlı müharibələr aparılıb, dövlət çevrilişləri həyata keçirilib.

XIX əsrin ikinci yarısında dünyada əsas neft çıxaran bölgələr Bakı və Pensilvaniya (ABŞ) idi. XX əsrin əvvəllərində artıq 19 ölkədə neft çıxarıldı. İkinci Dünya müharibəsindən sonra 45, 1980-ci ildə isə artıq 80 ölkədə neft çıxarıldı. Hazırda neft dünyanın hər yerində (Antarktida müstəsna olmaqla) çıxarılır.

### **1.7.1. MDB ölkələri.**

**Rusiya Federasiyası.** Rusiyanın əsas neftli əyalətləri Timan-Peçorsk, Volqa-Uralsk, Qərbi-Sibir, Xəzəryani əyalətləridir.

Timan-Peçorsk neftçıxarma rayonuna Komi Respublikası və Nenesski Muxtar Mahalı (Arxangelsk vilayəti) daxildir. 1855-ci ildə Uxta rayonunda ilk neft quyusu qazılmışdır. Uxta rayonunda neftin planlı axtarışı XX əsrdə, 20-ci illərinin sonlarında başlamışdı. 1930-cu ildə əyalətdə birinci – Çibyuskoe yüngül neft yatağı aşkar olundu. 1932-ci ildə Yareqskoe ağır neft yatağı kəşf olundu. Qeyd edək ki, bu yataqda SSRİ-də ilk dəfə olaraq neft saxtası tikilmişdir. 1939-cu ilin sonundan, burada neft çıxarma saxta üsulu ilə aparılıb (3 saxtada).

1972-ci ildən məhsuldar laya istilik daşıyıcı vurmaqla termoşaxta istismarına başlanıb.

Müharibədən sonrakı illərdə Timan-Peçorsk əyalətində bir sıra neft yataqları kəşf olunmuşdur. Onların arasında Usinskoe neft yatağı da var. Volqa-Uralsk əyalətində 1897-ci ildə beş dərin olmayan (10-91m) quyular qazılıb və belə bir qərar qəbul olunub ki, bu rayonda neft yoxdur.

Amma XX əsrin ilk illərində Volqa-Uralsk əyalətində neft olması haqqında müsbət fikirlər meydana çıxdı. Uralın qərb yamacında ilk yatağı 1929-cu ildə Perm vilayətində aşkar olunub.

1931-ci ilin axırında Başqırdistanın İşimbay kəndində ilk quyudan neft əlaməti hiss olunub, 1932-ci ilin mayın 16-da 702 nömrəli quyuda neft fantan vurub və bu quyuya sutkada 20 ton neft verib.

1937-ci ildə Qərbi Başqırdıstanda yeni yataq açıldı. 1938-ci ilin sonuna Volqa-Uralsk rayonunda 12 neft yatağı aşkar olunmuşdu.

1943-cü ilin sentyabrında Kinrebulatovo kəndi yaxınlığında 5-ci kəşfiyyat quyusundan güclü neft fantanı vurdu. Onun debiti sutkada 2000 tondan çox idi.

20 sentyabr 1944-cü ildə Tuymarinsk yatağında 100-cü quyuda neft fantan vurdu və onun sutkalıq debiti 250 ton idi.

1946-cı ildə Başqırdıstan geoloqları İk çayının sol sahilində Bavlinsk yatağını kəşf etdilər.

1948-ci ildə iyulun 26-da Tatarıstanda məşhur Romaşkinsk yatağı kəşf

edildi. Rusiyanın ən böyük neft yataqları Qərbi Sibirdə, Şimali Qafqazda, Şərqi Sibirdə, Uzaq Şərqdə, Xəzər şelfində, Saxalin şelfində, Arktika dənizləri və Şimal Buzlu okeanı şelflərində yerləşir.

Qeyd edək ki, Qərbi Sibirdə 1960-cı ildə neft yataqlarını ilk olaraq kəşf edən insan, məşhur həmyerlimiz Fərman Salmanov və onun rəhbərlik etdiyi ekspedisiya olmuşdur.

**Qazaxıstan.** Qazaxıstanın təsdiq olunmuş neft ehtiyatları milyard ton həddindədir. 2005-ci ilin yanvarın birinə olan məlumata görə ölkədə 230-dan çox neft və qaz yatağı aşkar olunmuşdur, 80 yataq istismar olunur. Ölkənin əsas karbohidrogen ehtiyatları beş vilayətdə – Qərbi Qazaxıstan, Aktyubinsk, Atrask, Manqistausk və Kızıl-Orda.

**Azərbaycan.** Yerdən özü-özünə çıxan neft çox qədimdən məlum idi. Bizim eramızdan əvvəl IV əsrdə yerli əhali nefti gil lampalarda yandırırtdılar. X əsrdə neft və təbii qaz suyu qaynatmaq, yemək bişirmək, əhəng daşını yandırmaq, həmçinin müalicə, hərbi və mədəni məqsədlərlə istifadə olunurdu. XIX əsrin əvvəllərində Azərbaycan Rusiya imperiyasının tərkibinə daxil edildi.

Bu dövrdə Abşeron yarımadasında neft hasilatı mədən yataqları axtarmaq üçün qazılmış quyulardan – şurflardan çıxarılırdı və hasilat ildə 3 min tona yaxın idi. 1865-ci ildə Azərbaycanda 10 min ton neft çıxarılmışdı. Nobel qardaşlarının Bakıya gəlməsi ilə neft hasilatı artdı və 1901-ci ildə 10,8 milyon tona qədər neft çıxarılmışdı. Həmin dövrdə Abşeron dünyanın ən böyük neft rayonlarından birinə çevrilmişdi.

Neft yataqları Azərbaycanın çox yerində aşkar olunmuşdur. İnqlaba qədər burada Balaxani-Suraxani-Ramana-BibiHeybət, Binəqədi, Şuban və Pirallahı yataqları istismar olunurdu. 1918-ci ildə Rusiya Federativ Sovet Sosialist Respublikası Xalq Komissarları Sovetinin qərarı ilə neft sənayesi milliləşdirildi. 1918-1920-ci illərdə hakimiyyətin üç dəfə dəyişməsi nəticəsində Bakıda neft hasilatı demək olar ki, sıfır nöqtəsinə düşdü. 1922-ci ildə neft sənayesi ikinci dəfə milliləşdirildi. Bundan sonra çoxlu yeni yataqlar – İliç Buxtası, Puta, Qaraçuxur və s. kəşf olundu. Bir sıra yataqlar (Lökbatan, Qala, Zığ və s.) Abşeron yarımadasının cənub tərəfində tapıldı.

Azərbaycan keçmiş SSRİ-nin neft sənayesinin inkişafında çox böyük rol oynamışdır. Nasos quyularının elektrikləşməsi (1928-ci ildə) neft hasilatının kəskin artırdı. Buna görə Azərbaycan 1941-ci ildə 23,4 milyon ton (həmin ildə SSRİ-də çıxarılan 33 milyon ton neftdən) vermişdi.

Böyük Vətən müharibəsi dövründə yeni yataqlar kəşf olundu və istismara verildi: Buzovna-Maştağa (Abşeron yarımadası), Çandoqar-Zorat və Saadan (Xəzəryanı – Kür sahəsi). 1957-ci ildə dənizin 20-25 metr dərinliyində qazma işləri aparmaq üçün qazma qurğusu işə salındı. Keçən əsrin 50-ci illərinin sonlarında kəşfiyyat və istismar qazması işləri aparmaq üçün 400-dən artıq iri metal özümlü fəaliyyət göstərirdi.

1959-1960-cı illərdə Azərbaycanın quru sahələrində də Kürövdağ, Mişovdağ, Qarabağlı, Qalmar və digər iri neft və qaz yataqları kəşf edildi.

1955-ci ildə Azərbaycanda ilk Qaradağ qaz kondensat yatağı kəşf edildi və istismara verildi, bununla da qaz sənayesinin əsası qoyuldu.

1968-ci ildə SSRİ-də ilk dəfə olaraq iki və daha çox layın bir quyu ilə paralel olaraq istismar edilməsinin texnologiyası işlənib hazırlandı.

1966-cı ildə Kürsəngidə yni neft qaz yatağı kəşf edilmiş, 1969-cu ildə “Səngə-çal-Dumannı”, “Xəzər-Zirə” və “Bahar” yataqları istismara verilmişdi. Nəticədə 1964-1968-ci illərdə respublikada neft hasilatının həcmi ildə 21 milyon tona qədər çatmışdı.

Keçən əsrin 70-ci illərinin əvvəllərində dənizin 70 metr dərinliyində kəşfiyyat-qazma işləri aparmağa imkan verən “Xəzər” tipli üzən qazma qurğuları alındı və bu da “Bahar” və Bulla-dəniz” qaz-kondensat yataqlarının kəşf olunması ilə nəticələndi.

Sonralar dənizin 200 metrə qədər dərinliyində işləməyə imkan verən “Şelf” tipli müasir yarım dalma üzən qazma qurğularının alınması nəticəsində dənizdə axtarış-kəşfiyyat işləri genişləndirildi. Keçən əsrin 80-ci illərində üzən qazma qurğularının sayı 11-ə çatırdı və onların səmərəli istismarı nəticəsində 1979-cu ildə “Günəş-li”, 1985-ci ildə “Çıraq”, 1987-ci ildə “Azəri”, 1989-cu ildə “Kəpəz” yataqları kəşf olundu.

1994-cü ilin sentyabrın 20-də Azərbaycanın iqtisadi və siyasi həyatında mühüm bir hadisə baş verdi. Azərbaycan Dövlət Neft Şirkəti (ARDNŞ) ilə neft hasilatında böyük təcrübəsi olan ABŞ, İngiltərə, Rusiya, Norveç, Türkiyə və Səudiyyə Ərəbistanının iri neft şirkətləri arasında 30 il müddətinə ilk müqavilə imzalandı. Sonralar “Əsrin müqaviləsi” adlandırılan bu müqavilənin şərtlərinə görə Xəzər dənizinin “Günəşli”, “Çıraq”, “Azəri” neft yataqlarından 30 il ərzində 511 milyon ton neft çıxarılması (sonradan aparılan kəşfiyyat-qazma işləri bu ehtiyatın 900 milyon tondan çox olduğunu təsdiq etdi) nəzərdə tutulurdu.

1994-2009-c illərdə ARDNŞ ilə 15 xarici ölkənin 34 neft şirkəti arasında dənizdə və quruda neft yataqlarını əhatə edən 22 müqavilə imzalandı. Onların ümumi dəyəri 65 milyard ABŞ dollarına bərabərdir. 2010-cu ilin yanvarına olan məlumata görə Azərbaycanın neft-qaz sektoruna 37 milyard dollardan artıq sərmayə qoyulmuşdur, onun 22 milyard dolları Azəri-Çıraq-Günəşli layihəsinin payına düşür. Bu gün Azərbaycanın qaz sənayesi də böyük perspektivlərə malikdir. Buna səbəb bir trilyon kub metr qaz və 150 milyon tondan çox kondensat ehtiyatına malik möhtəşəm “Şahdəniz” qaz-kondensat yatağının açılması olmuşdur.

1999-cu ilin noyabrın 18-də İstanbulda “Xam neftin Azərbaycan Respublikası, Gürcüstan Respublikası və Türkiyə Respublikasının əraziləri ilə Bakı-Tbilisi-Ceyhan əsas ixrac boru kəməri vasitəsi ilə nəql edilməsinə dair” saziş imzalandı. 2002-ci ilin avqustun birində bu kəmərin tikilməsi və idarə edilməsi



üçün şirkət təsis edildi və sentyabrın 18-də kəmərin təməli qoyuldu.

Qeyd edək ki, Azərbaycanın neft və qaz sənayesinin 1969-2003-cü illərdəki inkişafı ulu öndər Heydər Əliyevin uğurlu iqtisadi və siyasi uzaqqörənliyi və böyük siyasi iradəsi ilə bağlıdır. 2003-cü ildən isə Azərbaycanın neft və qaz sənayesinin sürətli inkişafında çox hörmətli Prezidentimiz İlham Əliyev Cənablarının müstəsna rolu vardır.

Azərbaycan dünyanın enerji təminatında aparıcı dövlətlərdən birinə çevrilmişdir. Ölkəmiz Holland sindromunu yaşamadan neftdən gələn gəlirlərin ölkənin qeyri-neft sektorunda səmərəli istifadəsini təşkil etməkdədir, böyük sosial və iqtisadi layihələr həyata keçirilir. İndi Azərbaycan Respublikasının illik büdcəsi 20 milyard dollardır. Ölkəmiz dünyanın 17 kosmos ölkəsindən biridir. 2003-2010-cu illərdə Azərbaycanın neft və qaz sənayesində baş vermiş əlamətdar hadisələrin xronologiyasını verməyi məqsədəuyğun hesab edirik. 2004-cü il dekabrın 12-də “Mərkəzi Azəri” sahəsindən ilk neft hasil edildi, 2005-ci il “Qərbi Azəri” sahəsindən ilk neft çıxarıldı. 2006-cı il Azəri-Çıraq-Günəşli layihəsində Faza 2 üzrə neft hasilatına start verildi, 2006-cı il iyulun 13-də Heydər Əliyev adına Bakı-Tbilisi-Ceyhan Əsas İxrac Boru Kəməri istifadəyə verildi.

2006-cı il oktyabrın 22-də “Şərqi Azəri” sahəsindən ilk neft hasil edildi.

2007-ci il “Şahdəniz” yatağında Xəzərdə ən dərin – 7300 metr kəşfiyyat quyusunun qazılması uğurla başa çatdırıldı və yeni məhsuldar qat açıldı.

2007-ci il “Şahdəniz” qazı Cənubi Qafqaz qaz-boru kəməri ilə Türkiyənin qaz kəmərləri sisteminə daxil oldu.

2009-cu il mart ayının əvvəllərində Bakıda ARDNŞ-nin Ortaq Neft Şirkəti və “Total E & P Abşeron Bi.Vi” arasında “Abşeron” dəniz blokunun kəşfiyyatı, işlənməsi və hasilatın pay bölgüsü haqqında Saziş” imzalandı.

2009-cu ildə, son 28 ildə ilk dəfə olaraq ARDNŞ, kənardan kömək olmadan iri qaz-kondensat yatağı olan “Ümid”in işlənməsinə başladı.

2009-cu ildə Azərbaycanda il ərzində 50,4 milyon tondan çox neft (qaz kondensatı ilə birlikdə) hasil edilmişdir.

Bəzi məlumatlara görə ölkəmizin neft ehtiyatı 6 milyard tona qədərdir. Qaz ehtiyatı isə hələlik 3 trilyon kub metr həddində qiymətləndirilir. Fikrimizcə bu rəqəmlər son deyil. Xəzər dənizinin Azərbaycan sektorunda daha böyük ehtiyatların olduğunu təsdiq edən kəşfiyyat işləri davam etməkdədir.

**Türkmənistan.** Neft Türkmənistanın Cənubi-Qərbində çox qədimdən məlum idi. Neft buradan dəri tuluqlarda, dəvələrin üzərində İran, Yunanıstan və Asiyaya daşınırdı. Neft Çeleken adasında (Nebit-Dağ rayonunda) quyu üsulu ilə çıxarılırdı. 1930-cu illərdən başlayaraq burada yeni yataqlar aşkar olundu. Onların arasında Kum-Dağ neft yatağı, Kotur Tepe, Barsa-Gelmes, Çeleken neft-qaz yataqları var idi.

Qərbi Türkmənistanda neft və neft-qaz yataqlarını işləməyə başlayarkən, əvvəllər yalnız yanaşı qaz alınırı. Təbii qaz sonralar çıxarılmğa başladı. İndi



Türkmənistan keçmiş Sovet Respublikaları arasında qaz ehtiyatlarının həcminə görə ikinci yeri tutur. Burada 130-a yaxın qaz və qaz-kondensat yataqları açılmışdır.

2007-ci ilin yanvarında Türkmənistan ölkənin cənubi-qərbində nəhəng “Saq-Kener” yatağının kəşf edilməsi xəbərini verdi. İlk qiymətləndirmələrə görə, onun ehtiyatı 1,7 trilyon kub metrədən çoxdur. Ölkənin Neft Sənayesi Nazirliyinin məlumatına əsasən, yatağın sonrakı qiymətləndirilməsi ilə qeyd olunan rəqəm arasındakı fərq 20 dəfə arta bilər. Lakin bir çox xarici mütəxəssislər bu məlumatı təkzib edirlər.

XX əsrin ikinci yarısında və XXI əsrin əvvəllərində Türkmənistanın cənubi-şərqində təbii qazın çox böyük yatağı kəşf olundu. “Mavi yanacaqın” ən böyük təchizatçısı Mariysk vilayətidir. Burada sutkada 100 milyon kub metrədən çox qaz çıxarılır. Burada ən zəngin yataq Dövlətabad-Dönməz yatağı hesab olunur. Onun potensialı 4,5 trilyon kub metr miqdarında qiymətləndirilir.

Türkmənistanın dövlət balansında 145 neft və qaz yatağı qeydə alınmışdır. Onlardan 10-a qədəri Xəzər şelfində yerləşir. Hazırda 45 obyekt istismardadır. Ümumi ehtiyatlar 21 trilyon kub metr qaz və 6,8 milyard ton neft səviyyəsində qiymətləndirilir.

Türkmənistanın cənubi-qərbində ehtiyatı 195,1 min ton olan Orokerit yatağı var.

1990-cı ilə qədər Türkmənistan ildə 85-90 milyard kub metr qaz çıxarır və o, Sovet İttifaqının mərkəzləşmiş bazarına verilir. SSRİ dağıdıldıqdan sonra Türkmənistan qaz bazarlarından təcrid olunmuş vəziyyətə düşdü. 1995-1996-cı illərdə qaz hasilatı 35-38 milyard kub metrə qədər azaldı. 2008-ci ilin məlumatına görə, Türkmənistan ildə 60 milyard kub metr qaz hasil edir və 2020-ci ilə qazın illik hasilatının 220 milyard kub metrə çatdırılması planlaşdırılır. Türkmən qazının əsas hissəsini “Orta Asiya-Mərkəz” boru kəməri ilə Rusiya və Ukrayna istehlakçılara nəql edir.

Türkmənistanın cənubi-qərb yataqlarından (Korpece, Keymiz, Akpatlavuk və s) çıxarılan qaz Qazaxıstandan keçməklə, Rusiya boru kəmərləri ilə nəql edilir (Türkmənistan (Qarabogaz) - Avropa boru kəməri sistemi ilə).

**Qərbi Avropa (əsasən, Böyük Britaniya və Norveç).** Avropa ölkələrinin əksəriyyətinin kontinental hissəsi karbohidrogen ehtiyatları ilə zəngin deyil. Onların ümumi qaz ehtiyatı 2,4 trilyon kub metr həddindədir. Amma Hollandiyanın Qroningen əyalətinin şimal hissəsində 1959-cu ildə nəhəng qaz yatağı olan Soloxteren kəşf olundu. Bu yataq Şimal dənizi sahillərindən 30 km aralıda yerləşir və 1962-ci ildən istismar olunur.

Kiçik neft və qaz yataqları Fransanın cənublarında aşkar olunmuşdur. Onlardan ən böyüyü olan Zak qaz-kondensat yatağı 150-400 milyard kub metr ehtiyata malikdir və 1959-cu ildən istismar olunur. Bu yataqdan çıxarılan qazın tərkibində 16-17%-ə qədər hidrogen sulfid vardır.

Bir neçə kiçik neft və qaz yataqları Almaniyada aşkar olunmuşdur. Avstriyada 23 milyon ton neft və 20 milyard kub metr qaz ehtiyatı olduğu bildirilir. İtaliyada hələ Orta əsrlərdə xırda quyulardan neft çıxarılırdı. 1820-ci ildə Genuya, Parma və digər şəhərlərin fonarlarında yandırılmaq üçün neftdən istifadə olunurdu. Sicilya adasında neft çıxarılır. XX əsrin ortalarında İtaliyada bir neçə qaz-kondensat yataqları tapıldı. Onların arasında bir böyük yataq – Malossa yatağı var. Rumıniyada, Albaniyada, Bolqarıstanda, Macarıstanda, Şərqi Almaniyada (keçmiş ADR-in ərazisi), Polşada, Çexiyada və Xorvatiyada böyük olmayan neft və təbii qaz yataqları istismar olunur.

Finlandiya, Norveç, İsveç, Danimarka, Belçika, Lüksemburq, İrlandiya, İslandiya, İspaniya, Portuqaliya kimi ölkələrdə quruda neft və qaz yataqları yoxdur.

Bir neçə kiçik neft və qaz yataqları Qərbi Avropanın qərbindən cənubuna doğru dəniz akvatoriyalarında kəşf olunmuşdur. İspaniya şelfində Biskay körfəzində Bermeo limanından 13 km məsafədə hasilatı 1,4 milyon m<sup>3</sup>/sutka olan qaz yatağı aşkar olunmuşdur. Sahildən 60 km aralıda, dənizin dərinliyi 146 m olan hissəsində yüngül neft (0,837 q/sm<sup>3</sup>) yatağı (Kantabriko-Mar) kəşf olunub. Aralıq dənizinin şimal hissəsində, İspaniya sahillərində ağır neft yatağı olan Amposta Marina kəşf olunub və ehtiyatı 100 milyon tondur. Yunanistanın sahillərində Pripoe yatağı, Adriatik dənizində, İtaliya sahillərində beş qaz yatağı kəşf olunub.

XX əsrin son 30 ilində şimal dənizi akvatoriyasında nəhəng neft və qaz yataqları kəşf olunub. Şimal dənizi kontinental şelfi 7 dövlət arasında bölünüb: Böyük Britaniya, Norveç, Hollandiya, Danimarka, Almaniya, Belçika və Fransa. İndiyə qədər burada 100-dən çox neft və 80-ə yaxın qaz yataqları kəşf olunub. Onlardan ən böyük yataqlar Norveç və Britaniyaya aid sektordadır.

Şimal dənizinin Hollandiyaya aid olan hissəsində, əsasən qaz yataqları yerləşir. Danimarka sektorunda, ölçülərinə görə 3 kiçik neft yatağı aşkar olunub. Belçika, Almaniya və Fransaya aid sektorlarda karbohidrogenlərin toplandığı yataqlar hələlik aşkar olunmayıb. Şimal dənizində ümumi neft ehtiyatı 5-14 milyard ton, təbii qaz ehtiyatı 3,1-4,5 trilyon kub metr həddində qiymətləndirilir.

**Böyük Britaniya.** Şimal dənizinin Britaniya hissəsində Şimal dənizi şelfinin üçdə-birinə qədəri yerləşir. Böyük Britaniyanın təsdiq olunmuş neft ehtiyatı 1,39 milyard ton, təbii qaz ehtiyatı 0,7-1,4 trilyon kub metr həddində proqnozlaşdırılır.

**Norveç.** Norveç Avropada ən çox neft ehtiyatına malik olan ölkədir. Qiymətləndirmələrə görə Şimal dənizinin Norveç sektorunda neft ehtiyatları 1,6-1,7 milyard ton, təbii qaz ehtiyatları 1,3-2,9 trilyon kub metr həddindədir. Burada 26 neft və qaz-kondensat, 30 qaz yatağı istismar olunur.

**Amerika (ABŞ, Kanada, Meksika, Trinidad və Tobago, Venesuela, Argentina, Braziliya, Peru, Çili, Ekvador)**

**ABŞ.** ABŞ-in neft sənayesinin yaranma tarixi 1859-cu il hesab olunur. Həmin ildə Pensilvaniya ştatında qazılan quyu 21 metr dərinlikdən neft vermişdir. Hazırda ABŞ-in 30-dan çox ştatında neft və təbii qaz çıxarılır. Bu ölkədə 40 mindən çox neft, qaz-neft və qaz yataqları kəşf olunmuşdur. ABŞ ərazisində, eyni zamanda bituminoz (yanar) şistlər də geniş yayılmışdır. Bu yataqlarda 1 ton suxurda 114 l neft hesabı ilə neft ehtiyatı 20 milyard ton, qaz ehtiyatı 17 trilyon kub metr həddində müəyyən edilmişdir. Qeyd edək ki, Panxande-Xyuqoton yatağının qazında 0,2-dən 1,86%-ə qədər helium qazı vardır ki, bu da ABŞ-in heliuma olan tələbatının əsas hissəsini ödəməyə imkan verir.

**Kanada.** Kanadada 400-dən çox neft və qaz-neft, 700-dən çox qaz və neft-qaz yataqları kəşf olunub. Onlar, əsasən ölkənin cənubunda yerləşən üç səhra əyalətlərində – Alberta Saskaçevan və Monitobada yerləşir. Bu əyalətlər ABŞ ilə sərhəddədir və böyük düzənliyin Kanada hissəsini əhatə edir. Alberto əyalətində ən böyük neft yataqları – Pembina, Reduter və Zedyuk yerləşir. Burada Kanada neftinin (90%-ə qədər) və təbii qazının (80%-ə qədər) əsas hissəsi çıxarılır. Kanadanın qərbində Edmenton şəhərindən 270 km şimali-şərqdə unikal ağır neft (asfalt) yatağı yerləşir. Bu yataq neftinin sıxlığı 0,945-1,07 q/sm<sup>3</sup> arasında olur. Bərk bitumlara da rast gəlinir. Kobud dənəvər qumluqda, məsaməli fazanın 20%-də özüllü asfalt neftində 4-5% kükürd var. Atabaski qumunda asfaltın miqdarı 2% və onun ehtiyatı 81-100 milyard ton həddində qiymətləndirilir. Adi üsul ilə nefti suxurdan çıxarmaq olmur. Yatağın istismarı karyer üsulu ilə həyata keçirilir və sutkada bu yataqdan 10 min ton neft alınır. Neftlə doymuş qum zavoda daşınır və qaynar su ilə işlənir. Orta hesabla 2 ton qumdan 1 barel neft ayrılır. Ayrılan neftin tərkibi: 22% benzin və kerosin, 30% qazoyl, 3% təmiz kükürd, 45% asfalt və koks. Hesablanmalara görə, bu yataqdan 40 milyard tona qədər neft çıxarmaq olar.

Kanadanın Atlantik sahillərində, Labrador yarmadası yaxınlığında və Nyufaundlend adasından cənubda dəniz qaz yataqları kəşf olundu. Böyük Nyufaundlend bankasında 15 qaz və neft yataqları aşkar olundu. Onların ümumi ehtiyatı 177 milyon kub metr neft və 150 milyard kub metr həddində qiymətləndirilir.

**Meksika.** Meksikada hələ qədimdən kahinlər Allahlar şəhərini işıqlandırmaq üçün neftdən istifadə edirdi. 1904-cü ilin aprelin 3-də Meksikada 502 metr dərinlikdə ilk sənaye nefti çıxarıldı. 1911-ci ildə Meksika neftçixarma üzrə dünyada ilk yerlərdən birini tuturdu.

Meksikada 340-dan çox neft yatağı və 200 qədər qaz yatağı kəşf olunmuşdur. 2005-ci ilin məlumatlarına görə Meksikada 4500-dən çox neft quyusu və 160 dəniz platforması istismar olunur.

XXI əsrin əvvəlində Meksika körfəzində yeni, olduqca zəngin yataq aşkar

olunmuşdur. Onun potensialı 54 milyard barel neft həddində qiymətləndirilir. Bu yataqda Meksikanın təsdiq olunmuş ehtiyatının 40%-ə qədəri yerləşir.

**Trinidad və Tobaqo.** Ərazisi 5,1 min kvadrat kilometr olan bu ölkədə ildə 12 milyon ton neft çıxarılır. Quruda neft ehtiyatı çox deyil. Burada dünyada ən böyük asfalt gölü (La-Brea) var. Gölün səthində asfalt təbəqəsinin qalınlığı 50 metrə yaxındır.

**Venesuela.** Bu ölkədə 270-ə yaxın neft, qaz və neft-qaz yataqları kəşf olunmuşdur. Təsdiq olunmuş neft ehtiyatı 40 milyard ton həddində qiymətləndirilir.

Qaz ehtiyatına görə yarımkürədə ABŞ-dan sonra ikinci, dünyada doqquzuncu yerdədir.

**Argentina, Braziliya, Peru, Çili, Ekvador.** Argentina Cənubi Amerikada kəşf olunmuş neft yataqlarının sayına görə Venesueladan sonra ikincidir. Ölkədə 250-yə yaxın neft yatağı və 50-dən çox qaz yatağı məlumdur. Neftin öyrənilmiş ehtiyatı 300 milyon tondan çox, təbii qazın ehtiyatı 192 milyard kub metr qiymətləndirilir.

Braziliyada 150-dən çox neft və qaz yataqları var. Təsdiq olunmuş neft ehtiyatı 1,5 milyard ton, qaz ehtiyatı 326 milyard kub metrdir.

Peruda çıxarılan neftin 20%-ə qədəri dəniz yataqlarının payına düşür. Ekvador və Perunun Sakit okean şelfində 60-a qədər xırda və orta yataqlar kəşf olunmuşdur.

### **Afrika (Liviya, Nigeriya, Əlcəzair, Misir)**

**Liviya.** İlk neft yatağı Zelten Liviya 1959-cu ildə açılmışdır. Hazırda ölkədə 150 neft, 8 qaz və 28 qaz-neft yataqları kəşf olunmuşdur. Liviyanın neft ehtiyatı 7 milyard ton həddində qiymətləndirilir.

**Nigeriya.** Nigeriyada neft 1901-ci ildə kəşf olunmuşdur. Hazırda ölkədə 160-dan çox neft yataqları aşkar olunmuşdur və ümumi ehtiyatları 2005-ci ilin yanvarın birinə olan məlumata görə 2,7 milyard ton neft və 176 trilyon kub fut ( $1 \text{ m}^3 \approx 35,3 \text{ kub fut}$ ) təbii qaz həddindədir.

**Əlcəzair.** Əlcəzairdə ilk neft yatağı 1880-cı ildə kəşf olunmuşdur. Hazırda ölkədə 43 yataqda neft çıxarılır. Rəsmi məlumatlara görə Əlcəzairin təsdiq olunmuş neft ehtiyatı 9,2 milyard barel həddindədir. 2005-ci ilin məlumatlarına görə Əlcəzairin təbii qaz ehtiyatları 49 trilyon kub metrə yaxındır.

**Misir.** Misirin təbii qaz ehtiyatı, təxminən 10 trilyon kub fut, neft ehtiyatı 3 milyard barel (1 barel~ 159 litr) həddindədir.

### **Cənubi – Qərbi Asiya (Səudiyyə Ərəbistanı, İrak, İran, Küveyt, Birləşmiş Ərəb Əmirliyi, Qatar).**

**Səudiyyə Ərəbistanı.** Bu ölkədə ilk neft yatağı 1938-ci ildə kəşf olunmuşdur. Hazırda bu ölkədə 80 neft və qaz yatağı var. Səudiyyə Ərəbistanında,

ehtiyatı təsdiq olunmuş 2,642 trilyon barel neft var. Səudiyyə Ərəbistanının 60-70% neft ehtiyatı yüngül və ekstrayüngül neftlərdir. 2002-ci ilin məlumatlarına görə bu ölkənin təbii qaz ehtiyatı 6,4 trilyon kub metr olaraq qiymətləndirilmişdir.

**İrak.** Bu ölkənin kəşf olunmuş neft ehtiyatı 4 milyard ton, təbii qaz ehtiyatı 800 milyard ton həddindədir.

**İran.** İranın kəşf olunmuş neft ehtiyatları 8-13 milyard ton həddindədir. Hazırda İranda 100-ə yaxın neft və qaz yataqları aşkar olunmuşdur. Ölkənin çox böyük qaz ehtiyatı var. Onun təbii qaz ehtiyatı 23 trilyon kub metr həddində dəyərləndirilir.

**Küveyt.** Küveytin qaz ehtiyatı 9,2-10,7 milyard ton həddində qiymətləndirilir. Onun nefti dünyada ən ucuz neftidir. Küveytdə neft quyularının orta məhsuldarlığı ABŞ-ın neft quyularının orta məhsuldarlığından 500 dəfə çoxdur.

**Birləşmiş Ərəb Əmirliyi.** Onun aşkar olunmuş neft ehtiyatı 2 milyard ton, bu ölkənin təbii qaz ehtiyatı, təxminən 65 trilyon kub metr həddində qiymətləndirilir.

**Qatar.** Qatarın sübut olunmuş neft ehtiyatı 0,5 milyard ton, təbii qaz ehtiyatı 910 trilyon kub fut həddindədir. Qatar Rusiya və İrandan sonra zəngin təbii qaz ehtiyatı olan üçüncü ölkədir.

**Cənubi, Mərkəzi və Cənubi-Şərqi Asiya, Avstraliya, Okeaniya.** 1980-ci ildə İndoneziya və Malaziyada dənizdə neft çıxarma kəskin artdı, Yaponiya və Hindistan öz sahillərində neft çıxarmağa başladı. Bir sıra neft yataqları Cənubi-Çin dənizində kəşf olundu. Avstraliya şelfi olduqca məhsuldardır. Hazırda Çində 144 neft və 23 qaz yatağı aşkar olunmuşdur. İndoneziyada 218 neft, 26 qaz və 29 neft-qaz və qaz-neft yataqları aşkar olunmuşdur. Ölkənin neft ehtiyatı 10 milyard ton qiymətləndirilir.

İndoneziyada 218 neft, 26 qaz və 29 qazneft və neftqaz yataqları aşkar olunmuşdur. Ölkənin neft ehtiyatı 10 milyard ton kimi qiymətləndirilir.

Avstraliyada quruda və yaxın akvatoriyalarda 117 neft və qaz yataqları kəşf edilmişdir.

Hindistanda ilk yataqlar olaraq 1958-ci ildə Kambey və 1960-cı ildə Ankleşvar kəşf olundu. 1974-cü ildə Kambey körfəzi akvatoriyasında Bombeydən 160 km məsafədə ilk dəniz neft yatağı Bombay-Xay kəşf edilmişdir.

2002-ci ildə olan məlumatlara görə dünyada neft ehtiyatı 141,3 milyard ton, qaz ehtiyatı 154,9 trilyon kub metr həddində qiymətləndirilmişdir. Dünyanın ayrı-ayrı ölkələrinin ümumilikdə 29 yatağının neft ehtiyatı >1 milyard ton təşkil edir. Bu yataqların 7-si Səudiyyə Ərəbistanında, 2-si İrakda, 8-i İrandadır. Dünyanın ən böyük neft yatağı Səudiyyə Ərəbistanındakı Qavar yatağıdır və onun ehtiyatı 10,2 milyard tondur. İkinci ən böyük yataq Küveytin Burqan yatağıdır və onun ehtiyatı 9,9 milyard tondur.

## II. KARBOHİDROGEN QAZLARIN EMALI

### 2.1 Absorbsiya, ekstraksiya və adsorbsiya proseslərinin fiziki-kimyəvi əsasları

**Absorbsiya** qazların həll olduğu maye həlledicidə (uducuda) – absorbentdə qazın udulma prosesidir. Həll olmuş qazların həlledicidən ayrılması prosesi **desorbsiya** adlanır. Absorbsiya proseslərində qaz və maye fazaları iştirak edir. Absorbsiya zamanı maddələrin qaz fazadan maye fazaya keçidi, desorbsiya zamanı isə maye fazadan qaz fazaya keçidi baş verir.

Praktikada absorbsiyaya elə qaz qarışıqları cəlb edilir ki, onların vacib komponentləri həlledici tərəfindən hiss olunacaq miqdarda udula bilirlər. Qaz qarışığının udulmayan hissəsi inert qaz adlanır.

Maye faza uducudan və qaz fazasının udulmuş (absorbsiya olunmuş) komponentindən ibarət olur. Əgər uducu və absorbsiya olunmuş qaz komponenti molekulları arasında kimyəvi təsir olursa onda proses **fiziki absorbsiya** adlanır. Uducu və absorbsiya olunan maddələrin molekulları arasında kimyəvi reaksiya gedirsə, proses **xemosorbsiya** adlanır. Qaz və maye fazaların kontaktını həyata keçirməyin müxtəlif üsulları mövcuddur. Maye qarışıqların rektifikasiyasında olduğu kimi, absorbsiya çox vaxt silindrik aparatlarda (absorberlərdə) aparılır və bu aparatlarda nasadka təbəqəsi və ya müəyyən miqdarda boşqablar olur. Absorberlərdə uducu yuxarıdan aşağıya, qaz qarışığı isə əks axınla aşağıdan yuxarıya verilir. Absorberin aşağı hissəsindən qaz qarışığının həll olmuş komponentlərinə malik olan uducu kənarlaşdırılır. Absorberin yuxarı hissəsindən qalıq qaz qarışığı kənarlaşdırılır.

Nasadkalı absorberlərdə maye uducu və qaz faza arasında fasiləsiz kontakt həyata keçirilir. Boşqablı absorberlərdə belə kontakt boşqablar üzərində, başqa sözlə pilləli baş verir.

Fiziki absorbsiya zamanı qaz fazadan komponentlərin tam çıxarılması praktiki olaraq mümkün deyil.

Xemosorbsiya zamanı qazdan absorbsiya olunan komponent maye faza ilə uçucu olmayan kimyəvi birləşmə şəklində əlaqələndirilir. Əgər kimyəvi reaksiya dönməzdirsə, onda komponenti qazdan tam çıxartmaq olar.

Təzyiqin artırılması və temperaturun aşağı salınması absorbsiya prosesini aktivləşdirir. Desorbsiya, əsasən, aşağı təzyiqdə və yüksək temperaturda həyata keçirilir. Konstruktiv olaraq desorberlər absorberlərə analojidir.

Absorbsiyanın sənayedə həyata keçirilməsi desorbsiya ilə əlaqəli və ya əlaqəsiz aparıla bilər. Əgər desorbsiya aparılmırsa, onda absorbent bir dəfə istifadə olunur. Absorbsiyanın desorbsiya ilə əlaqələndirilməsi absorbenti çox dəfələrlə istifadə etməyə və absorbsiya olunmuş komponenti qatılaşdırılmış halda və istənilən təmizlikdə almağa imkan verir.



Absorberdən çıxan qaz komponentinin həll olduğu uduc məhsulu desorbsiyaya göndərilir. Burada qaz (udulmuş qaz komponenti) və maye (absorbent) fazalar ayrılır. Regenerasiya olunmuş uducu absorbsiyaya qaytarılır. Belə sxemdə (dairəvi proses) absorbent praktiki olaraq sərf olunmur (onun az miqdarda itkisi nəzərə alınması). Absorbsiya dönməz kimyəvi reaksiya ilə müşayiət olunursa uducu yalnız kimyəvi yolla regenerasiya olunur.

Absorbsiya, desorbsiya və rektifikasiyaya eyni diffuziya təbiətli prosesləridir. Fərq ondadır ki, rektifikasiya zamanı qarşılıqlı təsirdə olan maye və buxar axınları komponentlərini mübadilə edirlər, absorbsiya və desorbsiya isə birtərəfli istiqamətliyə malikdir. Bu, onunla əlaqədardır ki, absorbenti praktiki olaraq qaz fazanın komponentləri ilə müqayisədə uçucu olmayan qəbul oluna bilər.

Neft qaz zavodlarında absorbsiya və desorbsiya əsasən boşqablı kalonlarda aparılır və bu kalonların hesablamaları və işinin analizi nəzəri boşqablar üsulu bazasında aparılır.

**Ekstraksiya** bərk və ya maye vəziyyətdə olan xammaldan seçici təsir edən həlledici (ekstragent) ilə işləməklə onun ayrı-ayrı komponentlərinin çıxarılması prosesidir. Ekstraksiya zamanı iki qarışmayan faza: xammal-həlledici fazası əmələ gəlir. Bu, bərk cisim-maye və ya maye-maye ola bilər. Bu fazalar çökdürmə zamanı biri-birindən asanlıqla ayrılmalıdır. Komponentlərin xammaldan həllediciyə keçid sürəti fazalar kontaktı səthindən asılıdır. Aydındır ki, əvvəlcə xammal və həlledici yaxşı qarışdırılmalı, sonra onların çökdürülməsi ilə ayrılmalıdır. Əmələ gələn iki qarışmayan fazalar ekstrakt fazası və rafinat fazası adlanır. Ekstrakt fazasının tərkibində başlıca olaraq həlledici və xammalın onda həll olan komponentindən ibarətdir. Rafinat xammalın qalan hissəsindən və onda həll olmuş az miqdarda həlledicidən ibarətdir. Məsələn, çökdürmə ilə ayrılmiş fazalardan qovulma ilə həlledici kənarlaşdırılırsa, onda ekstrakt və rafinat alınar. Ekstrakt əsasən xammalın komponentlərindən ibarət olacaqdır.

Maye fazadan ekstraksiya zamanı ekstragent aşağıdakı xassələrə cavab verməlidir:

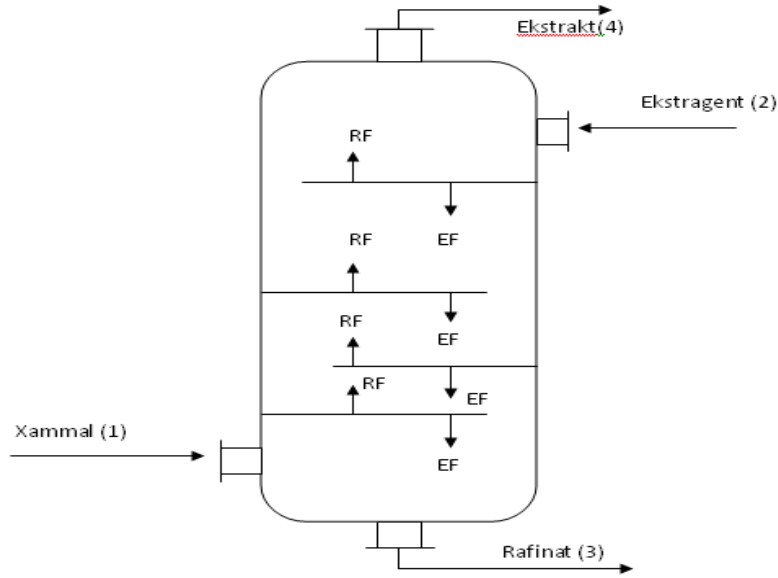
- xammalda tamamilə və ya minimum həll olmalıdır;
- əmələ gələn ekstrakt və rafinat fazaları sıxlıqlarına görə bir-birindən xeyli fərqlənməlidir;
- çıxarılan maddəyə münasibətdə yüksək seçicilik qabiliyyətinə malik olmalıdır;
- xammaldan çıxarılan maddədən qaynama temperaturuna görə hiss olunacaq dərəcədə fərqlənməlidir (bu, onların rektifikasiya ilə ayrılmasını asanlaşdırır);
- kimyəvi davamlı və ya inert maddə olmalıdır.

Ekstraksiyanı elə təşkil etmək olar ki, xammal və həlledicinin qarışdırılması və sonra onların ayrılması – çökdürülməsi fasiləsiz rejimdə dəfələrlə həyata

keçirilə bilər, məsələn, rəfli kalon aparatlarında.

Həllolma prosesi həlledicinin və həll olan maddənin molekullarının kimyəvi quruluşundan asılıdır. Həllolmanın təbiəti haqqında etibarlı nəzəri təsəvvürlər mövcud deyil. Keyfiyyət səviyyəsində yalnız qeyd etmək olar ki, polyarlılığına görə fərqlilər əhəmiyyətli dərəcədə biri-birində pis, əksinə bərabər polyarlıqlılar yaxşı həll olurlar.

Şəkil 2.1.-də ekstragent və xammalın 4 pilləli qarışdırılması ilə əks axınlı ekstraksiyanın sxemi verilir.



**Şəkil 2.1. Dördboşqablı ekstraksiya kalonunun işinin sxemi:**

1 - xammal; 2 - ekstragent; 3 - rafinat fazası (RF); 4 - ekstrakt fazası (EF)

Bizim halda ekstragent yüksək sıxlığa malik olduğundan o, kalonun yuxarisından verilir. Əks axınla aşağıdan xammal qalxır.

Həlledici xammala nəzərən az sıxlığa malik olduqda, onların verilmə yerləri dəyişir: xammal yuxarıdan, ekstragent aşağıdan verilir. Kalonlu aparatların istifadəsi o vaxt sərfəlidir ki, prosesin işçi temperaturunda axınlar yüksək olmayan özlülüyə malik olur və bu da kalonda düzülmiş kontakt qurğularının köməyi ilə fazaların etibarlı qarışdırılmasını həyata keçirməyə imkan verir. Bu zaman rafinat və ekstrakt fazaların sıxlıqları elədir ki, kontakt qurğuları (rəflər, boşqablar və s.) arasındakı sərbəst fazada fazaların yaxşı ayrılması baş verir ki, bu da onların qarşılıqlı aparılmasının qarşısını alır. Əks halda, kalon tipli ekstraktorlar əvəzinə, başqa quruluşlu ekstraktorlardan istifadə olunur. Çox vaxt axınların qarışması xüsusi horizontal yerləşmiş qarışdırıcılarda (məsələn, qarışdırıcı aparatlarda) baş verir. Fazaların ayrılması ayrı-ayrı çökdürücülərdə aparılır. Qarışdırıcı və çökdürücü ekstraksiyanın bir pilləsini əmələ gətirir.



Kalon tipli ekstraktorları – vertikal, qarışdırıcı və çökdürücüyə malik aparatlar horizontal ekstraksiya pillələri kaskadını əmələ gətirir.

Adsorbent adlanan bərk cismin səthi tərəfindən qazların, buxarların və ya mayələrin udulması prosesi **adsorbsiya** adlanır.

Adsorbsiya üsulu, qarışıqların ayrılmasında istifadə olunan absorbsiya üsulu ilə müqasisdə müəyyən üstünlüyə malikdir. Absorbsiyadan sonra kənarlaşan, məsələn qaz axınında mütləq çıxarılan komponentin müəyyən hissəsi qalacaqdır. Adsorbsiya zamanı isə onun son qatılığı, praktiki olaraq sıfıra bərabər ola bilər. Əlehqazın işi bu prinsipə əsaslanır.

Qaz qarışığında çıxarılacaq komponentin miqdarı az olduqda və ya qaz axınından maddələrin tamamilə çıxarılması lazım olduqda, adsorbsiya üsulunun istifadəsi məqsədəuyğundur. Axında çıxarılan komponentlərin qatılığı yüksək olduqda, adsorbent tezliklə doyur və onun tez-tez regenerasiyası tələb olunur. Belə hallarda, adsorbsiyanı absorbsiya ilə birlikdə aparmaq daha yaxşı nəticələr verir. Əvvəlcə absorbsiya ilə axından maddənin əsas kütləsi çıxarılır, sonra isə qalan hissənin adsorbsiya üsulunun köməyi ilə təmizlənməsi həyata keçirilir.

Adsorbent kimi neft emalında aktivləşdirilmiş kömür, silikogel, alümagel, sintetik seolitlərdən istifadə olunur. Bu maddələrin hamısı yüksək xüsusi səthə malik olur ki, o da adsorbentın səthinin ( $m^2$ ) adsorbentın vahid kütləsinə ( $q$ ) nisbətində bərabərdir, yəni ölçü vahidi  $m^2/q$  kimidir. Adsorbentlərin digər göstəriciləri, onların aktivliyidir (xüsusi sorbsiya tutumu). Bu, adsorbsiya olunmuş maddənin miqdarının ( $q$ ) adsorbentın vahid kütləsinə ( $kq$ ) və ya adsorbentın həcminə (litr) münasibətidir. Aktivlik ölçüsü  $q/kq$  və ya  $q/l$  kimidir. Çox vaxt aktivlik adsorbentın kütləsinə görə faizlələ ifadə olunur.

Statik və dinamiki aktivlik fərqləndirilir. Statik aktivlik verilmiş temperaturda tarazlıq anında təyin olunur. Eksperimental olaraq o, dövrü şəraitlərdə təyin olunur və adsorbentın vahid kütləsi tərəfindən adsorbsiya olunmuş maddənin maksimum miqdarı haqqında məlumat verir.

Dinamiki aktivlik aparatın çıxımında adsorbsiya olunan maddənin izləri əmələ gələncə qədər adsorbentın udduğu maddənin miqdarı ilə xarakterizə olunur.

Əhəmiyyətli adsorbentlərin bəzi xassələrinə baxaq:

**Aktivləşdirilmiş kömür.** Əvvəlcə bitki (ağac, torf, kömür, qoz qabıqları) və heyvan (sümük) mənşəli maddələr, həmçinin sintetik qatranlar, karbon liflər havasız şəraitdə qızdırılır ki, bərk karbonlu və ya mineral qalıq alınsın. Sonra xüsusi səthin artırılması və onun modifikasiyası üçün bu bərk maddələr yüksək temperaturda (bir neçə yüz dərəcə Selsi temperaturda) su buxarı, karbon qazı və ya hava ilə işlənir (aktivləşdirilir).

Bu yolla alınmış aktivləşmiş kömürlər müxtəlif xüsusi səthə, sıxlığa, dənəvərliyə və aktivliyə malik olur. Xüsusi aktivliyin qiyməti bir qram kömür üçün 600-dən 1700  $m^2$ -a qədər dəyişir. Aktivləşdirilmiş kömür müxtəlif ölçülərdə (1-dən 7 mm-ə qədər) dənələr və ya toz halında istifadə olunur. Dənələr

kiçik silindrlər və ya tozların formalaşdırılmasından alınan tabletlər formasında və ya xırdalandıqda düzgün olmayan formalarda olur.

Aktivləşdirilmiş kömür üç müxtəlif növ məsaməyə malik olur: mikro- və makroməsamələr, həmçinin onların arasında orta olan keçid (mezoməsamələr) məsamələri. Mikroməsamələrin ölçüləri adsorbsiya olunan molekulların ölçülərinə yaxındır. Mikroməsamələrin xüsusi ölçüsü bir qrama düşən yüzrlə, orta məsamələrininki onlarla, makroməsamələrininki isə kvadrat metrərlə ölçülür. Aydındır ki, adsorbsiya üçün aktivləşdirilmiş kömürlərin mikroməsaməli strukturu əsas əhəmiyyətə malikdir. Mezoməsamənin və makroməsamənin əsas vəzifəsi adsorbsiya olunan maddənin adsorbentin hissəciklərinin dərinliklərinə nəql etməkdir. Aktivləşdirilmiş kömürlər hidrofobdurlar, odur ki, onlar qeyri-polyar birləşmələrin adsorbsiyası üçün xüsusilə yararlıdır.

**Silikogel** silikat turşusu gelini  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (turşuların natrium silikat ilə qarşılıqlı təsiri zamanı əmələ gəlir) susuzlaşdırmaqla alınır. Gel yuyulduqdan sonra qurudulur və yüksək məsaməliliyə malik bərk kütlə alınır. Onda ölçülərinə görə yaxın olan məsamələr bərabər paylanmışdır. Silkogel termiki davamlıdır, amma yüksək olmayan mexaniki davamlılığa malikdir.

**Alümogel** aktiv alüminium-oksidi  $\text{Al}_2\text{O}_3$  olub, az miqdarda (1%-ə qədər) silisium-, dəmir-, titan və s. oksidlərə malik olur. O, su buxarını yüksək aktivliklə adsorbsiya etmək qabiliyyətinə malikdir və bu keyfiyyətinə görə silikogeldən üstündür. Bundan başqa, alümogel yüksək mexaniki davamlılığa malikdir və qazların qurudulması prosesində silikogelin istifadəsini sıxışdırıb çıxarmışdır.

Adsorbent və müxtəlif katalizatorlar üçün altlıq kimi seolitlər – **alümosilikat məsaməli kristallar** geniş yayılmışdır. Seolitlərə təbiətdə rast gəlinir, amma çox vaxt A və X tipli seolitlərdən istifadə olunur. Seolitlər olduqca kiçik kristallar şəklində alınır. Hidratlaşmış şəkildə o, bütöv, bərk cisimdir. Qurudulduqdan sonra məsaməli kristallar əmələ gəlir. Seolit kristallarının öz məsaməli strukturu hər bir tip seolit üçün dəyişir. Seolitlər tərkibində silisium, alüminium, oksigen ionları saxlayır, həmçinin ion mübadiləsi edə bilən qələvi və qələvi torpaq metalların kationlarına malikdir. A və X növlərin məsamələri sferik boşluğa malik olurlar və onlar bir-biri ilə dar keçidlərlə (pəncərə adlanır) əlaqələndirilir. Pəncərələrin diametri iondəyişdirici kationun təbiətindən asılıdır və bir neçə anqstrom ( $\sim 4-9 \text{ \AA}$ ) olur. Pəncərədən daxilə yalnız o molekullar keçə bilər ki, onların ölçüləri pəncərənin ölçülərindən az olsun. Həm də molekulyar ələklər adlanan seolitlərin adsorbsiya xassələrinin kəskin ifadə olunan seçiciliyi buna əsaslanır.

Seolitlər qeyri-simmetrik molekulları (məsələn, su, karbon dioksid və s.) xüsusi enerji ilə adsorbsiya edir. Onlar doymamış karbohidrogenləri (asetilen, etilen) də yaxşı sorbsiya edir.

Texnikada A və X tipli seolitlər qranullar, tabletlər, şariklər şəklində istifadə olunur. Bu seolit növləri seolit kristallıq tozlarından və əlaqələndirici

əlavələrdən, adətən geldən ibarətdir. 550-600°C-də termiki işləndikdən sonra, formalaşdırılan seolitlər lazımi mexaniki möhkəmlik əldə edir. Belə seolitlər qazların və mayələrin incə təmizlənməsi, həmçinin qazların və mayələrin qarışıqlarından ayrı-ayrı komponentləri ayırmaq üçün istifadə olunur.

Sənayedə hərəkətsiz və hərəkət edən adsorbent təbəqəsinə malik olan, dövrü və fasiləsiz işləyən adsorbsiya aparatlarından istifadə olunur. Tərpənməz təbəqəli adsorbentə malik adsorbenlər dövrü (fasiləli) işləyir. Proses müəyyən dərəcədə doymuşluğa qədər aparılır və əksər hallarda aparatın çıxışında adsorbsiya olunan maddənin izləri əmələ gələnə qədər davam etdirilir. Sonra, elə həmin aparatda desorbsiya həyata keçirilir. Aparatlar cütündə növbə ilə adsorbsiya və desorbsiya prosesləri aparılır ki, bu da qurğunun, praktiki olaraq fasiləsiz işləməsini təmin edir. Hərəkət edən təbəqəli adsorberlərdə adsorbentın hərəkəti ağırlıq qüvvəsinin təsiri ilə və ya yüksələn qaz axınının sürtünmə qüvvəsi ilə yaranır. Birinci halda adsorbent fasiləsiz olaraq yuxarıdan aşağıya doğru hərəkət edir, ikinci halda tozvari adsorbent asılqan (pseudosıxılmış) vəziyyətdə olur. Hərəkət edən təbəqəli adsorberdə təkə fasiləsiz adsorbsiya deyil, həm də desorbsiya aparılır.

Bu qurğular gipersorberlər adlanır.

## **2.2 İlk karbohidrogen qazlarının və onların son məhsullarının xarakteristikası**

Əsas qaz və qaz kondensat yataqlarındakı təbii qazların tərkibini xarakterizə edən ümumilik onlarda metanın yüksək miqdarda olması (85-99 həcm faizi) və uyğun olaraq yüksək yanma istiliyidir. Ağır karbohidrogenlərin ( $C_5$  daha yüksək) miqdarı yüksək deyil (0,02-0,20 həcm faizi) və yalnız ayrı-ayrı hallarda 1,5-4,0 həcm faizinə çatır. Əksər qazlar əlavə kimi (1-5 həcm faizi) qeyri-karbohidrogen qazlara (azot, karbon dioksid) və hidrogen sulfidə malik olur. Bu əlavələrdən başqa təbii qazlar az miqdarda karbon-kükürlü birləşmələrə (karbonil sulfid COS və karbon disulfid  $CS_2$ ), həmçinin kükürlü üzvi birləşmələrə (merkaptanlar RSH; burada R - karbohidrogen radikalıdır) malik olurlar.

Təbii qazların tərkibində çox vaxt olduqca az miqdarda hidrogen sulfid olur. Lakin Orenburq, Karaçaqanaq (Qazaxıstan) və Astraxan qaz kondensat yataqlarının qazları daha çox miqdarda (1,7-dən 14% həcmə qədər) hidrogen sulfidə malikdir. Bu, həmin qazların çıxarılmasını və onların emalını çətinləşdirir. Qaz kondensat yataqlarında qaz ilə birlikdə səthə qaz kondensatı da çıxır ki, bu kondensatda  $C_5H_{12}$ -dən  $C_{20}H_{42}$ -yə qədər karbohidrogenlər olur. Qaz kondensatları, əksər hallarda 40-350°C intervalında qaynayırlar. Ayrı-ayrı hallarda qaz kondensatları daha ağır olur – başlanğıc qaynama temperaturları 103-210°C intervalındadır. Elə yüngül kondensatlar da vardır ki, onların son qaynama temperaturları 200-230°C-dir. Qaz kondensatları karbohidrogen xammalının əsaslı ehtiyatlarından biridir. Təbii qazlardan fərqli olaraq yanaşı qazların tərkibi

mürəkkəbdir: onların çoxu heksan və daha yüksək karbohidrogenlərdən ibarətdir. Metan və etanın bu qazlarda payı 49% həcmdən 87% həcmə qədər dəyişir, tipik orta qiyməti 60-75% həcm olur, pentan və daha yüksək karbohidrogenlərin ümumi miqdarı 1,5-3% həcm təşkil edir. Propandan başlayan və daha yüksək karbohidrogenlər qazlar üçün kondensləşən hesab olunur və adətən qazların emalı zamanı kənarlaşdırılır. Neft qazlarında bu qrup karbohidrogenlərin miqdarı 300-dən 1200 q/nm<sup>3</sup>-a, təbii qazlarda isə 20-dən 100 q/nm<sup>3</sup>-ə qədərdir.

Neft qazları da təbii qazlar kimi azot, karbon dioksidi (1-10% həcm), həmçinin sulfidlərə malik olur. Qazın hazırlanması və emalı bir sıra xüsusiyyətlə malikdir və onlar sxemin seçilməsi və yataqların sonrakı istismarına əsaslı olaraq təsir edir. Bu xüsusiyyətlər arasında aşağıdakıları qeyd etmək olar:

- İstismar müddətində lay təzyiqinin azalması, xam qazın hazırlanması qurğusu-nun girişində təzyiqinin azalmasına səbəb olur və lazımı təzyiqli saxlamaq üçün zaman keçdikcə əlavə avadanlıqlardan (sıxılma kompressorları, nasoslar, separatorlar) istifadə olunması tələb olunur;

- Lay təzyiqli azaldıqca kondensatın çıxımı azalır, kondensatda başlanğıc qayna- ma temperaturu 180°C olan fraksiyanın payı azalır;

- Yatağın istismarı gedişində xam qazın və kondensatın tərkibinin dəyişməsi nəticəsində əsas aparatlarda material axınlar və uyğun olaraq texnoloji rejimlər (təzyiq, temperatur) dəyişir.

Göstərilən xüsusiyyətlər və təbii qazların tərkiblərinin müxtəlifliyi nəzərə alınmaqla sxemin və emal texnologiyasının seçilməsi asan məsələ deyil və çox mürəkkəbdir. Belə seçim, adətən böyük ilkin texniki-iqtisadi işləmələr nəticəsində əldə olunur.

Birinci mərhələdə xam qaz quyudan qazın kompleks hazırlanması qurğusuna (QKHQ) daxil olur və burada mexaniki qarışıqların ayrılması və qazın qurudulması həyata keçirilir. İkinci mərhələdə qaz kompleks texnoloji qurğulardan keçir və burada qazdan zərərli (hidrogen sulfid) və arzuolunmaz (azot, karbon dioksid, nəm) əlavələrin kənarlaşdırılması həyata keçirilir, qaz kondensatı ayrılır və quru qazdan helium alınır. Stabilləşmə qurğusunda yüngül karbohidrogenlərin geniş fraksiyası (YKGF) və qaz benzini ayrılır.

Sxemin seçilməsində çətinlik ikinci pillə ilə bağlıdır və bu pillədə texnoloji mərhələlərin ardıcılığı aşağıdakılarla müəyyən olunur:

- İlkin qazın tərkibi;
- Onun emalından alınan son məhsullarının keyfiyyətinə tələblər;
- Enerji məsrəflərini minimuma endirmək tələbləri;
- İlkin qazın miqdarının və tərkibinin dəyişməsində davamlı iş diapazonunun genişliyi.

Neftlə yanaşı çıxan qazı emal edərkən, sxemə neftdən qazın ayrılması və neftin nəqlə hazırlanması qurğuları da daxil olur.

Təmizləmə və emal proseslərinin əsas qruplarına daxildir:

- Kondensatın separasiyası (maye fazanın ayrılması);
- Damcı mayesinin separasiyası;
- Zərərli əlavələrin ayrılması (karbon qazı, hidrogen sulfid);
- Qazın nəmdən dərin qurudulması;
- Qazın benzinsizləşdirilməsi (qazdan propan və daha yüksək karbohidrogenlərin ayrılması);
- Heliumun çıxarılması.

Hidrogen sulfid, adətən yerində element kükürd alınmaqla emal olunur.

Propandan ağır olan karbohidrogenlər fraksiyalaşdırıcı qurğuda, YKGF və stabil qaz benzini almaqla ayrılır. Təbii və yanaşı qazların emalının məhsulları aşağıdakılardır:

- Əmtəlik təbii qaz (sənaye və məişət yanacaq qazı kimi qaz xətlərinə göndərilir);
- Qazın emalı zamanı onun tərkibindən ayrılmış YKGF;
- Sıxılmış qaz (YKGF-dən ayrılmış C<sub>3</sub> və C<sub>4</sub> karbohidrogenlərin konsentratları);
- Qaz kondensatı;
- Helium;
- Odorant – güclü iylənən maddə (merkaptanlar qarışığı) – təbii qazlardan ayrılır və qaz xətlərində qazlara iy vermək üçün istifadə edilir (çünki təbii qaz praktiki olaraq iyə malik olmur).

YKGF təbii qazın emalı zamanı ayrılır və o, sıxılmış qaz və qaz benzininin (C<sub>5</sub> və daha yüksək karbohidrogenlər) alınması üçün ilkin məhsuldur.

Magistral qaz kəmərinə verilən qazın keyfiyyəti standart ilə reqlamentləşdirilir və Rusiya Federasiyasının standartlarına görə aşağıdakı standart keyfiyyət göstəricilərinə malik olmalıdır (cəđ.2.1).

Komunal-məişət istifadəsi üçün üç marka sıxılmış qaz istifadə olunur:

QPBTQ – qış propan-butan texniki qarışığı;

YPBTQ – yay propan-butan texniki qarışığı;

TB – texniki butan.

Sıxılmış qazların keyfiyyət göstəriciləri aşağıda göstərilir:

Göstəricilər	QPBTQ	YPBTQ	TB
Metan +etan+etilen, % küt., çox olmamalı	4	6	6
Propan+propilen, % küt., az olmamalı	75	normalaşdırılmır	
Butanlar+ butenlər, % küt., az olmamalı	normalaşdırılmır		60
Maye qalıq (C <sub>5</sub> və daha yüksək), t=20°C olduqda, % həcm, çox olmamalı	1	2	2
Doymuş buxar təzyiqi, MPa, t=45°C olduqda, % küt., çox olmamalı	1,6	1,6	1,6
t=-20°C olduqda, % küt., çox olmamalı	0,16	-	-
Kükürlü birləşmələrin miqdarı (hidrogen sulfid və tiollar), % küt., çox olmamalı	0,015	0,015	0,015

**Cədvəl 2.1. Təbii qazın keyfiyyətinə tələblər**

Göstərici	İqlim şəraiti			
	yumşaq		soyuq	
	Y	Q	Y	Q
Şəhlənmə nöqtəsi, °C, yüksək olmamalı:				
nəmə görə	0	-5	-10	-20
karbohidrogenlərə görə	0	0	-5	-10
Oksigenin miqdarı, həcm %, çox olmamalı	1,0	1,0	1,0	1,0
Miqdarı, q/nm <sup>3</sup> , çox olmamalı:				
Hidrogen sulfid	0,020	0,020	0,020	0,020
Merkaptan kükürdü	0,036	0,036	0,036	0,036
Mexaniki qarışıqlar	0,003	0,003	0,003	0,003

Qeyd: Y-yay dövrü (01.05-dən 30.09-a qədər); Q - qış dövrü (01.10-dan 30.04-ə qədər).

Beləliklə, sıxılmış qazların tərkibində təkçə propan və butanın (doymuş karbohidrogenlərin) yox, həm də etilen və daha yüksək olefinlərin olması nəzərdə tutulur. Başqa sözlə, onların tərkibinə YKGF-nin propan-butan fraksiyası, həmçinin ikinci emal proseslərindən, olefinlərə malik (olefinlərlə zəngin) qazlar da cəlb olunur.

YKGF-in qalığı fraksiyası – qaz benzini, əsasən pentan və daha yüksək karbohidrogenlərlə zəngin olur. Onun üçün normalarla iki əsas göstərici müəyyən edilmişdir – başlanğıc qaynama temperaturu (30°C-dən aşağı olmamalıdır) və doymuş buxar təzyiqi (qazın tərkibində yüngül karbohidrogenlərin olmasını xarakterizə edir, yayda 67kPa-dan, qışda 93kPa-dan çox olmamalıdır).

Qaz benzini, həmçinin odorant – yüngül merkaptanların alınması üçün mənbə kimi istifadə olunur.

### **2.3 Qaz emalının separasiya prosesi**

Texnoloji avadanlığın normal işi və buraxılan məhsulun keyfiyyəti, əsasən qazda olan nəmin, turş komponentlərin, tozun və mexaniki qarışıqların miqdarından asılıdır.

Qazda tozun və mexaniki əlavələrin olması nəql zamanı boru kəmərlərinin və aparatların metal hissələrinin sürtülüb yeyilməsinə səbəb olur. Tozlar yeyilmədən dağılma yaradır və kipləşdirici üzüklərin, klapanların və porşenli kompressorların silindirlərinin sıradan çıxmasına səbəb olur, onların faydalı iş əmsalını azaldır.

Mexaniki hissəciklər soyuducuların borularının üzərinə çökür və istiliyin ötürülmə prosesini kəskin azaldır.

Qazı mexaniki əlavələrdən təmizləmə texnologiyasının seçilməsi hissəciklərin ölçüsündən və tələb olunan təmizlənmə dərəcəsi ilə asılıdır.

Ölçüləri 100-500mkm olan hissəciklər xüsusi aparatlarda – çökdürücü genişləndirici kameralarda, siklonlarda tutulur. Genişləndirici kameraların iş prinsipi qaz axını hərəkətinin sürətini aşağı salmağa və ondan ağırlıq qüvvəsinin təsiri ilə hissəciklərin çökdürülməsinə əsaslanır. Siklonlarda hissəciklər, mərkəzdənqaçma qüvvəsinin təsiri altında aparatın divarlarına atılır və aşağı düşür.

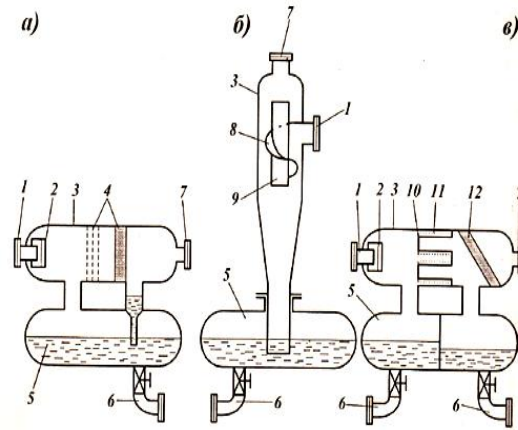
Həcmli separatorlar, praktiki olaraq yalnız 50-10 mkm ölçülü hissəciklərdən ibarət iri dispers tozları ayırır.

Ölçüləri 0,1-100 mkm olan hissəcikləri kənarlaşdırmaq üçün siklonlar, yağ tutucular (onlarda qaz mayedən keçir), saxsı və metalsaxsı filtrlərdən istifadə olunur.

Ölçüləri 0,1 mkm-dən az olan hissəciklər Broun hərəkətində olurlar və ağırlıq qüvvəsinin təsiri ilə çökmürlər. Belə asılqan hissəciklər elektrofiltrlərdə və ya tor tutucularda tutula bilərlər.

Praktikada təbii və neftlə yanaşı çıxan qazları mexaniki əlavələrdən və maye çirkləndiricilərdən təmizləmə işi mədənlərdə və zavodlarda separatorlarda aparılır. İlk olaraq qaz və qaz-kondensat yataqlarında lay təzyiqi qaz boru kəmərindeki təzyiqdən yüksək olur, odur ki, qazı nəqlə hazırlayarkən, onun təzyiqini aşağı salmaq lazım gəlir. Bunun üçün qaz xüsusi qurğudan – drosseldən keçirilir. Drosseldə qaz axını genişlənir və onun təzyiqi azalır. Qazın təzyiqi azaldıqda onun soyuması baş verir.

Ayırıcı qurğuların əsas aparatları separatorlardır (şək.2.2) ki, orada qaz və bərk fazalar maye fazadan ayrılır.



**Şəkil 2.2 Qazın təmizlənmə separatorları:**

a) üfüqi qravitasiyalı; b) mərkəzdənqaçma siklonlu; c) filtrləyici; 1-qazın daxil olması; 2- giriş sahəsi; 3- separatorun gövdəsi, 4- torvari damcıtutan paket, 5- kondensat tutumu; 6- kondensatın çıxışı; 7- qazın çıxışı; 8- axını sürətlə dövr etdirən; 9- daxil qazayırın boru; 10 - filtrləyici elementin çərçivəsi; 11- filtrləyici material; 12- damcı tutan.

Qaz fazasından damcıların və bərk hissəciklərin separasiyası ağırlıq

qüvvəsinin və ətalət qüvvəsinin təsiri altında və ya onların kombinə olmuş təsiri nəticəsində baş verir.

Ağırılıq qüvvəsinin təsiri ilə separasiya üçün qazın keçdiyi yolda horizontal sahə olmalıdır. Hissəciklərin qaz axınında aparılmasını minimuma endirmək üçün qaz axınının sürəti mümkün olan minimum həddə endirilməlidir.

Ətalət qüvvəsinin təsiri ilə separasiya qazın axını istiqamətinin qəflətən elə dəyişməsinə tələb edir ki, qazda olan bərk hissəciklər və maye damcıları hərəkətlərini ilkin istiqamətdə davam etdirə bilsinlər və öz istiqamətini dəyişmiş qaz axınından ayrılınsınlar.

Separasiya verdikdə, asılqan nəm damcılarının və bərk cisimlərin ölçüləri dəyişir. Belə ki, giriş sahəsində qaz axınında damcıların diametri 100-dən 1000 mkm-ə qədər (orta hesabla 700-800 mkm) həddə dəyişir və burada örtük mayesi də iştirak edə bilər. Separasiyanın birinci pilləsindən sonra axında diametri 30-dan 150 mkm-ə qədər olan damcılar, ikinci pillədən sonra isə ən xırda damcılar (diametri 1-dən 30-50 mkm-ə qədər) qalır.

Qazın kompleks hazırlanması qurğusunda ilkin təmizlənmə pilləsinin çıxışında maye dispers fazaların ümumi miqdarı  $350\text{mq/nm}^3$ -dan çox olmamalıdır.

Qazın dəyişən dispers tərkibinə və onun təmizlənməsi tələblərinə uyğun olaraq konstruksiya baxımından və təmizləndirici səmərəlilik baxımından müxtəlif separasiya qurğularından istifadə olunur. Bu qurğular öz fəaliyyət prinsipinə görə bölünür: qravitasiyalı, ətalət tipli (nasadkalı), mərkəzdənqaçma və filtirləyici.

Qravitasiya separatorları horizontal, vertikal və şarvari ola bilər. Onlar üçün ümumi olan çökdürmə zonasının olmasıdır. Burada dispers hissəciklərin ağırılıq qüvvəsi altında ayrılması baş verir.

Qazın girişində, adətən dağıdıcı lövhə (2) olur, qazın separatordan çıxışından öncə isə damcı tutucu torvari paket (4) yerləşir. Bu paket ətalət qüvvəsi hesabına xırda damcıları qazdan separasiya edir. Separatorun aşağısında tutulmuş mayenin (kondensatın) və tozların toplanma tutumu (5) olur. Bu tip separatorlar qazın təmizlənməsi gedişində, adətən birinci istifadə olunur.

Ətalət separatorları. Bu separatorların nasadkalı tipi böyük kontakt səthinə (10-dan  $500\text{m}^2/\text{nm}^3$ -ə qədər) malik olan nasadkalarla doldurulmuş aparatdır. Damcıların tutulması, onların nasadkalar ilə təması və nasadkanın öz kanallarında qaz axınının dəfələrlə dönmələri hesabına baş verir. Nasadka kimi Raşiq həlqələrindən (saxsıdan və ya metaldan düzəlmiş və hündürlüyü diametrinə bərabər olan həlqələr), lövhələrdən, çox təbəqəli paketlərdən və ya torlardan istifadə olunur. Belə separatorlarda damcıların tutulma dərəcəsi 99%-a çatır.

Çox zaman belə separatorların nasadkalı dalğavari polad lövhələrdən olur və onlar bir-birindən böyük olmayan məsafədə, vertikal olaraq yerləşdirilir.

Qaz vertikal olaraq aşağıdan yuxarıya doğru hərəkət etdikcə, əyri kanallar



əmələ gətirən qofrilərə dolanır, ətalət və sürtünmə qüvvələri hesabına, oradan maye damcılarını ayırılır və bu damcılar lövhələr üzərindən axaraq aparatın aşağısına (maye toplanan tutuma) daxil olur. Belə separator ölçüləri 20 mkm-dən böyük olan maye damcılarını tutur və qaza görə 6,0 milyon  $\text{nm}^3/\text{sutka}$  buraxılışı təmin edir.

Belə separatorların xüsusiyyətlərindən biri odur ki, tutulan mayenin təbəqəsi lövhə boyu qaz axımına qarşı axır və qazın müəyyən sürətində elə bir an yarana bilər ki, qaz sürtünmə qüvvəsi hesabına bu təbəqənin axımını dayandıra bilər.

Mayenin "asılması" və nasadkaların dolması baş verir.

Torvari damcı tutucular, adətən qazın yekun təmizlənməsi üçün istifadə olunur və qazın təmizlənməsi pilləsinin son sahələrində yerləşdirilir.

Mərkəzdənqaçma separatoru mayeni qazdan ayırmaq üçün əvvəlcədən burulmuş qaz axımında yaranan mərkəzdənqaçma qüvvəsindən istifadə edir. Bu zaman burulma sürəti nə qədər böyük və burulmuş qaz axımının radiusu nə qədər kiçik olsa, separasiya effekti bir o qədər yüksək olur.

Mərkəzdənqaçma separatorları mexaniki qarışıqların 95%-ni tutmağa imkan verir və qazın ilkin təmizlənməsi üçün giriş sahələrində istifadə olunur (xüsusən qazın tərkibində çox miqdarda mexaniki qarışıqlar olduqda).

İki tip mərkəzdənqaçma separatorundan istifadə olunur və onlar axını buran qurğulardan siklonlu və düz axınlı olmaları ilə fərqlənir.

Yanaşı qazı neft və sudan ayırmaq üçün, başqa sözlə dispers faza maye yox, qaz halında olduqda siklon tipli mərkəzdənqaçma separatoru işlədilir. Bu separatorun yuxarı seksiyaları qazın siklon separatorudur, aşağı hissəsi isə qaz qalıqlarını neftdən ayırmaq, suyun və neftin əsas kütləsinin təbəqələşməsi üçün çökdürücüdən ibarətdir.

Filtrləşdirici separatorlar qazın ölçüləri 05-dən 10 mkm-ə qədər olan və digər tip separatorlarla tutula bilməyən maye hissəciklərdən incə, son təmizləmədə istifadə olunur.

Filtrləyici elementlərin diametri, adətən 50-dən 100mm-ə qədərdir, onların uzunluqlarının diametrlərinə nisbəti 12-15-ə bərabərdir. Belə elementlərin sayı 30-50 ədədə arasında olur. Debiti az olan quyularda qazın nəqlə hazırlanması üçün sadə separasiya qurğusundan istifadə olunur. Bu qurğulara aiddir: damcı mayeni ayırmaq üçün yüksək təzyiqli separator, drossel qurğusu, qaz maye qarışığını ayırmaq üçün ikinci separator və qaz kondensatını kənarlaşdırmaq üçün qurğu.

Qaz yatağının istismarı prosesində layda təzyiqlin düşməsi qazın lazımı şəhlənmə nöqtəsini təmin etmir. Bu halda, sadə separasiya sxeminə, qazın genişlənmədən əvvəl soyudulması üçün istilikdəyişdirici əlavə olunur.

Avtomatik cihazlarla təchizat qazın təzyiqinin tənzimlənməsi üçün bir neçə səviyyədə tənzimləyicilərdən və klapanalardan ibarətdir. Tənzimləyicilər suyun buraxılmasına və qaz kondensatının separatorundan kənarlaşdırılmasına xidmət edir.

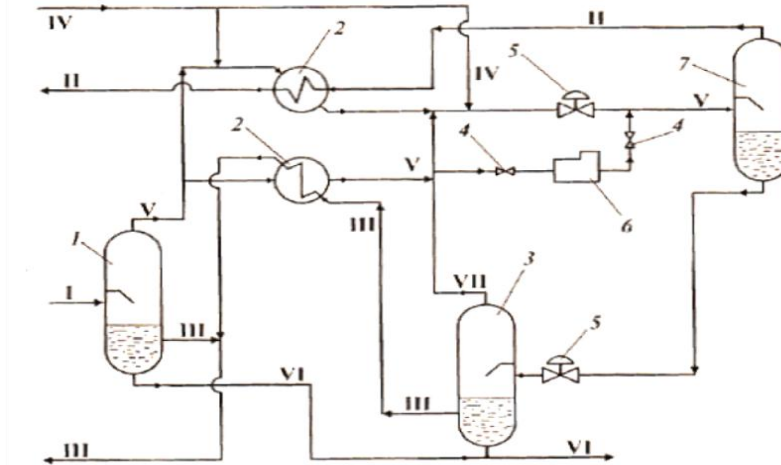
Tələb olunan susuzlaşmanı əldə edilməsi üçün yatağın yığma şəbəkəsi ilə qaz borularına paylayıcı kollektorlar arasında təzyiqin aşağı düşməsi lazımdır, qurğuların normal işini təmin etmək üçün bu təzyiqlər fərqi 7MPa-dan çox olmalıdır. Bu təzyiqlər fərqi qiyməti bir tərəfdən quyunun çıxışındakı təzyiqlə, digər tərəfdən qaz borularının çıxış nəzarəti üçün müəyyən edilmiş təzyiqlə təyin olunur. Qaz borularının çıxış kollektorları üçün təzyiq sabit qalsa da, quyunun çıxışında təzyiq tədricən azalır. Bu səbəbdən də zaman keçdikcə separasiyanın aşağı temperaturunun alınması təmin olunur.

Qazın işlənməsi üçün aşağı temperatur yaratmaq məqsədi ilə sadə separasiya qurğusuna xüsusi soyuducu əlavə olunur və qaz separasiyadan əvvəl soyudulur.

Belə qurğular qazın aşağı temperaturu separasiyası (QATS) qurğusu adlanır. Qurğularda soyuducu agent kimi amonyak, propan, freon və digər aşağı temperaturlarda qaynayan maddələrdən istifadə olunur.

Yeni layihələrdə QATS əsas qurğuların tərkibinə daxil edilir və burada təkçə qazdan maye karbohidrogenlər separasiya olunmur, həmçinin hidrat əmələgəlmə inhibitorunun regenerasiyası və qaz kondensatının stabilləşməsi də aparılır.

Aşağı temperaturu separasiya (ATS) prosesinin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, drosselləşdirmə ilə qazın temperaturunu mənfi 30°C-ə qədər azaltmaqla karbohidrogenlərin bir dəfəlik kondensasiyası baş verir. Şək.2.3-də aşağı temperaturu separasiya prosesinin prinsiplial sxemi verilir.



**Şəkil 2.3 Qazın aşağı temperaturu separasiya qurğusunun prinsiplial sxemi:**

1,7 – 1-ci və ikinci pillə qazlarının separatorları; 2 – istilikdəyişdiricilər; 3 – xam kondensatın separatoru; 4 – ventillər; 5 – drossel klapanı (detander); 6 – soyuducu maşın; I – ilkin qaz; II – separasiya olunmuş qaz; III – stabilləşməyə verilən kondensat; IV – hidrat əmələgəlmə inhibitoru məhlulu (regenerasiya olunmuş); V – 1-ci pillənin qazı; VI – hidrat əmələgəlmə inhibitorunun regenerasiyaya nəqli; VII – qaz kondensatı separatorundan çıxan qaz.

İlkin qaz I təzyiq altında (8-12MPa) birinci pillə separatora (1) daxil olur və burada ondan ağır qaz kondensatı (III) və hidrat əmələgəlmə inhibitoru (VI) ayrılır. Sonra qaz istilikdəyişdiricilərdən (2) (2-ci pillə separasiyanın qaz və kondensatı ilə soyudulur) keçərək drossel qurğusuna (5) daxil olur. Drosseldə qazın təzyiqi 4-5MPa azalır və bunun hesabına temperatur kəskin enir və yüksək temperaturda qaynayan karbohidrogenlər kondensləşir. Əmələ gələn kondensat 2-ci pillənin separatorunda (7) ayrılır, qaz (II) isə (ağır karbohidrogenlərdən təmizlənmiş) istehlakçıya göndərilir.

Hər bir karbohidrogenin kondensləşmə dərəcəsi (kondensləşmiş qazın miqdarının onun qazda ümumi miqdarına nisbəti, %-lə) temperatur və təzyiqdən asılı olur. Təzyiq 3,5MPa və temperatur mənfi 40°C olduqda, butanların və pentanların praktiki olaraq tamamilə kondensləşməsi baş verir. Etan və propan bu zaman uyğun olaraq 50 və 79% kondensləşir.

ATS aşağı temperaturda aparıldığından, qaz axınına hidrat əmələgəlmə inhibitoru əlavə olunur ki, o da qazın nəmini tənzimləyir. İnhibitor kimi metanol və ya qlikoldan istifadə olunur və onlar regenerasiyadan sonra prosesə qaytarılır.

ATS-in əsas parametri quyudan çıxan qazın ilkin təzyiqidir. Birinci pillə separatorundan öncə, kompressorun yerinə, bəzən soyuducu maşın (6) qurulur.

Hazırda əksər ATS qurğuları kondensatın və nəmin qazdan ayrılması dərəcəsinə görə standartın qoyduğu tələbləri ödəmir. Bunun əsas səbəbləri separasiya avadanlığının izafi yüklənməsi, istilikdəyişdiricilərin kifayət qədər səthlərinin olmaması və vaxtında soyuducu qurğuların qurulmamasıdır.

ATS prosesi ilə qazdan karbohidrogenlərin çıxarılması əsas etibarilə ilkin qazın tərkibi ilə (məsələn, onun orta molyar qaynama temperaturu ilə) müəyyən edilir. Belə ki, qazın separasiya temperaturu mənfi 40°C və qazın molyar qaynama temperaturu mənfi 100°C olduqda, n-pentanın çıxarılma dərəcəsi 99% təşkil etdiyi halda, qazın molyar qaynama temperaturu mənfi 156°C olduqda, bu göstərici yalnız 70% olur. Belə çıxır ki, yatağın istismar müddəti artdıqca, tərkibinə görə qaz yüngülləşir və belə qazdan maye karbohidrogenlərin tələb olunan səviyyədə çıxarılması üçün separasiya temperaturunu aşağı salmaq lazımdır. Bunu əldə etmək olduqca çətindir, çünki eyni zamanda lay təzyiqi də aşağı düşmüş olur.

Qazın klapandan drosselləşdirmə əvəzinə onun turbodetanderdə genişləndirilməsi – aşağı temperaturlu kondensasiya (ATK) prosesindən istifadə oluna bilər. Bu, imkan verir ki, qaz təzyiqinin azalmasından səmərəli istifadə olunsun, qazın daha aşağı soyutma temperaturu (mənfi 120°C-ə qədər) əldə olunsun.

Turbodetander turbokompressora oxşar quruluşlu maşındır. Onda ümumi val üzərində qaz turbini və qazın nəqləmə boru kəmərinə göndərilən qazı sıxan kompressor yerləşir. Genişlənən qaz turbini fırladır və bunun nəticəsində onun soyuması baş verir.

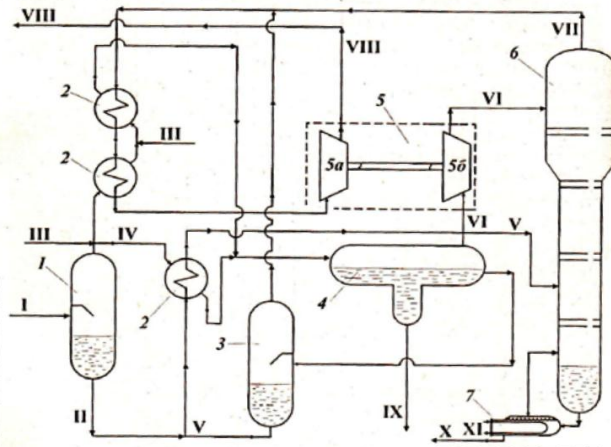
ATK keçən əsrin 60-cı illərindən istifadə olunmağa başlamışdır. Buna səbəb neft-kimya proseslərində xamal ehtiyatlarının əsas komponentlərindən biri olan etana tələbatın artması idi. Bu qazın soyudulması üçün aşağı temperatur keçidi tələb olunurdu ki, ondan etanın (və uyğun olaraq daha ağır karbohidrogenlərin) çıxarılma dərəcəsi yüksək olsun. Bu işə drosselləşdirmə ilə yanaşı, süni soyutmanı da tələb edirdi. Nəticədə qazdan etanı 85-87%, propanı 99% və digər karbohidrogenləri 100% çıxarmaq mümkündür.

Süni soyuqluq (mənfi 70°C-ə qədər və daha aşağı) yaratmaq üçün, adətən kompressorlu soyuducu maşınlardan istifadə olunur ki, onlarda soyuducu agent – propan, etan və ya freon olur. Həmçinin turbodetandərlərdən də istifadə olunur ki, onlarda genişlənən qazın enerjisi soyuq istehsalı üçün rekuperasiya olunur.

Aşağı temperaturlu kondensasiya üçün tipik qurğunun (ATKQ) prinsipial sxemi şəkl.2.4-də verilir.

İlkin qaz I qurğuya daxil olmazdan öncə qurudulur, istilikdəyişdiricilərdə (2) soyudulur və ondan separatorlarda (1,3) kondensləşmiş karbohidrogenlər ayrıldıqdan sonra, turbodetandərlərdən (5) keçərək ayırıcı kalona (6) daxil olur. Ona istilikdəyişdiricilərin (2) birindən kondensləşmiş karbohidrogenlərin qarışığı (V) (1 və 3 separatorlarından) daxil olur. Kalonun aşağı hissəsindən etan və daha ağır (YKGF) kondensləşmiş karbohidrogenlər qarışığının hamısı çıxarılır.

Etansızlaşmış qaz (VII) kalonun yuxarı hissəsindən istilikdəyişdiricidən (2) keçərək turbodetandərdə (5) separatorndan (4) gələn, genişlənən qazın enerjisi ilə sıxılır və sonra istehlakçıya (VIII) verilir.



**Şəkil 2.4** Aşağı temperaturlu kondensləşmə (ATK) prosesinin prinsipial sxemi:

1,4 – 1-ci və 2-ci pillənin separatorları; 2 – istilik dəyişdirici; 3 – kondensatın aralıq desorberi; 5 – turbodetander (5a – kompressor, 5b – turbin); 6 – rektifikasiya kalonu; 7 – qaynadıcı; I – ilkin qaz; II – xam qazın kondensatı; III – regenerasiya olunmuş hidrat əmələgəlmə inhibitoru; IV – 1-ci pillənin separatorundan çıxan qaz; V – qaz benzini; VI – 2-ci pillənin separatorundan çıxan qaz; VII – etansızlaşmış qaz, VIII – istehlakçıya verilən sıxılmış qaz; IX – regenerasiyaya göndərilən hidrat əmələgəlmə inhibitoru; X – YKGF; XI – istilik daşıyıcısı.

YKGF qaz ayırma qurğusuna verilir və burada ondan etan fraksiyası (etanın miqdarı 87-90% mol) və digər, daha ağır karbohidrogenlər fraksiyası ayrılır.

Parafinlərin çökməsini aradan qaldırmaq üçün elə iş rejimi seçmək lazımdır ki, həmin rejimdə bütün separasiya pillələrində ayrılan kondensat fraksiyalarının ayrılma nöqtəsi temperaturu donma temperaturundan bir neçə dərəcə aşağı olsun. Bunlar aşağı temperaturlu separasiya və kondensləşmə qurğularının qovşaqlarının normal işi ilə təmin olunur.

Hazırda separasiya qurğularının sxemində hidrat əmələgəlmə inhibitoru istilikdəyişmə aparatına verilir.

QATS-ın normal işi üçün hidrat əmələgətirmə inhibitoru məhlulu elə qatılıqda verilməlidir ki, məhlulun donma temperaturu, boruları soyudan soyuducu aqentin temperaturundan bir neçə dərəcə aşağı olsun, əks halda o, buxarlandırıcı – soyuducu borularında donmağa başlayar ki, bu da qurğunun normal işini poza bilər.

#### **2.4. Maye uducularla qazın qurudulması**

Təbii qazdan nəmin çıxarılması üçün müxtəlif quruduculardan istifadə oluna bilər və onlar aşağıdakı xüsusiyyətlərə malik olmalıdır:

- Geniş qatılıq, təzyiq və temperatur intervalında kifayət qədər qurutma qabiliyyəti (başqa sözlə, qazın şəh əmələgəlmə temperaturunun kifayət qədər aşağı düşməsinə təmin edir);

- Doymuş buxarların aşağı təzyiqli olması (buxarlanma zamanı itkilərin az olması üçün);

- Qaynama temperaturu elə olmalıdır ki, udulmuş suyun quruducudan ayrılması üçün sadə üsullardan istifadə etmək mümkün olsun;

- İstismar şəraitlərində az özlülüyə malik olmalıdır ki, absorberlərdə, istilikdəyişdiricilərdə və digər kütlə mübadiləsi avadanlıqlarında yaxşı kontakt təmin etsinlər;

- Qaz komponentləri ilə aşağı qarşılıqlı həll olması;

- Aşağı korroziya aktivliyi;

- Qaz ilə kontakt şəraitlərində aşağı köpüklənməsi;

- Oksidləşməyə və termiki parçalanmaya qarşı yüksək davamlılığı.

Bundan başqa quruducular ucuz olmalı və xidmət personalı üçün təhlükəli olmamalıdır. Yuxarıda göstərilən tələblərə bu və ya digər dərəcədə qlikollar – etilenqlikol (EQ), dietilenqlikol (DEQ), trietilenqlikol (TEQ), propilenqlikol (PQ) və parafin sırası spirtləri (metanol, etanol), qlikolların spirtlərlə və onların efiirləri ilə qarışıqları cavab verir.

Etilenqlikolun, dietilenqlikolun, trietilenqlikoun və propilenqlikolun qatı məhlulları quruducu kimi daha geniş istifadə olunur. Onlar avadanlıqların korroziyasına səbəb olmur, bu isə avadanlıqların detallarının ucuz markalı

poladdan hazırlanmasına imkan verir.

Qlikolların əhəmiyyətli xassəsi suda məhlulların donma temperaturunu aşağı salmasıdır. Bu xəssə qlikolların suda məhlullarının mənfi temperaturlarda hidrat əmələgəlmə inhibitoru kimi istifadə olunmasına imkan verir.

Etilenqlikolun məhlulları DEQ və TEQ-un eyni qatılıqlı məhlulları ilə müqayisədə daha aşağı donma temperaturuna, hidrat əmələgəlmənin qarşısını daha yüksək dərəcədə almağa, qurudulmanın işçi temperaturlarında aşağı özlülüyə və karbohidrogen kondensatında daha az həll olma qabiliyyətinə malikdir.

Lakin EQ-un əsas çatışmayan cəhəti onun yüksək buxar əmələgətirmə qabiliyyətidir. Məsələn, 99%-li EQ məhlulunun buxar əmələgətirmə qabiliyyəti DEQ və TEQ-un buxar əmələgətirmə qabiliyyətindən, müvafiq olaraq 2,5 və 7 dəfə yüksəkdir. Odur ki, qurutma zamanı etilenqlikol daha çox itirilir.

Təbii qazın TEQ-da həll olması DEQ-da həll olmaya nəzərən 25-30% çoxdur. Bu nöqtəyi-nəzərdən, yüksək təzyiqdə DEQ istifadəsi daha məqsədəuyğundur, belə ki, o, su – karbohidrogenlər sistemində daha yüksək seçicilik əmsalını təmin edir.

Qlikollar yanğın və partlayış təhlükəli maddələrdir.

EQ və PQ DEQ və TEQ-dan fərqli olaraq bioloji cəhətdən tam parçalanır. Bununla əlaqədar, ətraf mühitin mühafizəsi baxımından QE və PQ-ın istifadəsi daha məqsədəuyğundur.

Qurudulmanın təkmilləşdirilmiş üsullarından biri – əks axın fəaliyyətli aparatlarda absorbsiya prosesidir. Bu aparatda uducu (maye) yuxarıdan aşağıya, qaz isə əksinə aşağıdan yuxarıya hərəkət edir.

Qazın qlikol ilə qurudulması zamanı, qazın şehlənmə nöqtəsinin aşağı düşməsi quruducunun ilkin məhlulunda suyun qatılığından, absorbsiya kalonunda temperaturdan, quruducuların xassələri və tərkibindən, qaz və quruducu arasında kontaktın səmərəliliyindən, qazda suyun və ağır karbohidrogenlərin miqdarından, prosesin temperatur və təzyiqindən asılıdır.

Nəm qazdan su o vaxta qədər çıxarılır ki, qazda və quruducunun məhlulu üzərində suyun təzyiqi eyni olsun. Bu proses maye quruducunun nəm qaz ilə absorberdə kontaktı zamanı baş verir. Fazaların kontaktı kalonun daxilində pilləli (boşqablı kalonlarda) və ya fasiləsiz olaraq (nasadkalı kalonlarda) həyata keçirilə bilər.

Boşqablı absorberlər praktikada tətbiqlərini tapmışlar. Onlar vasitəsilə nasadkalı kalonlara nəzərən daha böyük təzyiqlər fərqi yaratmaq mümkündür.

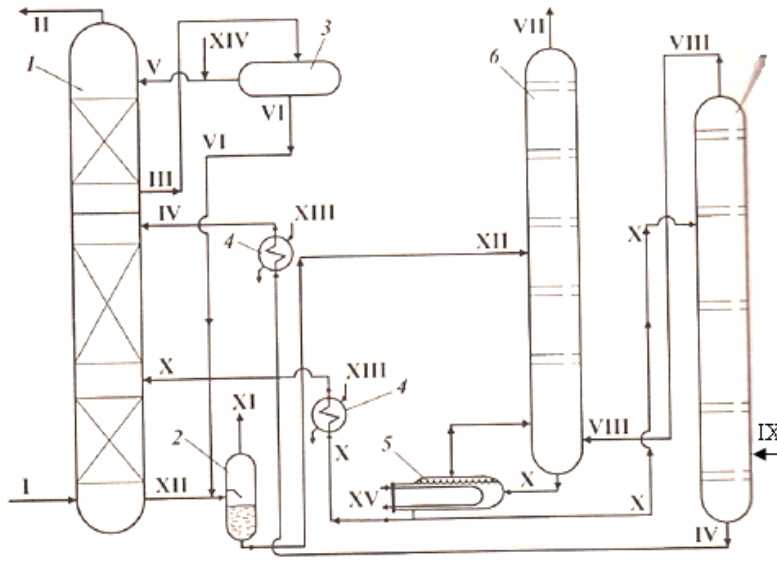
Əksaxınlı absorberlər üçün tarazlıq şəraitinə kalonun yuxarı boşqabının kontakt rejimi şəraitində baxılır. Şehlənmə nöqtəsinin əldə olunan azalması, əsasən absorbentin qatılığından, temperaturdan və kontakt müddətindən asılı olur. Absorbentin qatılığı qurudulmanın maksimal dərinliyini müəyyən edir.

Qazın absorbsiyalı qurudulmasının daha təkmilləşdirilmiş sxemi bir və

ikipilləli sxemlərdir. Birpilləli sxem üzrə qaz bir absorberdə, ikipilləli sxem üzrə iki mərhələdə aparılır.

Birinci pillədə qlikolun qatılığı nisbətən az olan quruducu məhlul ilə kobud qurudulma aparılır. Qazın tamamilə qurudulması daha yüksək qatılıqlı quruducu məhlul ilə aparılır.

Qazın qurudulması qurğusunun texnoloji sxemində (şək.2.5) absorber iki seksiyadan ibarətdir: kontakt və quruducu. Quruducu seksiyanın aşağı hissəsinə qismən regenerasiya olunmuş TEQ məhlulu, yuxarı hissəyə isə tamamilə regenerasiya olunmuş və tərkibində TEQ -un qatılığı 99,95% olan məhlul verilir.



**Şəkil 2.5 Qazın qurudulması üçün ikipilləli qurğunun texnoloji sxemi:**

1 – absorber; 2 – separator; 3 – pentan üçün tutum; 4 – soyuducu; 5- qaynadıcı; 6 – ilkin buxarlandırıcı kalon; 7 – ikinci buxarlandırıcı kalon; I – ilkin qaz; II – qurudulmuş qaz; III – pentan və TEQ qarışığı; IV – tamamilə regenerasiya olunmuş TEQ; V – dövr edən pentan; VI – qurudulmuş qaz axınından tutulmuş TEQ; VII, VIII – nəm üfürücü qaz; IX – quru üfürücü qaz; X – qismən regenerasiya olunmuş TEQ; XI – separasiya qazları; XII – doymuş TEQ; XIII – soyuducu agent; XIV – təmiz pentan; XV – istilik daşıyıcısı.

Kontakt seksiyası qaz axını ilə aparılan TEQ-in tutulmasına xidmət edir.

Qurudulan qaz I absorberin (1) aşağısına daxil olur və burada qismən regenerasiya olunmuş TEQ ilə kontaktda olur. Doymuş TEQ (XII) absorberin (1) aşağısından separatora (2) daxil olur və burada udulmuş karbohidrogenlərin məhluldan qismən ayrılması baş verir, sonra o, ilkin kalona (6) göndərilir və burada TEQ 96%(kütlə) qatılığa qədər regenerasiya olunur. Kalonun aşağısında temperatur 204°C həddində saxlanılır. TEQ məhlulunun bir hissəsi (X) kalonun (6) aşağı hissəsindən qaynadıcıdan (5) keçməklə kənarlaşdırılır və absorberin (1)

aşağı seksiyasına, digər hissəsi isə ikinci kalona (7) verilir. İkinci kalonda məhlul üfürücü qazın (IX) köməyi ilə qatılaşıdırılır. Tamamilə regenerasiya olunmuş (IV) məhlulda TEQ-in qatılığı 99,95%(kütlə) olur və ikinci kalonun (7) aşağı hissəsindən absorberin (1) ikinci seksiyasının yuxarı hissəsinə verilir. Qurudulmuş qaz kontakt seksiyasına daxil olur və burada qurudulmuş qaz ilə aparılan TEQ-in əsas kütləsi pentan ilə yuyulmaqla kənarlaşdırılır.

Qeyd etmək lazımdır ki, belə az miqdar suya malik TEQ məhlulu ilə nəzəri olaraq qazı şehlənmə temperaturu mənfi 84°C-ə qədər qurutmaq olar və bu da imkan verir ki, bu cür prosesdən sıxılmağa verilən qazı qurutmaq üçün istifadə olunsun.

Son illər qazın birbaşa axın sxemi ilə qurudulması geniş istifadə olunur və bu halda horizontal absorberlərdən istifadə olunur. Tipik horizontal absorber diametri 400 mm və uzunluğu 7000 mm olan silindrdən ibarətdir. Bu silindrdə diametri 300 mm, uzunluğu 600 mm olan dörd forsunkalı mərkəzdənqaçma separatorları və kontakt kamerası yerləşdirilmiş olur.

Kənar separasiya qovşaqları qaz ilə daxil olan mexaniki qarışıqları ayırmaq və DEQ-in tamamilə separasiyasının həyata keçirilməsi üçündür.

Birbaşa axın sxemi ilə qazın qurudulması işlənmiş qlikolun yığılması üçün nəzərdə tutulmuş çoxlu miqdarda yardımçı avadanlıqların olması ilə fərqlənir. Bu qurğuların qurulması böyük tikinti meydanı tələb edir. Bu tip absorberdə qurutma prosesi çilənmə zonasında qazın hərəkət sürətindən, absorbent hissəciklərinin hərəkətinin nisbi sürətindən, absorbentin qaz ilə kontakt səthinin qiymətindən, kontakt temperaturundan, qazın çirklənmə dərəcəsindən, separasiya qurğularının konstruksiyasından, absorbentin qatılığından və s. asılıdır. Qlikol nasos ilə çiləyici qurğudan keçməklə horizontal absorberə verilir və burada böyük ümumi səthə malik damcılar əmələ gəlir. Səthin böyüməsinin həddi qlikolun elə çilənməsi halında yaranır ki, onun olduqca kiçik hissəcikləri dumana çevrilir. Bu zaman damcılarının yüksək hərəkət sürəti və qaz axınında yaxşı çilənməsi təmin olunmalıdır.

Çilənmə zonasında təkçə sürətli maddələr mübadiləsi getmir, həm də qazın və qlikolun temperaturlarının bərabərləşməsi baş verir.

Bir qayda olaraq yaxşı kontakt üçün çilənən qlikol qaz axınına qarşı vurulur. Qlikolun xırda damcıları qurudulma prosesinin gedişində birləşərək daha böyük damcılar əmələ gətirir və onlar aparatın divarlarında çökərək qurutma prosesində iştirak etmir. Qurudulma prosesi qlikolun absorberə verilmə zonasında daha çox səmərəli, kənarlaşdırma zonasında isə daha az səmərəli olur. Qazın nəmədən qurudulması və DEQ ilə tarazlıq kalonların sonunda, çıxışda baş verir. Oudur ki, qazın birbaşa axınla qurudulması zamanı, qazın şehlənmə nöqtəsi, eyni şəraitdə əksaxımlı qurudulma ilə alınan qazın şehlənmə nöqtəsindən həmişə yüksək olur. Qazın birbaşa axınla təmizlənməsi prosesinin əsas qüsurlarından biri budur.



Qazın şehlənmə nöqtəsini aşağı salmaq məqsədi ilə regenerasiya olunmuş quruducu məhlulun absorberə çoxpilləli daxil edilməsi praktikada həyata keçirilir. Daha aşağı şehlənmə nöqtəsi almaq üçün quruducunun qatılığının maksimum olması vacibdir. Quruducunun daha çox durulaşması, daxil olmanın birinci mərhələsində, daha az durulaşması isə sonuncu mərhələdə həyata keçirilir.

Bu tip aparatlarda axınların yüksək sürəti səbəbindən məhsulların güclü köpüklənməsi baş verir ki, bu da qlikol itkisinə səbəb olur. Doymuş qlikolu köpüksüzləşdirmək üçün xüsusi tutum quraşdırılması təklif olunur. Köpük əmələgəlmə dərəcəsi prosesin temperaturundan, qazın absorberdə sürətindən, qazda maye karbohidrogenlərin miqdarından və ş. asılıdır. Köpüyü xüsusi kimyəvi reagentlərin köməyi ilə “söndürmək” olar.

Horizontal birbaşa kontaktorlara verilməzdən əvvəl qaz qravitasiya separatoruna daxil olur. Separatorda qaz axınının sürətinin 15-20 m/s-dən 0,35 m/s-yə qədər azalması hesabına boru kəmərinə qazın genişlənməsi və damcı mayesinin çökməsi baş verir. Sonra qaz horizontal absorberə daxil olur ki, bu absorberə mərkəzdənqaçma forsunkası vasitəsi ilə DEQ məhlulu çilənir. Absorberlərdən qaz ayırıcı tutumlara daxil olur və orada qlikol damcılarından azad olur. Doymuş DEQ ayırıcı tutumun aşağı hissəsindən separatora daxil olur və orada udulmuş karbohidrogenlərin bir hissəsinin ayrılması baş verir. Separasiya qazları yanacaq şəbəkəsinə verilir. Separatordan DEQ tutuma göndərilir, sonra o, istilikdəyişdiricidən keçməklə buxarlandırıcı kalona göndərilir. Qızdırıcıda temperatur 150°C həddində saxlanılır. Regenerasiya olunmuş qlikolun qatılığı 93-95%(kütlə), işlənmiş qlikolun qatılığı 91-93%(kütlə) olur.

#### **2.4.1. Tərkibində hidrogen sulfid saxlayan qazların qurudulması.**

Tərkibində xeyli miqdarda hidrogen sulfid olan qazları qurutma qurğularına hidrogen sulfidin nəmlik tutumu, qazın hidrat əmələgəlmə temperaturu, qlikolun köpüklənməsi, həmçinin qazın korroziya və eroziyaya səbəb olma qabiliyyəti ilə əlaqədar bir sıra tələblər irəli sürülür.

Tərkibində 10-15%(kütlə) hidrogen sulfid olan çox kükürlü qazlarda su buxarının miqdarı, eyni şəraitdə tərkibində hidrogen sulfid olmayan qaza nisbətən təxminən 2 dəfə çox olur. Hidrat əmələgəlmə temperaturu da çox kükürlü qazlarda yüksək olur. Qazda hidrogen sulfidin olması, qazın şehlənmə temperaturunun təyinini çətinləşdirir.

Hidrogen sulfid və CO<sub>2</sub> ilə qlikolun daima kontaktda olması hesabına, qlikol zaman keçdikcə turşulaşır, bu isə avadanlıqların və boruların korroziyasına səbəb olur. Korroziya daha çox ventillərdə və boruların dirsəklərində baş verir.

Regenerasiya qurğularında korroziyanın qarşısını almaq üçün hidrogen sulfid və su ilə doymuş qlikol məhlulu desorberə daxil olmazdan əvvəl

regenerasiya blokunun qarşısındakı üfürücü kalona verilir. Bu kalonda hidrogen sulfid doymuş məhluldan ayrılır və təmizlənmiş məhlul regenerasiya blokuna daxil olur.

Yüksək kükürlü qazı emal etdikdə neytral qazların emalından fərqli olaraq, qlikolun köpüklənməsi halına daha tez-tez rast gəlinir. Bu, qlikolda qazların, o cümlədən, H<sub>2</sub>S-in həll olması korroziya məhsulları, quyuya vurulan korroziya inhibitorları və kükürd həlledicisi ilə çirklənməsi ilə izah edilir. Qlikolun köpüklənməsi, yüksək temperaturda ondan həll olmuş qazların ayrılması zamanı xüsusilə güclənir. Köpüklənmənin azaldılmasının ən yaxşı üsulu onların regenerasiya blokuna daxil olmadan əvvəl, filtrləmə ilə çirkləndiricilərdən təmizlənməsidir. Filtrləyici element kimi aktivləşdirilmiş kömürdən istifadə oluna bilər. O, su buxarı ilə regenerasiya olunur.

Yüksək kükürlü qazları qurutmaq üçün qurğuları layihələşdirərkən korroziya məhsullarını ayırmaq üçün tutumun nəzərə alınması vacibdir.

Qlikolun keyfiyyətinə nəzarət etmək üçün müntəzəm olaraq mühitin pH-nı yoxlamaq lazımdır. Bəzən qlikolun oksidləşməsi ilə mübarizədə xüsusi regeneratör əlavə olunur. Həmçinin məqsədəuyğun hesab olunur ki, regenerasiya blokunda turş qazları (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S və turşu və ya turşu anhidridi olan digər komponentləri) quruducu məhlulundan ayırmaq üçün əlavə kalon qoyulsun. Bu, imkan verir ki, regenerasiya blokunun digər aparatları adi poladdan hazırlansın.

Yüksək kükürlü qazların qurudulması zamanı qurğularının istismarının etibarlılığına qaz ilə təmasda olan qurğu hissələrinin material seçimi təsir edir. Hidrogen sulfidli qaz ilə kontaktda olan qovşaqlarda qaz quruducu qurğuları 12-18 ay istismardan sonra təmizlik və nəzarət işləri üçün təmirə dayandırılmalıdır.

Qurutma qurğularında quruducunun itkisi aşağıdakı hallarda olur: onlar buxarlandıqda, oksidləşdikdə və parçalandıqda; maye karbohidrogenlərdə həll olması hesabına; damcı aparılma hesabına; təmir zamanı; nümunə götürüldükdə və s.

Hazırda ATS qurğularında DEQ-in illik orta itkisi 40-45q/nm<sup>3</sup> təşkil edir. Bu itkinin 80%-i qazla aparılma itkisi, 12%-i kondensat hesabına, 8%-i axma hesabına baş verir.

Absorberdən çıxan qurudulmuş qazı soyutmaqla qlikol itkisini xeyli azaltmaq olar. Quruducuların itkisini onun buxarlarını pentan ilə absorbsiya etməklə də azaltmaq olar.

## **2.5 Qazın turş komponentlərdən təmizlənməsi**

Məişətdə və texnoloji proseslərdə istifadə olunan qaz az miqdarda turş komponentlərə malik olmalıdır. Karbon qazı və kükürlü birləşmələr boruların və avadanlıqların korroziyasına səbəb olur. Kükürlü birləşmələr və onların yanma

məhlulları ətraf mühiti zəhərləyir və insan orqanizminə zərərli təsir göstərir. Kükürdün hidrogen sulfid və merkaptan kimi birləşmələri xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələri üçün qiymətli xammaldır. Magistral qaz kəmərlərinə verilən qazın tərkibində kükürlü komponentlərin standartla görə icazə verilən qatılıqları  $20\text{mq}/\text{nm}^3$ -dan çox olmamalıdır.

Təbii qazın kükürlü birləşmələrdən təmizlənməsi xeyli məsrəflərlə bağlıdır, lakin oradan alınan kükürdün reallaşdırılması çox vaxt bu məsrəfləri ödəyir.

Qazı turş komponentlərdən təmizləmək üçün maye proseslər və absorbsiyalı təmizləmə proseslərindən istifadə olunur.

Maye prosesləri öz növbəsində şərti olaraq 4 qrupa bölünür.

**Xemosorbsiya prosesləri**, əsasən  $\text{H}_2\text{S}$  və  $\text{CO}_2$ -nin absorbentlərlə kimyəvi təsirinə əsaslanır. Absorbent kimi daha geniş yayılanlar monoetanolamin (MEA), dietanolamin (DEA), trietanolamin (TEA), diizopropanolamin (DİPA), diqlikol amindir (DQA). Qələvi ilə və aminturşularla təmizləməni də bu qrupa aid etmək olar.

Turş komponentlərin kənarlaşdırılması üçün **absorbsiya proseslərində** uducuların seçici absorbsiyası əsas faktordur. Bu proseslərdə absorbent kimi N-metilpirrolidon, propilen karbonat, tributil fosfat, aseton, metanol və s. istifadə oluna bilər. Bu proseslər çox miqdarda turş komponentlərə malik qazların təmizlənməsi üçün səmərəlidir.

**Kombinə olunmuş proseslərdə** qarışıq (fiziki və kimyəvi) uduculardan istifadə olunur. Bunlardan ən geniş yayılanı uducu kimi sulfolanın (tetrahidrotiofen dioksid) kimyəvi uducularla birgə istifadə olunduğu prosesdir. Kimyəvi uducu kimi aminlər, ilk növbədə DİPA istifadə olunur.

Bütün üsullarda turş komponentlərin uducuları yüksək seçiciliyə, kimyəvi və termiki stabilliyə, buxarların aşağı qüvvətliliyinə (elastikliyinə), aşağı korroziya aktivliyinə, yüksək uduculuq qabiliyyətinə və karbohidrogenlərlə münasibətdə kimyəvi təsirsizliyə malik olmalıdır.

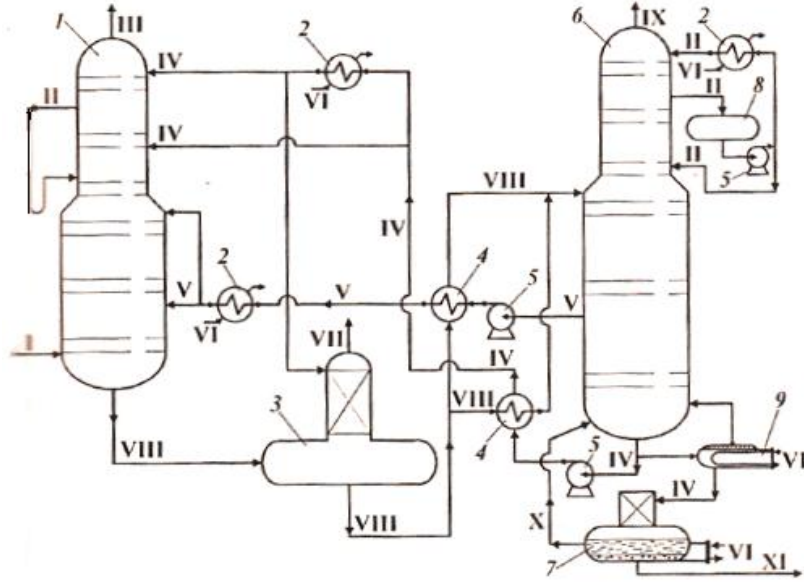
**Oksidləşdirici proseslər** udulmuş hidrogen sulfidin dönməz olaraq elementar kükürdə çevrilməsinə əsaslanır. Məsələn, uducu kimi qələvi metalların arsen duzlarının qaynar məhlulları istifadə olunur. Proses zamanı udulmuş  $\text{H}_2\text{S}$  elementar kükürdə qədər oksidləşir.  $\text{CO}_2$ -yə münasibətdə bu proses adi siklik sorbsiya prosesidir. Prosesin əsas çatışmamazlığı istifadə olunan uducunun çox zəhərli olmasıdır. Uducu kimi, həmçinin antraxinondisulfoturşunun iki formasının natrium duzlarının məhlullarından da istifadə olunur.

**Adsorbsiya prosesləri** o zaman istifadə olunur ki, təbii və yanaşı qazlarda kükürlü birləşmələrin miqdarının olduqca az miqdarda olması tələb olunsun. Bu proseslərdə adsorbent sintetik seolitlər və digər adsorbentlər ola bilər.

Qaz sənayesində ilk üç proses daha geniş istifadə olunur.

**Qazın xemosorbsiyalı təmizlənməsi.** Qazları turş zərərli əlavələrdən

təmizləmək üçün əsas təmizləmə proseslərindən biri monoetanolamin ilə təmizləmə prosesidir. **MEA prosesinin** prinsipial sxemi şək.2.6-da verilir.



**Şəkil 2.6. Qazın MEA ilə təmizlənməsinin prinsipial sxemi:**

1 – absorber; 2 – soyuducu; 3 – həll olmuş qazın desorberi; 4 – istilikdəyişdirici; 5 – nasos; 6 – desorber (MEA-nin regeneratörü); 7 – MEA məhlulünün təmizlənmə bloku; 8 – suvarma tutumu; 9 – qaynadıcı; I – ilkin qaz; II – dövredici suvarma; III – təmizlənmiş qaz; IV – regenerasiya olunmuş uducu; V – zəif regenerasiya olunmuş uducu; VI – su; VII – yanacaq qazı; VIII – doymuş uducu; IX – turş qazların qarışığı; X – təmizlənmiş MEA məhlulu; XI – MEA regenerasiyasının tullantısı.

İlkin qaz (I) absorberdə (1) iki pilləli uducu ilə (MEA-nin suda 15-20%-li məhlulu) kontaklaşdırılır: əvvəlcə zəif (V), sonra isə tamamilə regenerasiya olunmuş uducu (VI) ilə. Absorberin (1) aşağısından uducu həll olmuş qazın desorberinə (3) daxil olur və burada uducuda fiziki həll olmuş qaz (VII) ayrılır. Turş komponentlər ilə doymuş uducu istilikdəyişdiricidən (4) keçməklə regenerasiya kalonuna (6) daxil olur. Bu kalonda MEA-nin CO<sub>2</sub> və H<sub>2</sub>S ilə kompleks birləşmələri parçalanır və ayrılan turş qaz qarışıqları (IX) kalonun (6) yuxarı hissəsindən kənarlaşdırılır. Kalonun (6) aşağı hissəsindən regenerasiya olunmuş uducu (IV) istilikdəyişdiricidən (4) və soyuducudan (2) keçməklə absorberə (1) göndərilir. Uducunun bir hissəsi MEA məhlulünün təmizlənmə blokundan (7) keçməklə sirkulyasiya olunur. Burada o, MEA-nin dönməz birləşmələri qarışıqlarından karbon sulfoksid COS və karbon disulfid CS<sub>2</sub> ilə təmizlənir.

Praktikada təbii qazı turş komponentlərdən təmizləmək üçün bir- və ikipilləli təmizləmə sxemindən istifadə olunur.

Azüküürlü qaz (H<sub>2</sub>S – 1% həcmə qədər, CO<sub>2</sub> – 2% həcmə qədər) bir

pillədə, çoxkükürlü qaz isə ( $H_2S$ -in miqdarı 6% həcmə qədər və  $CO_2$ -nin miqdarı 5% həcmə qədərdir) iki pilləli təmizlənir. MEA məhlullarının turş qazlar ilə doyma dərəcəsi 0,5- 0,6 mol/mol (o cümlədən,  $H_2S$ -ə görə 0,20-0,25 mol/mol və  $CO_2$ -ə görə 0,30-0,35 mol/mol) təşkil edir.

MEA-nın daha qatı məhlullarından istifadə edildikdə qazın  $CO_2$ -dən daha dərin təmizlənməsi əldə olunur. Bunun üçün qurğunun avadanlıqları korroziyaya davamlı olmalıdır.

Qazın hidrogen sulfiddən təmizlənməsi dərəcəsi, həmçinin regenerasiya olunmuş MEA məhlulunda  $CO_2$ -nin qalıq miqdarından da asılıdır. MEA-da  $CO_2$ -nin miqdarı 0,06 mol/mol olduqda, qazın hidrogen sulfiddən təmizlənmə dərəcəsi 98%-ə yaxın olur, 0,18 mol/mol olduqda isə bu rəqəm 87%-ə qədər azalır. Bu qatılıqlar intervalında MEA məhlulunda  $CO_2$ -nin qalıq miqdarı ilə qazın hidrogen sulfiddən təmizlənmə dərəcəsi arasında xətti asılılıq müşahidə olunur.

Bütün üstünlüklərlə yanaşı (kifayət qədər təmizlənmə dərəcəsi, MEA-nın aşağı qiyməti və s.) MEA prosesi bir sıra əsaslı qüsuralara malikdir ki, onlardan aşağıdakıları qeyd etmək lazımdır:

- MEA-nin  $COS$ ,  $CS_2$  və  $O_2$  ilə dönməz birləşmələr əmələ gətirməsi;
- buxarlanma nəticəsində böyük itkilər;
- merkaptanların çıxarılma dərəcəsinin yüksək olmaması;
- $CO_2$ -nin iştirakı ilə  $H_2S$ -ə münasibətdə aşağı seçicilik;
- maye karbohidrogenlərin, korroziya inhibitorlarının və mexaniki qarışıqların iştirakı ilə köpüklənmə.

Absorbsiyaya daxil olan qazda maye qazların ( $C_5$  və daha yüksək) miqdarı 10-12 q/m<sup>3</sup>-dan çox olmamalıdır, əks halda qazın təmizlənməsi zamanı absorbentin köpüklənməsi baş verir. Köpük əmələgəlmənin qarşısını almaq üçün, adətən absorberə daxil olmazdan əvvəl, regenerasiya olunmuş uducu mexaniki əlavələr separasiya olunur və filtrlənir.

**DEA prosesi** – qazların dietanolamin ilə təmizlənmə prosesidir və son illərdə daha geniş istifadə olunur. Belə ki, DEA MEA-a malik bir sıra qüsurlardan azaddır. Məsələn, xüsusi halda bu proses  $COS$  və  $CS_2$ -yə malik qazların təmizlənməsi üçün istifadə olunur. Belə ki, DEQ  $COS$  və  $CS_2$ -ilə əmələ gətirdiyi birləşmələr yüksək temperaturda asanlıqla hidroliz olunaraq  $H_2S$  və  $CO_2$ -ə ayrılır.

DEA prosesinin texnoloji sxemi prinsipcə şəx.6-da verilən sxemdən fərqlənmir, amma onda, adətən məhlulun təmizlənmə bloku (7) olmur.

MEA prosesi ilə müqayisədə şəksiz üstünlüyə malik (buxarlanma səbəbindən itkinin az olması, az köpüklənmə və s.) olan DEA prosesi müəyyən qüsurlara da malikdir:

- DEA-nın baha olması;
- Az kütlə uduculuq qabiliyyəti;
- MEA ilə eyni təmizlənmə dərəcəsinə nail olmaq üçün həlledicinin daha

böyük sürətlə dövr etməsi tələb olunur.

DEA prosesi qurğusunun tipik absorberi 25 iki keçidli klapan boşqablarla təchiz edilmişdir. Turş komponentləri udmaq üçün absorberə qatılığı 25%(küt.) olan DEA məhlulu (suda) verilir. Məhlul absorberə iki axınla – absorberin ortasına (11-ci boşqaba) 50°C temperaturda və yuxarı boşqaba 45°C temperaturda verilir. Eyni gövdədə absorber ilə yanaşı separator da qurulur ki, burada qazdan maye damcıları ayrılır.

DEA-nın doymuş məhlulunun regenerasiya blokunun əsas aparatı boşqablı desorberdir və bu desorberdə 21 klapanlı boşqablar yerləşdirilib. Desorberin kubunda temperatur 130°C-dir.

Regenerasiya olunmuş amin istilikdəyişdiricilərdə 84-88°C-ə qədər soyudulur, sonra hava soyuducularından keçərək 50°C-dən yuxarı olmayan temperatur ilə aminin saxlanma bakına daxil olur. Oradan su soyuduculardan keçərək absorberin yuxarı boşqabına suvarma üçün verilir.

Turş qazlar və su buxarı desorberin yuxarisından çıxır, ardıcıl olaraq hava kondensatorunda və su soyuducularında soyudulur və 40-45°C temperatur ilə suvarma tutumuna daxil olur.

Absorberin yuxarisına verilən regenerasiya olunmuş absorbentin temperaturu absorberin çıxışında qazın temperaturundan az olarsa, onda qazın daha soyuq maye ilə kontaktı nəticəsində absorberin yuxarı hissəsində ağır karbohidrogenlərin kondensləşməsi mümkündür ki, bu da köpüklənməyə səbəb olur. Bundan qaçmaq üçün regenerasiya olunmuş DEA məhlulunun (absorberə verilən) temperaturunu, absorberdən çıxan təmizlənmiş qazın temperaturundan bir neçə dərəcə yuxarı saxlamaq lazımdır.

DEA-nın regenerasiya olunmuş məhlulu tərkibində hidrogen sulfidin miqdarı 5,7 mq/nm<sup>3</sup>-dan çox olmayan təmizlənmiş qaz almağa imkan verir.

Son zamanlar sənayedə qazı təmizləmək üçün **diqlikol aminin (DQA) suda məhlulu** tətbiqini tapmışdır. DQA məhlulu ilə qazın təmizlənməsi qurğusunun texnoloji sxemi, digər aminlərlə təmizlənmə sxemlərinə analojidir. Lakin DQA məhlulunda karbohidrogenlərin həll olması MEA və DEA məhlullarında həll olmadan çoxdur və bu səbəbdən absorberdən sonra doymuş məhlul 0,1MPa təzyiqə qədər drosselləşdirilir və separatora ayrılan qaz təkrar təmizlənməyə verilir. Təmizləmə üçün DQA-nın suda 60%-li məhlulundan istifadə olunur. Doymuş məhlulun regenerasiyası 170°C-də və 10-20kPa qalıq təzyiqdə aparılır.

DQA-nın tətbiqi məhlulun dövr etməsini 40%, su buxarı (təxminən 20%) və elektrik enerjisi məsrəfini azaltmağa imkan verir. Uducunun məsrəfinin azaldılması desorberin ölçülərini kiçiltməyə imkan yaradır. Uducunun itkisi, MEA itkisinə nəzərən təxminən 4 dəfə az olur. DQA təmizləmə, həmçinin COS, CS<sub>2</sub> və yüngül merkaptanların çıxarılmasını da mümkün edir.

Sənaye qurğularının iş təcrübəsi göstərir ki, tərkibində 2%(küt.)-dən çox turş komponentlərə malik qazın təmizlənməsi üçün DQA məhlulunun istifadəsi



məqsədəuyğundur. Turş komponentlərin miqdarı az olduqda uducunun miqdarı azalır və absorberdə temperatur (turş komponentlərin sorbsiyası hesabına) yüksəlir, bu da turş komponentlərin udulmasını azaldır və əmtəlik qazda onların miqdarı artıq olur.

**Amin məhlullarının itkisi ilə mübarizə.** Qurutma və təmizləmə qurğusunun istismarı prosesində qaz qarışığında olan bəzi əlavələrlə qarşılıqlı təsir zamanı (istilik rejimləri pozulduqda) maye uducuların bir hissəsinin parçalanması baş verir.

MEA və DEA məhlullarının kimyəvi parçalanması kükürlü birləşmələrin, oksigenin, dəmirin və digər əlavələrin təsiri ilə baş verir. Nəticədə elə birləşmələr əmələ gəlir ki, doymuş məhlulun regenerasiyası zamanı parçalanmır. Əmələ gələn birləşmələr korroziya aktivliyinə malikdir, aparatların və kommunikasiyaların korroziyasına səbəb olur. Məhlulun itkisinə onun köpüklənməsi də təsir göstərir.

Merkaptanlar, disulfidlər və tiofenlər kimi üzvi birləşmələr MEA ilə reaksiyaya girmir. Adətən, hidrogen sulfid qazda olan oksigen ilə reaksiyaya girərək sərbəst kükürd əmələ gətirir ki, o da qızdırıldıqda amin ilə reaksiyaya girir və ditiokarbamin turşusunun duzunu, tiokarbamidi, monoetanolaminin tiosulfatını, tiosulfat turşusuna çevrilir. Bu birləşmələr regenerasiya zamanı parçalanmır və MEA-nin qatılığının və uduculuq qabiliyyətinin azalmasına səbəb olur.

MEA məhlulunda CO<sub>2</sub>-nin qatılığının 0-dan 13,4 q/nm<sup>3</sup>-a qədər yüksəlməsi, məhlulun absorbsiya qabiliyyətinin 1,5-2 dəfə artmasına səbəb olur. MEA məhlulunda hidrogen sulfidin miqdarı 7 q/l-ə qədər olduqda, karbon disulfidin udulmasına əsaslı təsir göstərir. Tərkibində CS<sub>2</sub> olan amini qaynatdıqda əmələ gələn regenerasiya olunmayan məhsullar toplandıqca, CS<sub>2</sub>-nin absorbsiyası artır.

Adi termiki regenerasiya üsulu MEA-nin, onun CS<sub>2</sub>-ilə qarşılıqlı təsir məhsullarından 45%-dən çox olmayaraq ayırmağa imkan verir.

Aminlərin məhlulları oksidləşməyə meyillidirlər. MEA oksigen ilə kontaktda olduqda qarışqa turşusu və formamid əmələ gəlir. Bu maddələr amini qismən neytrallaşdırır və termiki davamlı duzlar əmələ qəlir.

Yüksək temperaturda regenerasiya prosesində dəmir ilə MEA kompleks əmələ gətirə bilir. Soyudulduqda və bu kompleksin H<sub>2</sub>S ilə qarşılıqlı təsiri zamanı dəmir sulfid çökür.

Monoetanolamin ilə təmizləmə qurğularının istismarı prosesində əlavə reaksiyala məhsullarının toplanması nəticəsində işçi məhlulun qatranlaşması baş verir. Müəyyən edilmişdir ki, qatranın toplanması onların qatılığından asılıdır və avtokatalitik proses xarakteri daşıyır. Məhlulda qatranın qatılığının artması, onun korroziya aktivliyini artırır. Qatran : MEA nisbətinin kritik qiyməti 100-150°C temperatur hədlərində 0,5:1 olur. Bu həddən yuxarı qiymətlərdə məhlulların korroziya törətmək xassələri kəskin artır.

Ağır karbohidrogenlər, təmizlənəcək qazla absorberə gətirilən əlavələr (toz,

dəmir sulfid, sürtgü yağları), həmçinin AEA-nın parçalanma məhsulları olan üzvi turşular, tiosulfatlar və digər məhsullar köpük əmələgətirməyə səbəb olur. Bundan başqa mineral duzlar və bəzi korroziya inhibitorları da köpük əmələgəlməsinə səbəb ola bilər. Köpük əmələgəlmə əlamətləri – absorberdə təzyiqlər fərqinin artması, təmizlənmiş qaz ilə amin məhlulunun aparılması, qazın təmizlənmə göstəricilərinin pisləşməsi və s. ola bilər. Köpük yatırıcı kimi silikon yağları və yüksək temperaturda qaynayan spirtlər istifadə oluna bilər.

Uducuda korroziya çöküntülərinin, əlavə reaksiya məhsullarının, həmçinin ağır neft və yağ fraksiyalarının toplanması uducuların keyfiyyətinin pisləşməsinə və neft qazlarının  $H_2S$  və  $CO_2$ -dən təmizlənmə dərəcəsinin azalmasına səbəb olur, avadanlıqların və aparatların istismarını çətinləşdirir.

Amin məhlullarının çirkləndiricilərdən dərin təmizlənməsi üçün dövrü olaraq məhlulun buxarlandırma və filtrləmə ilə təmizləməsi aparılır. MEA məhlulunda parçalanma məhsullarının qatılığı 1,5%(küt.)-dən çox olmamalıdır.

**Qazın kalium karbonat məhlulu ilə təmizlənməsi.** Tərkibində  $H_2S$  az olan (<0,5% həcm) və  $CO_2$ -nin  $H_2S$ -ə nisbətinin yüksək olduğu qazı təmizləmək üçün amin məhlullarının istifadəsi rəşional hesab olunmur, çünki regenerasiya qazlarında  $H_2S$ -in miqdarı 3-5% (həcm) olur. Belə qazlardan kükürdün alınması tipik qurğularda praktiki olaraq mümkün deyil və onları məşəllərdə yandırmaq lazım gəlir ki, bu da atmosferin çirklənməsinə səbəb olur. Bundan başqa amin qurğuları istifadə olunarkən, əsas məsrəflər  $CO_2$ -nin çıxarılmasına sərflənir.

Az miqdarda  $H_2S$  və  $CO_2$ -yə malik qazları təmizləmək üçün sənayedə kalium karbonat (potaş) məhlulundan istifadə olunur. Aminlərin məhlulları ilə müqayisədə potaş məhlulunun üstünlüyü onun yüksək kimyəvi davamlılığı,  $CO_2$  iştirakı ilə hidrogen sulfidə yüksək seçiciliyi hesab olunur. Bütün bunlar regenerasiya qazında  $H_2S$ -in qatılığını artırır, kükürd və sulfat turşusu istehsalı qurğularının sxemini sadələşdirir.

Qazın təmizlənməsi həm yüksək temperaturlarda (110-115°C), həm də adi temperaturlarda (20-30°C) aparıla bilər. Sənayedə yüksək temperaturda təmizləmə daha geniş yayılmışdır. Məhsulun regenerasiya prosesi vakuüm altında aparılır, odur ki, bütövlükdə üsul vakuüm - karbonat üsulu adlanır.

Texnoloji sxem aminlərlə təmizləmə sxeminə analojidir, lakin rejim göstəriciləri ilə fərqlənir. Uducu kimi kalium karbonatın suda 25-35%-li məhlulundan istifadə olunur, proses 110-115°C-də və 2-8MPa təzyiq altında aparılır. Doymuş məhlulun regenerasiyası 115-120°C-də və 15-20kPa təzyiqdə aparılır. Bununla belə, proses bir sıra çatışmazlıqlardan azad deyil. Prosesin yüksək temperaturu və qələvi mühit avadanlıqların korroziyasına səbəb olur. Potaşın qatı məhlullarından istifadə olunması kalium bikarbonat kristallarının əmələ gəlməsinə səbəb olur ki, bu da nasosun işçi çarxlarının yeyilməsinə gətirib çıxarır. Məhsulun qatılığının azalması böyük həcmdə məhlulun vurulmasına



enerji sərfini artırır. Həmçinin, bu prosesdə merkaptanların çıxarılması çətinliklərlə bağlıdır.

**Fiziki uducularla qazın təmizlənməsi.** Absorbsiya proseslərində uducu kimi müxtəlif neytral üzvi birləşmələr ya təmiz halda, ya da digər komponentlərlə qarışıq halında istifadə olunur.

Onların təsir mexanizmi turş komponentlərin fiziki absorbsiyasına əsaslanır və əsasən istifadə olunan absorbent ilə (propilen karbonat, N-metilpirrolidon, metanol və s.) fərqlənir.

Karbohidrogen qaz qarışıqlarından CO<sub>2</sub>-ni seçici olaraq çıxarmaq üçün, həmçinin metildimetoksiasetat, metilasetat, DEQ-in monoetil efiri, hidroksuminalkil efiri, trisirkəqliserin efiri, butildiqlikol asetat, metiltriqlikolasetat və s. istifadə oluna bilər.

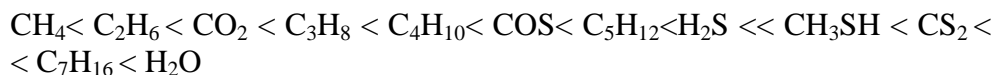
Fiziki uducuların komponentləri mono- və polietilenqlikolların efirləri, məsələn, dietilenqlikolun dietil efiri, trietilenqlikolun dietil efiri və s. ola bilər. Bu efirlər avadanlıqların korroziyasına səbəb olmur, su ilə tam qarışır və hidroliz olunur. Bu absorbentlərin xarakterik xüsusiyyətlərindən biri – təzyiq artdıqca onların uduculuq qabiliyyətlərinin artmasıdır.

**Seleksol-proses** qazın absorbsiyalı təmizlənməsinə tipik nümunə ola bilər. Bu prosesdə absorbent – polietilenqlikolun dimetil efiridir (firma adı Seleksoldur). O, həm təmiz halda, həm də 5%(küt.) su əlavə edilməklə istifadə olunur. Seleksol həlledicisi ləng köhnəlir, uduculuq qabiliyyəti azalmadan 10 il işləyə bilər.

Seleksolda korroziya aktivliyi yoxdur, zəhərli deyil, aşağı özlülüyə və absorbsiya istiliyinə malikdir, əlavə reaksiyalara səbəb olmur. 15°C-dən aşağı temperaturalarda o, qatılaşır və çətin vurulan (nasos ilə) kütləyə çevrilir.

Seleksol aşağı buxar elastikliyinə malikdir, köpük əmələgətirməyə meyilli deyil. Bu xassələrə görə onun təmizlənməmiş qaz ilə və regenerasiya zamanı itkisi az olur.

Seleksol CO<sub>2</sub> ilə qarışıqda hidrogen sulfidə münasibətdə yüksək seçicilik qabiliyyətinə malikdir. Məsələn, Seleksolda 7MPa təzyiq altında və 16°C-də hidrogen sulfidin həll olmasının CO<sub>2</sub>-nin həll olmasına nisbəti – 9,6 : 1 kimidir. Seleksolda təbii qazın müxtəlif komponentlərinin nisbi həll olması aşağıdakı sıra ilə artır:



Seleksolda suyun yüksək həll olması, ondan eyni zamanda qazdan suyu və turş komponentlərin çıxarılması üçün istifadəsinə imkan yaradır.

Uyğun təzyiq, temperatur və seleksonun qatılığı seçildikdə, eyni kalonda qazı təmizləmək və onun şəhlənmə temperaturunu mənfi 5°C-dən aşağı salmaq mümkün olur. Proses yüksək molekullu karbohidrogenlərə malik olmayan qazın təmizlənməsi üçün yararlıdır. Belə ki, absorbent propan və daha ağır

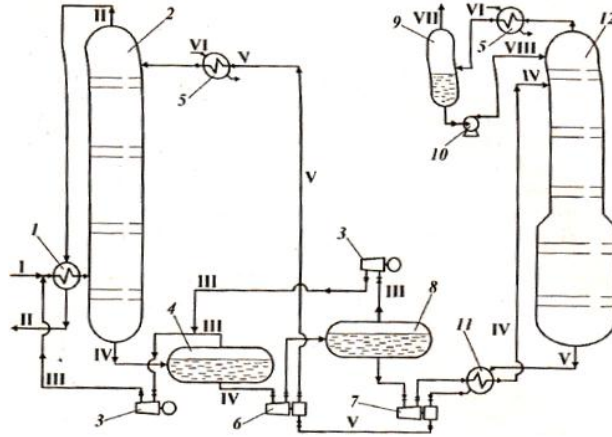
karbohidrogenləri udur. Propan və ağır karbohidrogenlər çox miqdarda olduqda, seleksolproses ilə qazı təmizləmədən öncə, qazdan bu komponentlər çıxarılmalı və ya digər proses tətbiq olunmalıdır.

Karbon disulfid və hidrogen sulfid təmizlənən qazdan nasadkılı absorberlərdə mənfi 5°C-də, 7MPa təzyiqdə udulur. Absorbentin məsrəfi 6,3 l/nm<sup>3</sup> qaz olur.

Həllolma istiliyinin ayrılması hesabına absorberdə temperatur bir qədər artır. Tərkibində 3%(küt.)-yə yaxın CO<sub>2</sub> və 0,0006%(küt.) hidrogen sulfid olan qaz absorberdən çıxaraq, absorberə daxil olan qazı soyutmaq üçün rekuperativ istilikdəyişdiriciyə göndərilir. Xammal qaz (I) dövr edən qaz ilə (III) istilikdəyişdiricidə (1) qarışdırılır və absorberə (2) daxil olur. Yuxarıdan absorberə təzyiq altında soyuq Seleksol (V) daxil olur. Doymuş Seleksol (IV) absorberdən (2) yüksək təzyiq separatoruna (4) daxil olur. Udulmuş metanın əsas hissəsi və CO<sub>2</sub>-nin müəyyən hissəsi qaz halında ayrılırlar və kompressor ilə (3) sıxılaraq absorberə (2) qaytarılırlar. Bu buxarların resirkulyasiyası metan itkisini azaltmaq üçündür.

Doymuş Seleksol (IV) yüksək təzyiq nasosunun (6) hidroturbininə göndərilir, burada onun təzyiqi 0,9MPa-a qədər azalır və bu zaman əlavə enerji ayrılır ki, bu da regenerasiya olunmuş seleksolun nasosla vurulması üçün istifadə olunur. Seleksol axını (IV) desorbsiya kalonuna (12) daxil olur. Kalonun aşağı hissəsindən təmizlənmiş seleksol axını (V) çıxır və absorberə (2) göndərilir.

Seleksol prosesin prinsiplial texnoloji sxemi şəkl.2.7-də verilir.



**Şəkil 2.7. Seleksol-proses ilə qazın təmizlənməsinin prinsiplial texnoloji sxemi**

1, 11 – istilikdəyişdiricilər; 2 – absorber; 3 – kompressor; 4 – yüksək təzyiq separatoru; 5 – soyuducu; 6 – yüksək təzyiq nasosu; 7 – aşağı təzyiq nasosu; 8 – aşağı təzyiq separatoru; 9 – separator; 10 – nasos; 12 – desorber; I – qurğuya daxil olan qaz; II – əmtəəlik qaz; III – dövr edən qaz; IV – doymuş absorbent; V – regenerasiya olunmuş absorbent; VI – soyuducu agent; VII – turş qazlar; VIII – dövredici suvarma.

İstismar zamanı Seleksolda qlikol, kompressor yağı və ağır karbohidrogenlər kimi komponentlər yığılır ki, bu da qurğunun işini çətinləşdirir. Bundan qaçmaq üçün təmizlənmə qurğusuna daxil olan qazın yaxşı separasiyası təmin olunmalıdır.

Seleksol məhlulu az miqdarda suya malikdirsə, belə məhlulun regenerasiyası zamanı su qismən buxarlanır, əmələ gələn buxar yuxarı boşqabdan qarşıya gələn maye fazaya nəzarən buxarlandırıcı qaz rolunu oynayır. Desorberin (12) yuxarı hissəsindən çıxan su, seleksol buxarları və turş qazlar soyudulur. Separatorda (9) su və seleksol qarışığından turş qazlar ayrılır, maye faza isə dövredici suvarma (VIII) kimi istifadə olunur.

Əsas konstruksiya materialı kimi karbonlu poladdan istifadə olunur.

**Qlikollarla (DEQ, TEQ ) təmizləmə.** Adətən mədənlərdə o halda istifadə olunur ki, qaz böyük miqdarda  $H_2S$  və  $CO_2$ -yə malik olur və tələb olunur ki, qaz bu əlavələrdən sahə standartına uyğun olaraq təmizlənsin. O, mədənin daxili ehtiyacları üçün istifadə olunur (lay təzyiqini sabit saxlamaq üçün və yanacaq qazı kimi). Qlikolların istifadəsi, eyni zamanda həm qazı təmizləməyə, həm də onu su buxarlarından azad etməyə imkan verir. Bundan başqa, absorbsiya olunmuş komponentlərin əsas miqdarı ymuş absorbentdən istilik sərf olunmadan, adi qazsızlaşdırma ilə ayrılı bilər. Belə təmizləmə proseslərində DEQ daha geniş istifadə olunur. DEQ-un yüksək təzyiqdə hidrogen sulfidi həlletmə qabiliyyəti  $CO_2$ -ninkindən 6 dəfə çoxdur.

Beləliklə, xam qazı  $H_2S$  və  $CO_2$ -dən qlikollarla təmizləmə dərəcəsi əsaslı olaraq fərqlənir.

**Kombinə olunmuş həlledicilərlə qazların təmizlənməsi.** Qazın kombine olunmuş təmizlənmə proseslərindən **“Sulfinol”** prosesi praktikada daha geniş tətbiq olunur. Bu prosesdə uducunun əsas komponenti siklotetrametilensulfon – sulfolan ( $C_4H_8SO_2$ ) maddəsidir.

İkinci komponent kimi diizopropanol amin (DİPA) daha geniş istifadə olunur. Bu komponentlərin nisbəti təmizlənəcək qazın tərkibindən asılı olaraq müxtəlif ola bilər. Absorbentin təxmini tərkibi (% kütlə): DİPA -30, Sulfolan-64 və Su-6. Suyun əlavə olunması, qarışığın donma temperaturunu  $10-12^{\circ}C$  aşağı salır.

Sulfolan qazın komponentlərinə münasibətdə kimyəvi inerti və onlarla reaksiyaya girmir, o, fiziki uducu kimi təsir göstərir.

DİPA kimyəvi aktiv komponentdir və turş komponentlərlə reaksiyaya girir. Uducunun tərkibində zərərli əlavələri fiziki həll edən uducunun və xemosorbentin (DİPA) olması, prosesə qazın tərkibinə görə universallıq verir. Belə uducudan istifadə olunduqda, təmizləmə dərinliyi əlavələrin ilkin qatılığından az asılı olur. Hidrogen sulfid böyük miqdarda olduqda, onun əsas hissəsi sulfolanda həll olur, çox olmayan qalıq miqdar isə DİPA tərəfindən xemosorbsiya olunur.

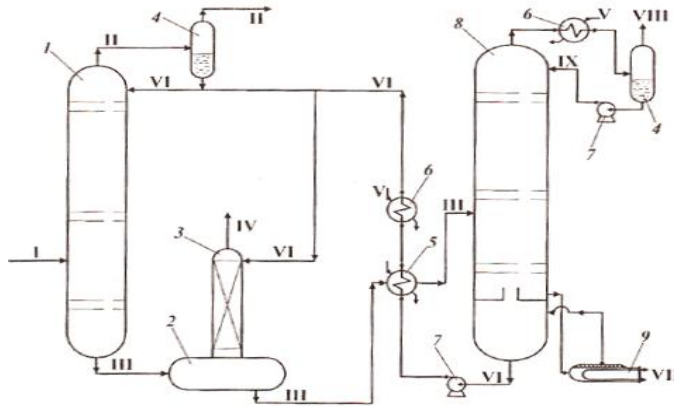
Belə qarışıq absorbentin uducu həcmi MEA-da olduğundan 2-4 dəfə

çoxdur. “Sulfinol” prosesində absorbentin yüksək uduculuq qabiliyyəti, onun dövretməsinin çox olmasını və aparatların ölçülərinin kiçik olmasını təmin edir. Absorbentin regenerasiyası üçün enerji məsrəfləri də böyük deyil, çünki sulfolanda həll olmuş komponentlərin əsas miqdarı desorberdə təzyiqlik azaldıqda ayrılır. Regenerasiya üçün buxar məsrəfi doymuş MEA-nın regenerasiyasına buxar məsrəfindən 2-2,5 dəfə azdır.

Prosesin daha bir şübhəsiz üstünlüyü odur ki, sulfinol qazı  $H_2S$  və  $CO_2$ -dən, həm də kifayət qədər dərin olaraq digər kükürlü birləşmələrdən ( $COS$ ,  $CS_2$  və merkaptanlar) təmizləyir. Bu zaman sulfinolun komponentləri praktiki olaraq  $COS$  və  $H_2S$  təsirindən parçalanır.

Məhlul avadanlıqların korroziyasına səbəb olmur, köpük əmələgətirməyə davamlıdır. Sulfolan və DİPA aşağı buxar elastikliyinə malik olur və odur ki, təmizləmə şəraitində qaz ilə az itirilir. Qaz (I) absorberə (1) daxil olur və orada regenerasiya olunmuş Sulfinol ilə (VI) görüşdürülür. Təmizlənmiş qaz (II) absorberin (1) yuxarisından separatora (4) daxil olur və sonra istehlakçıya göndərilir, doymuş absorbent (III) deqazatora (2) verilir. Qazsızlaşdırma qazı absorberdən (3) keçərək regenerasiya olunmuş Sulfinol ilə əlaqədə olur. Təmizlənmiş qaz (IV) yanacaq ehtiyacları üçün istifadə olunur. Doymuş absorbent (III) istilikdəyişdiricidə (5) qızdırılır və desorberə (8) daxil olur. Regenerasiya olunmuş absorbent (VI) desorberin (8) aşağısından çıxaraq istilikdəyişdiricini (5) keçir və öz istiliyini doymuş absorbentə (III) verir. Sonra o, soyuducuda (6) soyudulur və absorberə (1) qaytarılır. Desorber (8) yuxarıdan soyudulmuş sulfinol (IX) ilə suvarılır. Separatorda (4) Sulfinoldan turş qazlar (VIII) ayrılır.

“Sulfinol” prosesinin prinsiplial sxemi şək.2.8-də verilir.



**Şəkil 2.8 “Sulfinol” prosesi ilə qazın təmizlənməsinin prinsiplial sxemi:**

1,3 – absorberlər; 2 – deqazator; 4 – separator; 5 – istilikdəyişdirici; 6 – soyuducu; 7 – nasos; 8 – desorber; 9 – qaynadıcı; I – ilkin qaz; II – təmizlənmiş qaz; III – doymuş absorbent; IV – qazsızlaşdırılmanın təmizlənmiş qazı; V – soyuducu agent; VI – regenerasiya olunmuş absorbent; VII – istilikdaşıyıcı; VIII – turş qazlar; IX – dövredici suvarma.

Sulfinol prosesi ilə qazı təmizləndikdə, absorbentin karbohidrogenlərlə doyması, amin məhlulları ilə təmizləmədə olduğundan çoxdur. Odur ki, desorberdə (8) yükü azaltmaq üçün onunla absorber (1) arasında deqazator (2) yerləşdirilməsi təklif olunur.

Sulfinol prosesində kapital məsrəflər MEA məhlulu istifadə olunduğu hala nəzərən 30% azdır.

Prosesin əsas çatışmamazlığı sulfinolun qazdan karbohidrogenləri, xüsusən də aromatik sıra karbohidrogenləri udmağa meylliliyidir. Qaz təmizlənməyə verilməzdən öncə, ondan ağır karbohidrogenləri kənarlaşdırmaq tələb olunur.

## **2.6. Karbohidrogen qazlarının emalının absorbsiya prosesləri**

Təbii qazdan, eləcə də yanaşı qazdan məqsədli komponentlərin çıxarılmasının absorbsiya prosesləri əsas texnoloji proseslərdən biridir.

Absorbsiya sxemləri, xüsusən o zaman mənfəətli olur ki, ondan məqsədli komponentlər çıxarıldıqdan sonra, qaz təkrar laya qaytarılır. Bu zaman qazın laya vurulması üçün nəzərdə tutulmuş kompressorların məhsuldarlığının azalması hesabına vasitələrin istifadəsində qənaət əldə olunur.

Absorbsiya qurğuları ATS qurğularına nəzərən məqsədli məhsulların yüksək çıxımını təmin edir. Məsələn, Urenqoy yatağında (Rusiya Federasiyası) ATS qurğusunda 8MPa təzyiqdə və mənfi 15°C-də 20% etan və 40% propan çıxarılır. Eyni zamanda absorbsiyalı qurğuda eyni şəraitdə, absorbentin lazımı xüsusi məsrəflərini seçməklə və absorberdə boşqabların sayını tənzimləməklə 60% etan və 90% propan (qazda olan potensiala görə) çıxarmaq olar.

Absorbsiya prosesləri və absorbsiya təmizləmə qurğuları neft qazlarını (yanaşı qazları) emal etmək üçün bir çox qaz emalı zavodlarında istifadə olunmuşdur.

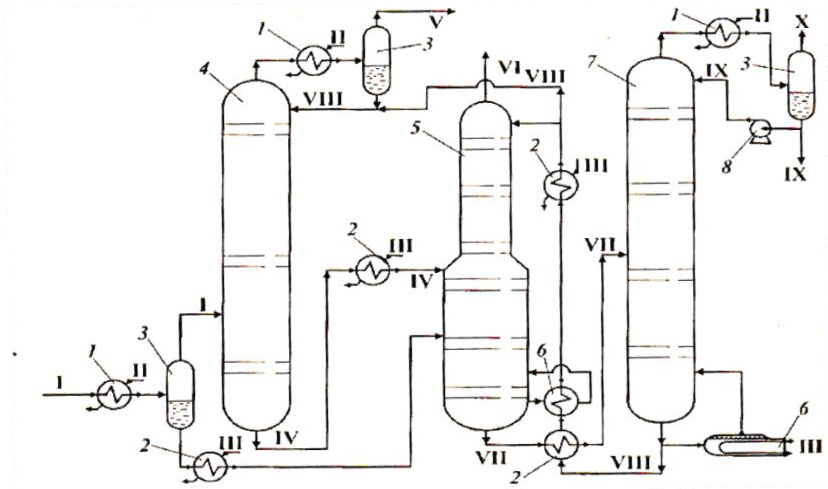
**Absorbsiya qurğularının texnoloji sxemləri.** Əvvəllər absorbsiya qurğularının sxeminə iki kalon: absorber və desorber və bir neçə istilikdəyişdirici daxil idi. Bu sxem üzrə absorbsiya olunan karbohidrogenlərin xeyli hissəsi desorberin suvarma tutumundan çıxan və kondensləşməyən qazlarla (metan və etan) birlikdə itirilirdi. Yüksək təzyiqdə və ya desorbsiya olunmuş buxarın daha aşağı temperaturda kondensləşməsi ilə alınan kondensat çoxlu miqdarda metan və etana malik idi. Bu, sonradan qarışıqdan propanın və ağır karbohidrogenlərin (desorberdən qaz halında çıxanlar) çıxarılmasını çətinləşdirir. Kondensləşmə üçün daha yüksək təzyiq və aşağı temperatur, buxara vermək üçün isə əksinə – aşağı təzyiq və yüksək temperatur tələb olunur. Bunlar absorbsiya prosesinin parametrlərinin seçimində əsas reqlamentləşdirici faktorlardan biridir.

Absorbsiya qurğusunda ardıcıl çoxdəfəli kondensləşmə (absorberdə), çoxdəfəli buxarlanma (desorberdə) və bir dəfə kondensləşmə (suvarma

tutumunda) baş verir.

Absorbsiyalı çıxarma ən köhnə üsullardan biridir. Ən geniş yayılan absorbsiya üsulu yağlı absorbsiyadır (şək.2.9).

Qurğu üç kalondan ibarətdir: absorber, absorbsiya – buxarlandırma kalonu (absorber aşağıdan qızdırılır ki, metan və etan buxarlansın) və desorber.



**Şəkil 2.9. Yağlı absorbsiya prosesinin prinsipial sxemi:**

1 – soyuducu; 2 – istilikdəyişdirici; 3 – separator; 4 – absorber; 5 – adsorbsiya buxarlandırıcı kalon; 6 – qaynadıcı; 7 – desorber; 8 – nasos; I – ilkin qaz; II – soyuducu agent; III – istilik daşıyıcı; IV – qismən doymuş absorberent; V – təmizlənmiş qaz; VI – etansızlaşdırma qazı; VII – doymuş absorberent; VIII – regenerasiya olunmuş absorberent; IX – YKGF; X – karbohidrogen qazı.

Bu qurğuda absorberent kimi, adətən kerosin və ya dizel fraksiyasından istifadə olunur. Qaz işçiləri belə absorberenti “yağ”, bu fraksiyalarla işləyən qurğular isə yağ absorbsiya qurğuları adlandırılmışdır. Qurğuya daxil olan qaz (I) soyudulur və separatora (3) daxil olur. Separatordan (3) qaz absorberə (4) daxil olur və burada ondan absorberent (VIII) ilə ağır karbohidrogenlərin əsas hissəsi çıxarılır. Bu karbohidrogenlərlə qismən doymuş absorberent (IV) qızdırılır və absorbsiya buxarlandırma kalonuna (5) verilir. Bu kalona absorberentin verildiyi yerdən, aşağıdan separatordan (3) maye faza daxil olur. Absorbsiya – buxarlandırma kalonunun (5) yuxarisından regenerasiya olunmuş absorberent (VIII) desorberdən (7) verilir. Absorberin (4) aşağı hissəsindən daxil olan qismən doymuş absorberentdən (IV) yüngül karbohidrogenlər (metan, etan) (IV) kənarlaşdırılır, propan və daha yüksək karbohidrogenlər absorberent tərəfindən udulur. Tam doymuş absorberent (VII) adsorbsiya-buxarlandırma kalonunun (5) aşağı hissəsindən çıxarılır, istilikdəyişdiricidə qızdırılır və desorberə (7) daxil olur. Burada ondan rektifikasiya ilə YKGF (IX) qovulur, regenerasiya olunmuş absorberent (VIII) kalonlara (4 və 5) qaytarılır.



Doymuş absorbentin temperaturu qaldırıldıqda, adsorbsiya-buxarlandırma kalonunda, əsasən metan və etandan ibarət olan qaz axını əmələ gəlir. Bu zaman propan və daha ağır karbohidrogenlər qismən desorbsiya olunub absorbentin köməyi ilə tutulmalıdırlar ki, verilmiş rekuperasiya dərəcəsi əldə olunsun. Bunun üçün adsorbsiya-buxarlandırma kalonunun (5) yuxarisına regenerasiya olunmuş absorpent (VIII) verilir. Beləliklə, bu kalonun (5) yuxarı hissəsi adsorbsiya rejimində, aşağı hissəsi isə buxarlandırma rejimində işləyir. Uyğun rejimi seçərək, praktiki olaraq tam metansızlaşmanı, lazım olduqda isə absorbentin etansızlaşdırmasını təmin etmək mümkündür.

Karbohidrogenlərin adsorbsiya prosesi istilik ayrılması ilə müşayiət olunur. Bu səbəbdən də absorberdə qarışıqın orta temperaturu artır. İlkin (xam) qazın soyudulması absorberdə temperaturu azaldır və müəyyən miqdar karbohidrogenlərin kondensasiyasına səbəb olur, temperaturun azalması, həmçinin adsorbsiya yolu ilə qazın komponentlərinin ayrılmasını yaxşılaşdırır. Eyni zamanda, absorberdə temperaturun aşağı düşməsi qaynama temperaturu yüksək olmayan absorpentdən istifadə imkanlarını artırır.

**Aşağı temperaturlarda aparılan adsorbsiya prosesi aşağı temperaturlu adsorbsiya (ATA) adlanır.** ATA prosesində asan qaynayan absorpentdən istifadə edildikdə, adsorbsiyadan sonra onun ciddi separasiyası tələb olunur. Odur ki, təmizlənmiş (quru) qaz ilə uducunun üfürülməsini azaltmaq məqsədi ilə ikipilləli ATA sxemi işlədilir. Asan qaynayan absorpent birinci, daha yüksək qaynama temperaturuna malik absorpent isə ikinci pilləyə verilir. İkipilləli ATA sxeminin üstünlüyü odur ki, asan qaynayan absorpentdən istifadə edilməklə yanaşı, absorbentin məsrəfi də aşağıdır.

Desorbsiya qazları ilə propan və daha ağır karbohidrogenlərin itkisini azaltmaq üçün aşağıdakı adsorbsiya üsulundan istifadə olunur: qismən metansızlaşma; kondensləşməmiş qazların resirkulyasiyası; ikipilləli; quru qaz ilə absorbentin əvvəlcədən doyurulması.

Bəzi zavodlarda xam qazın öncədən bənsizləşməsi və ya öncədən absorbentin quru qaz ilə doyurulması sxemindən istifadə olunur. Bu sxemdə xam qaz və quru qaz ilə doyurulmuş absorpent soyuducuda, absorberdə olduğundan daha aşağı temperaturda təmasda olur. Bu soyuducuda eyni zamanda qaz karbohidrogenlər də soyudulur.

## **2.7. Qazın absorpentlə qurudulması və təmizlənməsi**

Qazı aşağı temperaturlu emala verməzdən öncə, etibarlı qurudulma və təmizlənmə üsulu – adsorbsiya prosesidir.

Adsorbsiya qurğuları qazın turş komponentlərdən dərin təmizlənməsi və qaz kondensatından ayrı-ayrı komponentlərin ayrılması üçün istifadə olunur.

Sənayedə qazın qurudulması və təmizlənməsi üçün, əsasən seolitlər,

silikagellər, alüminium oksid, aktivləşmiş kömürdən istifadə olunur. Qaz sənayesində istifadə olunan adsorbentlərə müəyyən tələblər qoyulur: məsələlərin böyük səthi; məqsədli komponentlərə münasibətdə yüksək seçicilik və prosesin sürəti; uzun müddət istismar zamanı adsorbsiya xassələrinin stabilliyi; təbəqənin aşağı hidravlik müqaviməti; yüksək mexaniki davamlılıq. Bundan başqa, adsorbentlər ucuz, zəhərsiz, kimyəvi inert olmalı, avadanlıqları korroziyaya uğratmamalı, asanlıqla regenerasiya olunmalıdır.

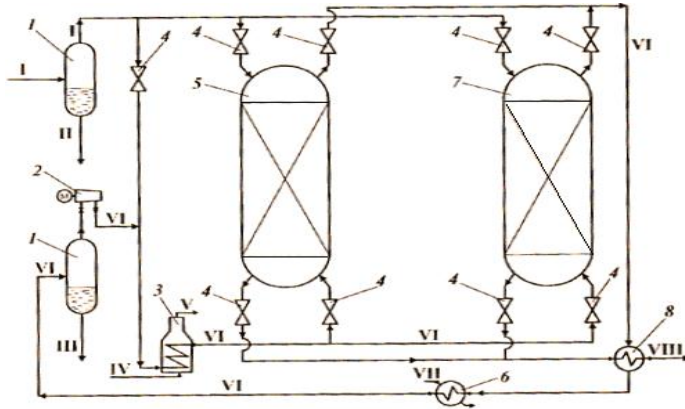
Sənayedə qazları qurutmaq üçün seolit 4A daha geniş istifadə olunur. Onun su udma qabiliyyəti iki dəfə silikagellərdən və alüminium oksiddən yüksəkdir. Seolitlər su ilə təmasda çatlamır, 500°C temperatura qədər sorbsiya tutumları az dəyişir. Müxtəlif tip seolitlərdən, həmçinin H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> və digər əlavələri də təmizləmək üçün istifadə edilir. Qeyd etmək lazımdır ki, sintetik seolitlərin qiyməti kifayət qədər yüksəkdir.

Silikagellərin aktivləşdirilmiş kömürlərlə müqayisədə əsas üstünlükləri normal qiymət və yüksək mexaniki davamlılığıdır. Doymamış karbohidrogenlərə, həmçinin yağlara, qlikollara və aminlərə malik olan qazları qurutmaq üçün silikagellərdən istifadə məsləhət görülmür. Bu maddələr asanlıqla silikagelə sorbsiya olunur, amma regenerasiya zamanı termiki destruksiyaya uğrayaraq qatranlar əmələ gətirir və bu qatranlar məsələləri tutur.

Butandan başlayaraq karbohidrogenlər tam desorbsiya olunmadığından, adsorbentin su tutumunu əsaslı dərəcədə azaldırlar. Silikagellərin regenerasiyası zamanı daha yüksək temperatur və istilik daşıyıcının böyük məsrəfi tələb olunur.

Hazırda Uzaq Şimal yataqlarındakı qazları emal etmək üçün adsorbsiya qurğularından istifadə olunur. Qurğularda adsorbent kimi silikagel istifadə olunur.

Tipik qurğunun texnoloji sxemi şək.2.10-da verilir.



**Şəkil 2.10. Qazın qurudulması üçün adsorbsiya qurğusunun texnoloji sxemi:**

1 – separator; 2 – kompressor; 3 – soba; 4 – ventily; 5,7 – absorberlər; 6 – soyuducu; istilikdəyişdirici; I – ilkin qaz; II – karbohidrogenlər və su; III – su; IV – yanacaq qazı; V – tüstü qazları; VI – resirkulyasiya edici desorbsiya edici qaz; VII – su; VIII – qurudulmuş qaz.



Xam qaz (I) separatordan (1) sonra adsorberlərə (5 və 7) verilir. Adsorberlər (5 və 7) növbə ilə adsorbsiya və desorbsiya rejimlərində işləyirlər. Adsorbent doyduqda qaz axınları avtomatik olaraq dəyişdirilir. Aparatda (5) adsorbent doyduqdan sonra (çıxışda qazın şehlənmə nöqtəsinə görə nəzarət edilir) o, sobadan (3) verilən desorbsiyaedici qaza keçirilir. Desorbsiyaedici qaz kimi kompressorun (2) köməyi ilə dövretmə konturunda dövr edən ilkin qaz istifadə olunur. Suyun (nəmin) desorbsiyası qazın yüksək temperaturu hesabına baş verir. Dövr edən qaz (VI), əvvəlcə istilikdəyişdiricidə (8) quru qaz ilə (VIII), sonra isə soyuducuda (6) soyudulur, su (III) separatorda (1) ayrılır.

## **2.8. Neft qazının (yanaşı qazın) emalı**

**Mədəndə neft və qazın emalı üçün kombinə olmuş qurğular.** Rusiyada qaz emalı zavodlarının 70%-i xammal kimi neftlə yanaşı çıxan qazdan istifadə edir.

Mədənlərdə neft və qazın emalı üzrə kombinə olunmuş qurğular xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Birinci mərhələdə məqsədli karbohidrogenlərin qazdan çıxarılması üçün az səmərəli üsul – qeyri-stabil və stabil neftlərdən qazların ayrılması üsulu tətbiq olunurdu. Sonralar məsələnin daha yeni texnoloji həlli üsulları meydana çıxdı. Belə bir texnoloji variantda adsorbent kimi kombinə olunmuş qurğularda alınan stabil benzindən istifadə olunur. Belə texnologiyalar elə qaz emalı zavodlarında tətbiq olunur ki, istifadə olunan qaz yüksək təzyiqli yataqdan çıxarılsın. Bu da imkan verir ki, belə neft yataqlarında neftin və qazın yığılması, mədəndə nəqli və mədən hazırlığı kompleks hermetikləşmiş sxem üzrə həyata keçirilsin. Bu sxemə daxildir:

- Lay təzyiqindən istifadə edərək neftin və qazın birgə hermetikləşmiş yığılması və nəqli;

- Lay təzyiqindən, neft qazının (yanaşı qazın) miqdarından və tərkibindən asılı olaraq iki və ya üç pilləli separasiya;

- Neftin separasiyasından sonra kompressiyası;

- Kombinə olunmuş qurğuda neft və qazın birgə hazırlanması; bu qurğuda neftin susuzlaşdırılması, duzsuzlaşması, stabilləşməsi və qazın bensizləşməsi aparılır və quru qaz, etansızlaşmış qaz benzini və stabil neft alınır;

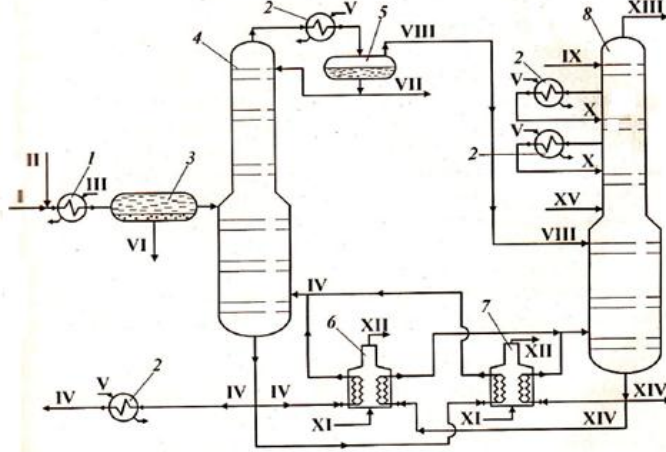
- Mərkəzi qaz fraksiyalaşdırıcı qurğuda qaz benzininin fərdi karbohidrogenlərə ayrılması;

- Neft emalı zavodunda stabil neftin son emalı.

Belə sxem neft və qazdan məqsədli karbohidrogenlərin daha qənaətli və tam çıxarılmasını təmin edir.

Mədənlərdən 8-10 quyudan çıxarılan qaz-neft qarışığı vahid boru ilə qurğulara daxil olur və burada onun məsrəfi ölçülür, qarışıq öz təzyiqi ilə separasiya üçün əsas qurğuya göndərilir.

Separasiyanın birinci pilləsində təzyiq 1,6MPa, sonuncu pillədə 0,12MPa olur. Qurğuya neft və yanaşı qaz eyni axın ilə daxil olur (şək.2.11).



**Şəkil 2.11. Kombinə olunmuş qurğuların texnoloji sxemi:**

1 – istilikdəyişdirici; 2 – soyuducu; 3 – dehidrator; 4 – stabilləşdirici; 5 – separator; 6,7 – sobalar; 8 – fraksiyalaşdırıcı absorber; I – xam neft; II – deemulqatorlu su; III – istilikdaşıyıcı; IV – stabil neft; V – su; VI – təmizləmə suyu; VII – qaz benzini; VIII – yağlı qaz; kondensat; IX – regenerasiya olunmuş absorbent; X – dövredici suvarma; XI – yanacaq qazı; XII – tüstü qazları; XIII – quru qaz, XIV – desorberə göndərilən doymuş absorbent; XV – qaz kondensatı.

Xam neft (I) su və deemulqator (II) ilə qarışdırılır, istilik dəyişdiricidə (1) qızdırılır və dehidratora (3) verilir. Dehidratorada (3) neftdən emulsiyalaşmış su (IV) ayrılır. Susuzlaşmış neft stabilləşdiriciyə verilir və burada ondan qaz benzini (VII) və yağlı qaz (VIII) ayrılır.

Yağlı qaz (VIII) fraksiyalaşdırıcı absorberə (8) daxil olur və absorberə (8) eyni zamanda qaz benzini, stabilləşdirici qurğudan qaz kondensatı (XV) vurulur. Absorberin (8) yuxarı hissəsinə regenerasiya olunmuş absorbent (IX) verilir. Absorberin (X) aşağısından doymuş absorbent (XIV) regenerasiyaya göndərilir.

Neftdən karbohidrogen qazlarının çıxarılma dərəcəsini artırmaq üçün xam neft və absorbent iki sobadan (6 və 7) keçirilməklə dövr etdirilir. Sobalarda müxtəlif temperatur rejimi saxlanılır ki, kalonun aşağısında temperatur daha dəqiq saxlanılsın. Absorberdə (8) izafi istiliyi kənarlaşdırmaq üçün dövredici suvarma (X) təşkil olunmuşdur.

**Qazların fraksiyalaşdırma qurğuları.** Qaz emalı zavodlarının (QEZ) qeyri-stabil və stabil benzinləri, YKGF (neftin stabilləşdirilməsindən alınır) və ya qaz kondensatı əmtəlik məhsullar deyildir. Neft kimyasında istifadə olunmaq üçün onlar fraksiyalaşdırılır və dar karbohidrogen fraksiyaları alınır. Bu fraksiyalarda əsas komponentlər və digər karbohidrogenlərin əlavələri də olur. Dar karbohidrogen fraksiyaları ilə yanaşı, qaz fraksiyalaşdırıcı qurğularda (QFQ) propan və butanın texniki qarışığı alınır ki, o da məişət yanacağı kimi istifadə

olunur. QFQ neft və qaz emalı zavodlarında, neft-kimya müəssisələrində istismar olunur və ya sərbəst xammal blokları kimi sintetik kauçuk sənayesində monomerlərin alınması üçün istifadə olunur.

QFQ-nın əsas aparatları – rektifikasiya kalonlarıdır. Bu kalonlar maye qarışıqları, praktiki olaraq təmiz komponentlərə və ya dar fraksiyalara ayırmaq üçündür.

Qaz emalı zavodlarında qaz fraksiyalaşdırıcı qurğular aşağıdakı qruplara bölünür:

- Stabil benzin və YGKF almaq üçün qurğular; belə qurğularda bir rektifikasiya kalonu olur; kalonun yuxarı hissəsinin məhsulu yüngül karbohidrogenlərdir və bu qarışıq yanacaq qovşağına göndərilir; kalonun aşağı hissəsindən məqsədli məhsul – tərkibində məhdud miqdarda butan saxlayan stabil benzin çıxarılır;

- Stabil qaz benzini və sıxılmış qaz almaq üçün qurğular; belə sxemdə rektifikasiya kalonuna daha bir kalon əlavə olunur; birinci kalonun yuxarı hissəsindən məhsullar ikinci kalona daxil olur və burada sıxılmış qaz və yanacaq qazı alınır;

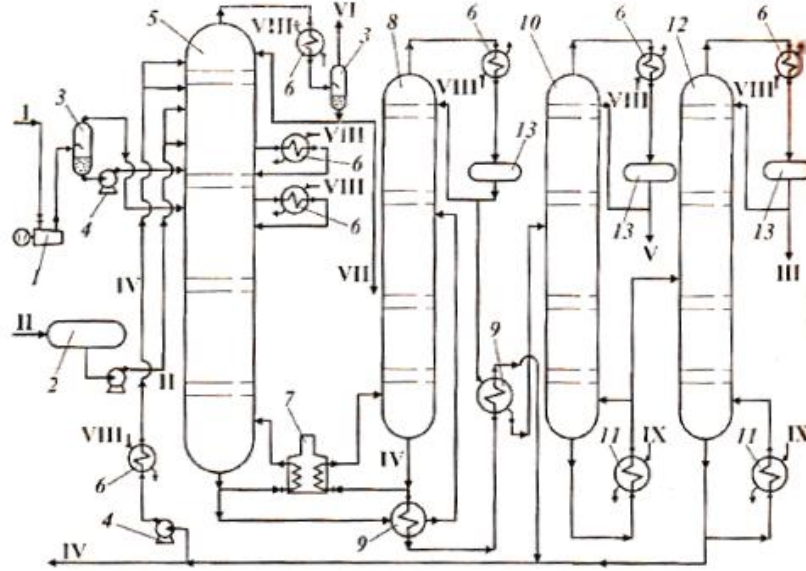
- Stabil qaz benzini və fərdi karbohidrogenlərin alınması üçün qurğular; bu qurğularda alınan məhsulların sayından asılı olaraq bir neçə rektifikasiya kalonu qurula bilər. Bu kalonlarda etan, propan və digər karbohidrogenlər alınır;

- Yüngül karbohidrogenlərin ayrılması üçün qurğular; belə qurğularda xammal kimi praktiki olaraq pentana və daha ağır karbohidrogenlərə malik olmayan qarışıqdan istifadə olunur; bu qurğularda fərdi karbohidrogenlər və onların qarışıqlarından istifadə olunur.

Karbohidrogen qarışıqlarını fraksiyalaşdırmaq üçün işlədilən bəzi qurğuların iş sxeminə baxaq: Qaz fraksiyalaşdırmaya daxil olan qazda xeyli miqdarda etan və etilen olduqda, neft emalı zavodunda elə qurğulardan istifadə olunur ki, onlarda qazların yüngül və ağır karbohidrogenlərə absorbsiya üsulu ilə ayrılması və alınan axınların rektifikasiyası əlaqəli olaraq aparılsın. **Absorbsiyalı qaz fraksiyalaşdırıcı qurğular (AQFQ) QEZ-da, NEZ-da və neft-kimya müəssisələrində istifadə olunur.** Bir sıra hallarda onlar neftin stabilləşmə qurğuları ilə kombinə olunur.

Bu qurğuda neft emalı zavodlarından daxil olan qaz və qeyri-stabil benzin emal olunur. Qurğu aşağıdakı qovşaqlardan ibarətdir: fraksiyalaşdırma, komprimirləşdirmə, ilkin (yağlı) qaz və YGKF-in monoetanol amin məhsulu ilə təmizlənməsi, həmçinin YKGF-nin 10%-li qələvi məhlulu ilə tam təmizlənməsi və dietilenqlikolun suda məhlulu ilə qurudulması. Sonra monoetanolamin və dietilenqlikol məhlulları regenerasiya olunur.

Fraksiyalaşdırıcı absorberli qaz fraksiyalaşdırıcı sənaye qurğusunun sxemi şəkl. 2.12-də verilir.



**Şəkil 2.12. Fraksiyalaşdırıcı absorberli qaz fraksiyalaşdırıcı sənaye qurğusu:**

1 – kompressor; 2 – qeyri-stabil benzin üçün tutum; 3 – separator; 4 – nasos; 5 – fraksiyalaşdırıcı absorber; 6 – soyuducu; 7 – boruvari soba; 8 – birinci propan kalonu; 9 – istilikdəyişdirici; 10 – ikinci propan kalonu; 11 – qaynadıcı; 12 – butan kalonu; 13 – suvarma tutumu; I – yağlı qaz; II – qeyri-stabil benzin; III – butan-butilen fraksiyası; IV – stabil benzin; V – propan-propilen fraksiyası; VI – quru qaz; VII – kondensat; VIII – su; IX – istilikdaşıyıcı.

Monoetanolamin ilə təmizlənmiş yağlı qaz (I) kompressor (1) ilə sıxılır və fraksiyalaşdırıcı absorberə (5) verilir. Absorbsiya  $45^{\circ}\text{C}$ -də və  $1,35\text{ MPa}$  təzyiqdə aparılır. Absorbent kimi stabil benzin (IV) istifadə olunur. Stabil benzin absorberin (5) yuxarı hissəsinə birinci propan (8) və butan (12) kalonlarının aşağısından verilir. Absorbsiya rejimi üç suvarma konturunun köməyi ilə və soyuducuda dövr edən və temperaturu  $22^{\circ}\text{C}$  olan su ilə stabil benzinin soyudulması hesabına saxlanılır.

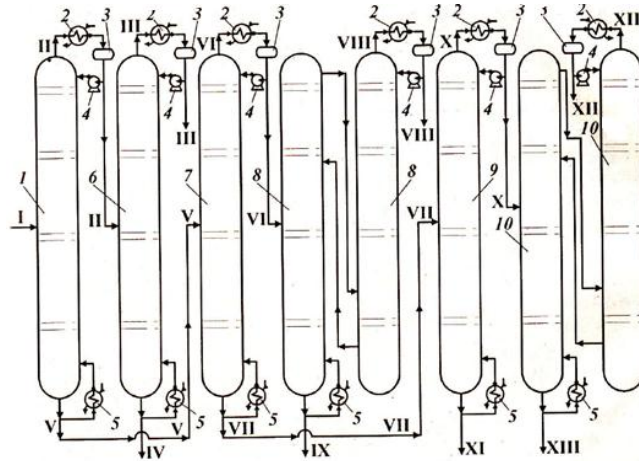
Fraksiyalaşdırıcı absorberin (5) yuxarı hissəsindən quru qaz (VI) çıxır. Absorberin (5) kub qalığı istilikdəyişdiricidə qızdırılır və birinci propan kalonuna (8) daxil olur. Absorberin (5) kublarında və birinci propan kalonunda (8) məhsulun bir hissəsi boruvari sobada (7) qızdırılmaqla saxlanılır.

Kalonun (8) yuxarı məhsulu istilikdəyişdiricidən keçərək ikinci propan kalonuna (10) daxil olur. Bukalonun yuxarı hissəsindən əmtəlik propan-propilen fraksiyası (V) götürülür. Kalonun (8) aşağı hissəsindən stabil benzin (IV) çıxarılır. Kalonun (10) kub məhsulu butan kalonuna (12) daxil olur və burada butan-butilen fraksiyasına (III) və stabil benzinə (IV) ayrılır.

Təsvir olunan qurğuda nəzəri mümkün olan miqdara görə təxminən 80% propan-propilen fraksiyası və 95% -ə qədər butan-butilen fraksiyası çıxarılır.

Ayrı-ayrı karbohidrogen fraksiyalarının ayrılmasının kondensləşdirici –

rektifikasiyaşdırıcı üsulunun tətbiq olunduğu qaz fraksiyaşdırıcı qurğularda, həmçinin əmtəlik məhsul kimi propan, izobutan, normal butan fraksiyaları və  $C_5$  və daha yüksək karbohidrogenlər fraksiyaları alınır. Belə qurğular əksər NEZ-da və QEZ-da istismar olunur. Rusiya Federasiyasında tərkibində  $C_3$ , izo- $C_4$ , izo- $C_6$  karbohidrogen fraksiyalarını ayırmaq üçün kalonlar sisteminə malik nəhəng qaz fraksiyaşdırıcı qurğuları **mərkəzi qaz fraksiyaşdırıcı qurğular (MQFQ)** adlandırmaq qəbul olunmuşdur (şək. 2.13)



**Şəkil 2.13. Sənaye mərkəzi qaz fraksiyaşdırıcı qurğusu (MQFQ):**

1 – propan kalonu; 2 – soyuducu-kondensator; 3 – tutum; 4 – nasos; 5 – qaynadıcı; 6 – etan kalonu; 7 – butan kalonu; 8 – izobutan kalonu; 9 – pentan kalonu; 10 – izopentan kalonları; I – xam mallar; II – etan-propan fraksiyası; III – etan fraksiyası; IV – propan fraksiyası; V – butan – heksan fraksiyası; VI – butan fraksiyası; VII – pentan-heksan fraksiyası; VIII – izobutan fraksiyası; IX – normal butan; X – pentan fraksiyası; XI – heksan fraksiyası; XII – izopentan fraksiyası; XIII – n-pentan.

Xammal (I) ( $C_2$ - $C_6$  karbohidrogenlər qarışığı) propan kalonuna (1) daxil olur. Kalonun (1) yuxarı hissəsindən etan-propan fraksiyası (II) çıxarılır və kalon (6)-da etan və əmtəlik propana (IV) (aşağı hissədən götürülür) ayrılır. Kalonun (1) kubundan butan-heksan fraksiyası (V) butan kalonunu (7) qidalandırmaq üçün verilir. Kalonun (7) yuxarı hissəsindən ümumi butan fraksiyası (VI), aşağı hissəsindən isə pentan-heksan fraksiyası (VII) götürülür. İki kalonda (8) butan fraksiyaları izobutan (VIII) (yuxarı hissədən) və n-butan fraksiyalarına (IX) (aşağı hissədən) ayrılır.

Kalonda (9) pentan-heksan fraksiyası pentan (X) (yuxarı hissədən) və heksan (XI) (aşağı hissədən) fraksiyalarına ayrılır. Heksan fraksiyası əmtəlik fraksiyadır. Ümumi pentan fraksiyasından (X) kalonunda (10) izopentan fraksiyası (XII) ayrılır.

Fraksiyaşdırma qurğularının sonrakı təkmilləşdirilməsi, əsasən onların güclərinin artırılmasına və məhsulların keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasına



istiqamətləndirilmişdir.

Qaz fraksiyalaşdırıcı qurğular iki prinsipə – təzyiqli yüksəlməyən və təzyiqli yüksələn rejimləri üzrə – əsaslanaraq müxtəlif sxemlərlə layihələşdirilə bilər.

Təzyiqlin yüksəlməyən sxemində xammalın yolunda birinci yerdə etan kalonu durur. Bu kalonun yuxarı hissəsindən etan fraksiyası ayrılır və kalonun kub məhsulu ikinci kalona daxil olur, həmin kalonun yuxarı hissəsindən propan fraksiyası götürülür və s. Ən yüksək təzyiqli (3,0-3,5MPa) birinci kalonda olur, propan kalonunda 1,3-1,6MPa-a, butan kalonunda isə 0,5- 0,7MPa-a qədər azalır.

Təzyiqlin yüksəlməsi rejimində işləyən sxemdə birinci kalonda xammal axınından etan-butan fraksiyasının (yuxarıdan) və qaz benzininin (aşağıdan) ayrılması nəzərdə tutulur. Birinci kalonun yuxarisından çıxarılan məhsul ikinci kalona daxil olur və onun yuxarı hissəsindən etan-propan fraksiyası qovulur, aşağı hissədən isə butan fraksiyası ayrılır. Üçüncü kalonda etan-propan qarışığı etan və propan fraksiyalarına ayrılır.

Təzyiqlin yüksəlmədiyi rejimdə işləyən sxemdə az sayda nasoslar lazım olur, belə ki, kub məhsulu öz axını ilə kalondan kalona keçir. Əgər daxil olan xammalda az miqdarda propan və butan olarsa, onda iqtisadi üstünlük yüksələn təzyiqli rejimində işləyən sxem üzrə alınır. Sənaye təcrübəsində iki sxemin kombinasiyasından da istifadə olunur.

QFQ-nin sxeminin seçimi xammalın tərkibi və sxemlərin müxtəlif variantlarının texniki-iqtisadi göstəricilərinə əsaslanır.

**Heliumun alınması.** Helium tərkibində 0,5-1,5%(həcm) helium olan benzinsizləşmiş təbii qazdan alınır. Texnologiyanın mahiyyəti qazın dərin soyudulmasından (heliumun qaynama temperaturu mənfi 268,94°C-dir), onun sonrakı kondensləşməsindən, separasiya və rektifikasiyasından helium konsentratının alınmasından ibarətdir. Sonrakı mərhələdə helium konsentratı təmizlənir.

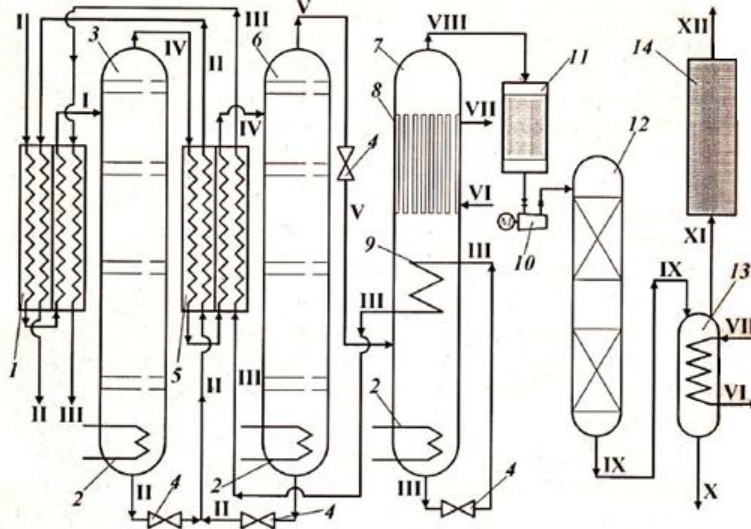
Heliumun kriogen alınma üsulu (şək.2.14) qazın soyudulmasına və ondan helium konsentratının ayrılmasına əsaslanır.

Neft qazı (I) mənfi 26°C temperatur ilə 2,6MPa təzyiqli altında birinci pillə soyuducusuna (1) daxil olur və orada qazın temperaturu mənfi 105°C-ə qədər azaldılır. Əmələ gələn buxar-maye qarışığı birinci buxarlandırıcı kalona (3) daxil olur. Onun yuxarı hissəsindən helium ilə zənginləşmiş qaz (IV) düzaxınlı kondensatordan (5) keçməklə ikinci buxarlandırıcı kalona (6) daxil olur.

Kub mayeləri (II və III) (3-cü və 6-cı buxarlandırıcı kalonlardan ) ventili (4) ilə uyğun olaraq 0,3 və 1,8MPa-ya qədər drosselləşdirilir və istilikdəyişdiricilər sistemində (1 və 5) soyuducu agent kimi istifadə olunur.

Birinci buxarlandırıcı kalonda (3) metanın bir hissəsi, karbon qazının praktiki olaraq hamısı, həmçinin etan, propan və daha ağır karbohidrogenlər ayrılır. Yüngül karbohidrogenlər qarışığı (IV) düzaxınlı kondensatordan (5) keçərək ikinci buxarlandırıcı kalona daxil olur. Bu zaman qazda (V) heliumun

qatılığı (ikinci buxarlandırıcı kalona (6) daxil olan qaz) ilkin qazda olan 0,07% (həcm)-dən 0,93%-ə qalxır.



**Şəkil 2.14. Heliumun ayrılması qurğusunun prinsipial texnoloji sxemi:**

1 – soyuducu; 2 – kub buxarlandırıcı; 3 – birinci buxarlandırıcı kalon; 4 – ventillər; 5 – düz axınlı kondensator; 6 – ikinci buxarlandırıcı kalon; 7 – əks axınlı kondensator; 8 – əks axınlı kondensatorun yuxarı hissəsi; 9 – əks axınlı kondensatorun orta seksiyası; 10 – kompressor; 11 – reaktor; 12 – adsorber; 13 – yüksək təzyiqli azot kondensatoru; 14 – kömürlü adsorber; I – xam qaz; II – ağır karbohidrogenlər qarışığı; III – yüngül karbohidrogenlər qarışığı; IV – birinci buxarlandırıcı kalonun yuxarı məhsulu; V – azot-helium qarışığı; VI – maye azot; VII – qaz halında azot; VIII – helium konsentrasi; IX – qurudulmuş helium konsentrasi; X – azot kondensatı; XI – helium yarım məhsulu; XII – əmtəlik helium.

Helium və azot qarışığının metandan tam ayrılması əksaxınlı kondensatorda (7) baş verir. Bu kondensatorda qaz mərhələlərlə, 9 və 8-ci seksiyalarda soyudulmağa məruz qalır. Kondensatorun orta seksiyası (9) qaynayan kub mayesi (III), yuxarı seksiyada (8) qaynayan maye azot (VI) ilə mənfi 196°C-ə qədər soyudulur.

Əksaxınlı kondensatorun (7) yuxarı məhsulu (VIII) reaktora (11) daxil olur və burada qarışıq kimyəvi yolla hidrogendən təmizlənir.

Azot-helium qarışığının hidrogendən kimyəvi təmizlənmə üsulu hidrogenin mis oksid ilə oksidləşdirilərək suya çevrilməsindən ibarətdir. Reaktorda hidrogenin suya çevrilməsi dərəcəsi 75-77% olur.

Helium konsentrasi (VIII) 85% (həcm) heliuma malik olur və kompressor (10) ilə sıxılaraq adsorberə (12) (seolit ilə doldurulmuş adsorber) daxil olur. Suyun adsorbəsiya prosesi 15MPa təzyiq altında baş verir.

Tamamilə qurudulmuş helium konsentrasi (IX) incə təmizləmə blokunda təmizlənir. Onun sıxılması yüksək təzyiqli azot kondensatorunda (13) mənfi

207°C-də baş verir və bu zaman 99,5%(həcm)-ə qədər heliuma malik qaz faza ayrılır.

Helium qarışıqlardan adsorberdə (14) yüksək təzyiqdə, aşağı temperaturda aktivləşmiş kömür ilə sorbsiya edilməklə ayrılır. Zavodlarda təmizliyi 99,98% olan helium alınır.

Heliumdan təmizlənmiş təbii qaz 10MPa təzyiqə qədər sıxılır və magistral qaz kəməri ilə istifadə yerinə nəql olunur.

Qazda CO<sub>2</sub>-nin qalıq miqdarı 0,003%(həcm)-dən çox olmamalı, hidrogen sulfid isə praktiki olaraq olmamalıdır. Əks halda CO<sub>2</sub> mənfi 78°C-də birbaşa qaz halından bərk hala keçir. Aşağı temperaturlu kondensləşmə və rektifikasiya zamanı kondensatorda və buxarlandırıcı kalonlarda temperatur mənfi 80°C-ə salındıqda CO<sub>2</sub> bərk hissəciklər (buz) şəklində çökərək buxarlandırma kalonlarının boşqablarını, kondensatorların boru sistemlərini tutur.



## III. NEFTİN İLKİN EMALI

### 3.1 Xam neftin xassələri

Neft olduqca mürəkkəb tərkibə malikdir və neft emalçıları onun təmiz komponentlərini (aşağı temperaturda qaynayanlar müstəsna olmaqla) aşkar etmək üçün heç bir cəhd göstərmirlər. Neft müqayisə olunacaq dərəcədə sadə analiz üsulları ilə tədqiq olunur; sonra empirik asılılıqların köməyi ilə onun konkret neft emalı zavodu üçün yararlılığı qiymətləndirilir.

Hər bir neft markası digər əldə oluna bilən xammal növləri ilə müqayisə olunur, istismar xərcləri və göstərilən məhsullara tələbat əsasında ona müəyyən keyfiyyət göstəricisi verilir. Aşağıda neftin ən əhəmiyyətli xassələri verilir.

#### 3.1.1. API dərəcəsi ilə xüsusi çəki.

ABŞ-da neftin sıxlığı API şkalasına görə xüsusi çəki dərəcəsi ilə ifadə olunur (nisbi xüsusi çəki ilə deyil). Bu kəmiyyət əks korrelyasiyaya malikdir: belə ki, API dərəcəsinə xüsusi çəkinin artması nisbi xüsusi çəkinin azalmasına uyğun gəlir. API dərəcələri üzrə xüsusi çəki nisbi xüsusi çəki ilə aşağıdakı formul üzrə əlaqədardır:

$$^{\circ}\text{API} = (141,5 / \text{nisbi xüsusi çəki}) - 131,5 \quad (3.1)$$

Qeyd olunan formulda API dərəcələri ilə xüsusi çəki 60°F (15,6°C)-də mayenin vahid həcminə aiddir. Həmin mayenin xüsusi çəkisi 60°F-də suyun xüsusi çəkisinə nisbətən hesablanır. Neftlərin xüsusi çəkisi geniş intervalda dəyişir: 10-50°API, lakin əksər marka neftlərdə 20-45°API intervalında olur. API dərəcələri ilə xüsusi çəkinin təyini, həmişə maye nümunəsinin 60°F (15,6°C) temperaturda olan halı üçün müəyyən edilir. API dərəcələri ilə xüsusi çəkilər arasındakı asılılıq özünü xətti aparmır, odur ki, onları ortaqlaşdırmaq olmaz. Məsələn, xüsusi çəkisi 30°API olan bir qallon karbohidrogenləri xüsusi çəkisi 40°API olan bir qallon karbohidrogenlərlə qarışdırdıqda, alınan iki qallon qarışığın xüsusi çəkisi 35°API deyil, başqa olur. Nisbi xüsusi çəkini (nisbi sıxlığı), əksinə, ortaqlaşdırmaq olar. Buna baxmayaraq, praktikada API dərəcəsi ilə xüsusi çəki tez-tez ortaqlaşdırılır, çünki yaranan xəta, adətən küzidir.

#### 3.1.2. Kükürdün miqdarı, % (kütlə).

Kükürdün miqdarı və API dərəcələri ilə xüsusi çəki neftin dəyərinə daha çox təsir edən xassələrdir. Lakin neftin digər xassələri də əhəmiyyətlidir: azotun miqdarı, ümumi turşu ədədi (ÜTƏ) və metalların miqdarı. Kükürdün miqdarı kütlə faizi ilə ifadə olunur və 0,1-5% hədlərində dəyişir. Tərkibində 0,5% (kütlə)-dən çox kükürd olan neftlər, tərkibində daha az kükürd olan neftlərə nisbətən,

adətən daha dərin emal tələb edir. Çoxkükürlü və azkükürlü neftlər arasında dəqiq sərhəd yoxdur, belə sərhəd kimi çox zaman 0,5%(kütlə) qəbul olunur.

### **3.1.3. Axıcılığın itmə temperaturu (donma temperaturu), °F (°C).**

Xam neftin °F və ya °C ilə ifadə olunan axıcılığın itmə temperaturu, onun parafinliliyinin və aromatikliyinin yaxınlaşdırılmış göstəricisidir. Axıcılıq temperaturu nə qədər aşağı olarsa, parafinlərin miqdarı bir o qədər az, aromatik karbohidrogenlərin miqdarı isə çox olur.

### **3.1.4. Koks qalığı (kokslaşma), % kütlə.**

Koks qalığı neftin hava iştirakı olmadan qovulması ilə təyin olunur. Koks qalığı neftlə asfaltın və çıxarılması mümkün olan yağ fraksiyalarının təxmini miqdarını əks etdirir. Bir qayda olaraq koks qalığı nə qədər az olursa, neft bir o qədər qiymətli olur. Koks qalığı kütlə faizi ilə ifadə olunur və ASTM D 524 (Ramsbotta görə koks qalığı) və ya ASTM D 189 (Konradsona görə koks qalığı) sınaq üsulları ilə təyin olunur.

### **3.1.5. Duzların miqdarı (1000 bareldə funt ilə).**

Əgər NaCl-ə hesablanmaqla neftdə duzların miqdarı 1000 bareldə 10 funtdan çox olarsa, onu emal etməzdən əvvəl duzsuzlaşdırmaq lazım gəlir. Duzların olması korroziya problemləri yaradır. Əgər neft qalıqları katalizator iştirakı ilə emal olunursa, onda duzların neftdə miqdarı az olduğu halda belə, nefti duzsuzlaşdırmaq lazımdır. Neftlərin müxtəlif sıxlıqları səbəbindən 1000 bareldə funt ilə mq/kq kəmiyyətləri arasında dəqiq əmsal olmasa da, qəbul etmək olar ki, 1000 bareldə 1 funt təxminən 3 mq/kq-a uyğun gəlir.

### **3.1.6. Azotun miqdarı, % kütlə.**

Neftdə azotun çox olması arzu olunan deyil, belə ki, üzvi azotlu birləşmələr neft emalında istifadə olunan katalizatorlara güclü zəhərləyici təsir göstərir və hidrogen kövrəkliyi (şişməsi) kimi ciddi korroziya problemi yaradır. Tərkibində 0,25%(kütlə)-dən çox azot olan neft, onun kənarlaşdırılması üçün xüsusi işləmələr tələb edir.

### **3.1.7. Metalların miqdarı, mq/kq.**

Neftlərdə metalların miqdarı geniş intervalda dəyişir: bir kiloqramda bir neçə milliqramdan 1000 mq/kq və daha çox qədər. Nisbətən kiçik kəmiyyət olsa

da, bu göstərici böyük əhəmiyyət kəsb edir. Hətta bəzi metalların (nikel, vanadium və mis) olduqca az miqdarları da katalizatorların aktivliyinə güclü təsir göstərir, prosesin istiqamətini dəyişə bilər, qiymətli məhsulların çıxımını azaldır və bütün bunlar az əhəmiyyətli yan məhsulların miqdarının artmasına gətirib çıxarır. Neft yanacaqlarında vanadiumun miqdarının 2 mq/kq-dan çox olması turbinlərin kürəklərinin güclü korroziyasına, sobaların tüstü borularının və odadavamlı futerlərinin zədələnmələrinə səbəb olur.

Neftin emalı zamanı metallik komponentlər qalıqda toplanır, lakin bəzi metal-üzvi birləşmələr qovulma temperaturlarında buxarlanır və yüksək temperaturda qaynayan distillatlara keçir.

Metalların miqdarını propanla ekstraksiya yolu ilə və ya analoji həlledicilərlə azaltmaq olar, çünki metal-üzvi birləşmələr asfaltenlərlə və qatranlarla birgə çökür.

### **3.2 Bitum üçün yararlı neftlər**

Heç vaxt yüz faiz əminliklə demək olmaz ki, bu və ya digər neft (ondan asfalt ayırmaq sınaq aparmadan) spesifikasiyaya cavab verən bitumun alınması üçün yararlıdır. Bununla belə, neftin müəyyən xassələri var ki, onların əsasında hansısa neftin potensial bitum mənbəyi olduğunu söyləmək mümkündür. Əgər neft orta qaynama temperaturu 750°F (399°C) olan qalığa malikdirsə, Uotsona görə xarakterizə faktoru 11,8 və xüsusi çəkisi 35°API-dən az deyilsə, deməli o, bitum almağa yararlıdır. Amma qaynama sərhədləri 750 və 550°F (399-288°C) olan fraksiyaların xarakterizə faktorları arasında fərq 0,15-dən çox olarsa, qalıq olduqca çox parafinə malik ola bilər ki, bu da spesifikasiyaya uyğun bitum almağı çətinləşdirir.

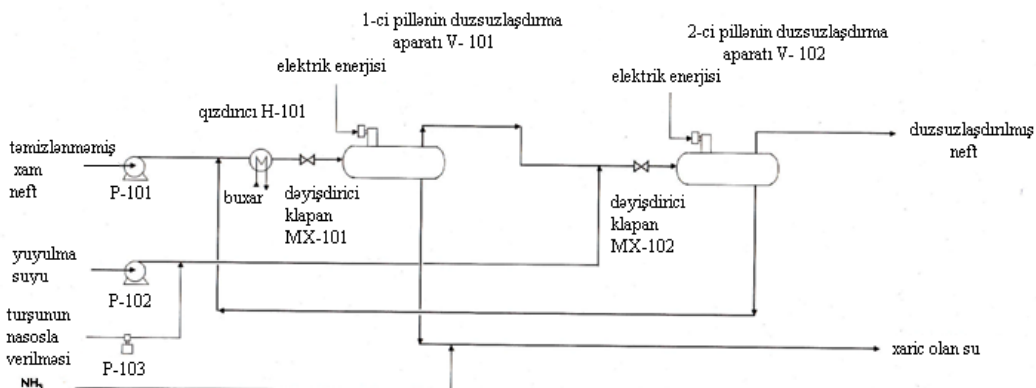
### **3.3 Neftin duzsuzlaşdırılması**

Neftin duzsuzlaşdırılması NEZ-da birinci texnoloji mərhələdir (şəkl.3.3.1.).

Duzsuzlaşdırma əməliyyatı neftdən duzları, mexaniki hissəcikləri və təmizlənməmiş neftdən lay suyunu ayırmaq üçün aparılır və bu əməliyyatdan sonra neft qovulma qurğusuna verilir.

Duzlar neftdə emulsiyalaşmış, suda həll olmuş və ya suspenziyalaşmış kristallik duzlar şəklində olur. Prinsipcə duzsuzlaşdırma prosesi neftdən duzların su ilə yuyulmasından ibarətdir.

Bu prosesin səmərəli və rentabelli getməsi üçün nefti su ilə qarışdırmaq, suspenziyalaşmış bərk hissəciklərin su ilə islanmasını təmin etmək və nefti yuma suyundan ayırmaq lazımdır. Neftin və yuma suyunun ayrılmasının səmərəliliyi sıxlıq, özlülük kimi faktorlardan, neftin pH-dan və yuma üçün götürülən suyun neftə nəzərən miqdarından asılı olur.



**Şəkil 3.3.1. İkipilləli duzsuzlaşdırma aqreqatı.**

Duzsuzlaşdırma prosesinin əhəmiyyətli funksiyası neftdən asılqan mexaniki hissəciklərin ayrılmasıdır. Belə asılqan hissəciklər incə dənəvər qum, qunt hissəcikləri, boru kəmərlərindən, tutumlardan və tankerlərdən nəql və ya emal zamanı neftə düşmüş dəmir oksidləri və sulfidləri ola bilər.

Yaxın keçmişə qədər neftin normal duzsuzlaşdırılma kriteriyası duzların (NaCl-ə hesablanmaqla) miqdarının  $1\text{m}^3$  neftdə 28,5 q olması qəbul edilmişdir. Lakin bəzi proseslərə, o cümlədən neftin duzsuzlaşdırılmasının dərinliyinə qoyulan tələblərin sərtləşdirilməsi, duzların qalıq miqdarının  $2,85\text{ q/m}^3$  və daha aşağı həddə çatdırılmasını tələb edir. Belə növ əlavə tədbirlər nəticəsində avadanlıqların çirklənməsi və korroziyaya uğrama dərəcəsi azalır, həmçinin sonrakı emal qurğularında katalizatorların xidmət müddətləri yüksəlir.

**Cədvəl 3.3.1. Duzsuzlaşdırma üçün yuma suyuna qoyulan tələblər**

Neftin sıxlığı, $\text{kg/m}^3$	Yuma suyunun məsrəfi, %(həcm)	Temperatur, °C
825-dən az	3 - 4	116-127
825-876	4 - 7	127-138
>876	7 -10	138-149

Duzsuzlaşdırma prosesi neftdə 3%-dən 10%(həcm) qədər suyu  $93-149^\circ\text{C}$ -də emulsiyalaşdırmaqla aparılır. Su/neft nisbəti və işçi temperatur neftin sıxlığından asılı olur. Tipik işçi şəraitlər cədv.3.3.1-də verilir.

Duzlar yuma suyunda həll olur, karbohidrogen və su fazaları isə çökdürücüdə ayrılır. Təbəqələşməni sürətləndirmək üçün ya emulsiyanın dağılmasına kömək edən reagent əlavə olunur, ya da elektrostatik sahədən istifadə olunur. Elektrostatik sahə duzlu suyun koallessensiyasını, koaqulyasiyasını sürətləndirir. Elektrostatik sahə yaratmaq üçün həm dəyişən, həm də sabit gərginlikdən istifadə olunur. Koallessensiyanı sürətləndirmək üçün 16000-dən

35000V-a qədər gərginlik yaradılır. Bu zaman birpilləli duzsuzlaşdırma prosesində suyun ayrılması 90-95%-ə, ikipilləli prosesdə isə 99%-ə çatır.

Naften əsaslı ağır neftlər əksər digər neftlərə nəzərən daha davamlı emulsiya əmələ gətirir, odur ki, onların emalı zamanı duzsuzlaşdırma aparatları, adətən aşağı səmərəliliklə işləyir. Belə neftlərin sıxlıqları suyun sıxlığına yaxın olur və onların təbəqələşməsi üçün 138°C-dən yuxarı temperatur tələb olunur.

Duzlu suyun pH-ı elə seçilməlidir ki, 7-dən yüksək qiymət olmasın. pH 7-dən çox olduqda, emulsiya əmələ gəlir ki, bu da orada olan natrium naftenat və natrium sulfidin olması ilə əlaqədardır. Əksər neftlər üçün pH-ı 8-dən aşağı saxlamaq lazımdır. Elektroduzsuzlaşdırma aparatlarında ən yaxşı susuzlaşdırma dərəcəsi o zaman əldə olunur ki, aparatlar pH=6 rejimində işləsin. pH-ın qiyməti daxil olan və ya dövr edən suya turşu əlavə etməklə tənzimlənir.

İkipilləli duzsuzlaşdırma aparatının ikinci pilləsində sistemə neftin həcmnin 4-5%-i miqdarında su əlavə olunur. Konkret tip emulsiyalar üçün elektrodların optimal ölçüləri və onlar arasında optimal məsafə seçilməsi məqsədəuyğundur. Neftdə qalan duzun miqdarı həm qalıq suyun miqdarından, həm də bu suyun duzluluğundan asılıdır. Odur ki, dərin duzsuzlaşdırma əldə etmək məqsədi ilə müəyyən miqdarda yuma suyu verilir. Yuma suyu həddindən çox verildikdə, duzsuzlaşdırmanın məsrəfi artır və ayrılan tullantı sularının miqdarı da çoxalır. Bu səbəbdən içməli suya qənaət məqsədi ilə əksər NEZ-da ELOU qurğlarına yuma suyunun əks axınla verildiyi ikipilləli sxemdən istifadə olunur.

**Emulsiyaların istilik təsiri ilə işlənməsi.** Verilmiş neft üçün neftin sıxlığından, özlülük-temperatur xarakteristikalarından, emulsiyanın tipindən, elektrodhidratorda və ya termokimyəvi susuzlaşdırma çökdürücüsündə təzyiqdən asılı olaraq sistemi optimal temperatura (60-150°C) qədər qızdırmaq lazımdır. Temperaturun müəyyən həddə qədər artırılması deemulsasiya prosesinin bütün mərhələlərinin intensivləşməsinə səbəb olur: birincisi, təbii emulqatorların neftdə həll olmasının artması və parafinin kristallaşması nəticəsində emulsiya qeyri-stabil hala keçir və ikincisi, neftin özlülüyünün və sıxlığının azalması hesabına su damcılarının çökmə sürəti artır.

Adətən, optimal olaraq dehidratorlarda elə temperatur seçilir ki, həmin temperaturda neftin özlülüyü 2-4 sSt olsun. Bir çox neftlər 70-90°C-də kifayət qədər yaxşı duzsuzlaşır. Neftin temperaturu artırıldıqda, eyni zamanda təzyiqi də artırmaq lazım gəlir ki, sistem maye halda saxlanılsın və bununla da neft itkisi və yanğın təhlükəsi azalsın. Amma təzyiqin artırılması aparatlar sisteminin divarlarının qalınlığının artırılmasını tələb edir. Müasir elektrodhidrator modelləri 1,8MPa-ya qədər təzyiqə hesablanmışdır.

ELOU-nun texniki-iqtisadi göstəricilərinə, həmçinin emulsiyalı neftin deemulqator məhlulu ilə birlikdə qarışdırmanın intensivliyi və müddəti də təsir edir. Belə ki, az səthi aktivliyə malik olduqda və deemulqatorlu neftdə pis həll olduqda daha intensiv və uzun müddətli qarışdırılma tələb olunur. Qarışdırma elə

olmalıdır ki, pis çökən, yüksək disperslikli sistem əmələ gəlsin və bu məqsədlə, adətən mərkəzdənqaçma nasosundan istifadə olunur. Lakin yaxşı olar ki, diafraqmalar, klapanlar, fırlanan rotorlar kimi xüsusi qarışdırıcı qurğular da sistemə qoşulsun. Həmçinin, ELOU-da aşağı məhsuldarlıqlı dozlaşdırıcı nasosların olması məqsədəuyğun sayılır. ELOU-nun əsas aparatları elektrodehidrotorlardır. Elektrodehidrotorda neft emulsiyasının elektrik sahəsində işlənməsi ilə yanaşı, deemulsasiya olunmuş neftin çökdürülməsi prosesi də aparılır, başqa sözlə elektrodehidrotor, eyni zamanda çökdürücü rolunu da oynayır. Mədənlərdə və zavodlarda ELOU-da istifadə olunan müxtəlif formalı elektrodehidrotorlardan (vertikal, şarvari və horizontal) ən sərfəlisi horizontal dehidrotorlardır. Əvvəllər istifadə olunmuş vertikal və şarvari elektrodehidrotorlarla müqayisədə horizontal elektrodehidrotorlar aşağıdakı üstünlüklərə malikdir (cədvəl 3.3.1):

**Cədvəl 3.3.1. Rusiya Federasiyasında istifadə olunan müxtəlif növ elektrodehidrotorların xarakteristikası**

Geometrik ölçüləri və əsas göstəriciləri	Elektrodehidrotorun tipi		
	vertikal	şarvari	horizontal
Həcm, V, m <sup>3</sup>	30	600	160
Diametr, D, m	3	10,5	3,4
Uzunluq, L və ya hündürlük H, m	4,3	-	17,6
Horizontal kəsiyin sahəsi, S, m <sup>2</sup>	7	86	60
Horizontal kəsiyin xüsusi sahəsi, S/V, m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	0,23	0,13	0,4
Neftin hərəkətinin xətti sürəti, V/S, m/s	4,3	7	2,7
Xüsusi məhsuldarlıq, G/V, m <sup>3</sup> (m <sup>3</sup> xsaat)	0,5-1,0	0,5-1,0	1,5-3,0
Məhsuldarlıq, m <sup>3</sup> /saat	15-30	300-600	240-480
Hesablanmış təzyiq, MPa	0,4-0,6	0,6-0,7	1 və ya 1,8
Hesablanmış temperatur, °C	90	100	160
Elektrodlarda kütlə, ton		100	37

- Su damcılarının çökməsi üçün daha əlverişli şəraitin olması (horizontal kəsiyin xüsusi sahəsi (çökmə qurğusu) və neftin hərəkətinin xətti sürəti ilə qiymətləndirilə bilər);

- Aparatın xüsusi kütləsinin (təxminən 1,5 dəfə) və qiymətinin az olması ilə yanaşı, məhsuldarlığının (təxminən 3 dəfə) yüksəkliyi;

- Sadə konstruksiya, az sayda elektrik avadanlıqlarının olması, elektrodların sahəsinin böyüklüyü, qurulmasının, xidmətin və təmirin asanlıığı;

- Yüksək temperaturda və təzyiqdə işləyə bilməsi;

### 3.4 NEZ-də qovulma

NEZ-da duzsuzlaşdırmadan sonra, neftin emalının birinci mərhələsində məhsulun bir neçə fraksiyaya qovulması həyata keçirilir. Qovulma atmosfer

təzyiqindən bir qədər yüksək təzyiqdə aparılır və bu aşağıdakı mülahizələrlə əlaqədardır:

1. Yüngül qaz halında karbohidrogenlərin qaynama temperaturunu yüksəltməklə elə etmək lazımdır ki,  $C_3$  və  $C_4$  karbohidrogenlərinin bir hissəsini zavod dövretmə suyundan istifadə etməklə yuxarı məhsul kondensatorunda kondensləşdirmək mümkün olsun;

2. Kondensləşmiş qazın təzyiqini elə səviyyəyə çatdırmaq lazımdır ki, onu sonrakı emal üçün nəql etmək imkanı yaransın;

3. Kalonun hidravlik müqavimətini keçmək mümkün olur.

Əvvəlcə neft istilikdəyişdiricilərdə, sonra boruvarı sobada elə qızdırılır ki, onun kalonun yuxarisından məhsul və yan fraksiyalar kimi çıxan bilən komponentləri buxarlanınsın. Sobadan axan neft qovulma kalonunun buxarlanma zonasına verilir və burada buxarın və mayenin ayrılması baş verir. Buxarlanma zonasından axan maye hələ müəyyən qədər distillatlara malik olur ki, o da ifrat isti buxar ilə buxarlandırılır. Buxarlandırıldıqdan sonra kub qalıqı (həmçinin mazut adlandırılır) kalondan kənarlaşdırılır. Krekinqin baş verməməsi üçün kub məhsulunun temperaturu  $370-400^{\circ}\text{C}$ -dən yuxarı olmamalıdır.

Atmosfer qalıqı boruvarı sobaya verilir,  $390-410^{\circ}\text{C}$ -yə qədər qızdırılır və vakuum kalonuna göndərilir. Vakuum kalonunda qalıq təzyiq  $80-110$  mm.civə sütunu həddində olur. İşçi şəraitlərin seçimi krekinqin olmaması və məhsulların lazımı keyfiyyəti nəzərə alınmaqla müəyyən edilir. Vakuum qovulmasının təyinatı, bir qayda olaraq mazutdan vakuum qazoylunun (VQ) ayrılmasını həyata keçirməkdən ibarətdir. VQ ya katalitik krekinq qurğusu üçün və ya hidrokrekinq üçün xammal kimi, ya da baza sürtgü yağları almaq üçün istifadə olunur. Son tətbiqdən asılı olaraq vakuum kalonunda bir və ya bir neçə yan fraksiyalar ola bilər. Vakuum qovulması qurğusunun kub qalıqı təkcə bitum üçün yox, soba yanacağıının alınması üçün də (müəyyən qədər dizel fraksiyası və ya kerosin qatmaqla) istifadə oluna bilər.

Əgər neft olduqca çox miqdarda qaz halında komponentlərə malik olarsa, onda atmosfer rektifikasiya kalonundan əvvəl qaz seperatoru qoyulur və ya qaz halında karbohidrogenlərin çox hissəsini və yüngül naftanın bir hissəsini ayırmaq üçün nəzərdə tutulan ilkin buxarlandırma aparatı (qovulmuş buxarları kondensləşdirmə sisteminə malik) quraşdırılır. İlkin buxarlandırma mərhələsinin kub qalıqı atmosfer kalonuna xammal kimi verilir.

**Qovulma prosesinin parametrləri.** Neftin qovulma kalonunu hesablamaq üçün aşağıdakı texnoloji parametrlər tələb olunur:

1. Neftin xarakteristikası: suyun və metalların miqdarı, termiki davamlılıq (termiki davamlılıq krekinq baş vermədən nefti sobada qızdırmaq üçün mümkün temperatur hədlərini müəyyən etməyə imkan verir);

2. Buxarlandırma zonasının işçi şəraitləri: bu zonada temperatur həddi krekinqin yaranması ilə, təzyiq isə fleqma tutumuna verilən təzyiq plus şlem



borusunun və kalonun müqaviməti ilə müəyyən edilir;

3. “Yenidən buxarlandırma”, başqa sözlə yuxarı və yan fraksiyaların ümumi miqdarına nəzərən buxarlanan neftin artıqlığı. Yenidən buxarlanma, adətən mayenin həcmnin 3-6% həddində saxlanılır və o, təkcə yuma seksiyasının boşqablarının kokslaşmasının və koksun aşağı yan fraksiyaya düşməsinin qarşısını almır, həm də yan fraksiya ilə kalonun kub məhsulunun daha səmərəli ayrılmasını, aşağı yan fraksiya və buxarlandırma zonası arasındakı boşqablar üzərində yumanı təmin edir. Yenidən buxarlanmanın artması enerji məsrəflərini yüksəldir, odur ki, yenidən buxarlandırma minimum həddə saxlanılır (aşağı yan fraksiyalara verilən tələbləri təmin etməyə imkan verir);

4. Əgər yüksək temperaturlu buxar ilə buxarlandırmadan danışsaq o, kalonun kubundakı mayedən yüngül komponentləri ayırmaq üçün istifadə olunur. Atmosfer qovulması kalonunun buxarlanma zonasında neftin 50-60%-ə qədəri qovulur. Buxarlanmayan komponentlər buxarlandırma seksiyasına axır və bu seksiyada 4-dən 6-ya qədər boşqab olur. Burada ifrat qızdırılmış buxar ilə mazutda qalan və nisbətən aşağı qaynama temperaturuna malik distillatlar buxarlandırılır. Buxarlandırma üçün buxar sərfi 1 barel neftə, təxminən 5-10 funt (14,3-28,5 kq/sm<sup>3</sup>) təşkil edir. Buxarlandırılmış məhsulun alışma temperaturunu ifrat qızdırılmış buxarın məsrəfini dəyişməklə tənzimləmək olar;

5. ASTM üzrə qovulma əyrisində 5 və 95%-in qovulma temperaturları arasındakı fərq ilə ifadə olunan ayrılma dəqiqliyi (2 qonşu yan fraksiyalar ağır fraksiya və ondan əvvəlki yüngül fraksiya). Müsbət fərq **aralıq**, mənfi fərq **üstü örtülmə** adlanır.

Atmosfer və vakum qovulmasının hesablanma qaydası, əsasən emperikdir, belə ki, neft olduqca geniş – metandan asfalt pekinə qədər olan kabohiprogenlərə malikdir. Aşağıda qovulma haqqında NEZ-da neftin qovulma kalonunun təsviri və hesablama qaydalarının qısa xülasəsi verilir.

**Qaynamanın həqiqi temperaturları əyrisi.** İstənilən neft nümunəsinin tərkibi qaynamanın həqiqi temperaturları əyrisinin (**QHTƏ**) köməyi ilə approksimasiya oluna bilər. Bu üsul, mahiyyət etibarı ilə çoxpilləli (bir qayda olaraq 60 dəfədən çox) fasiləli distillədir və burada fleqmanın distillata nisbəti yüksəkdir (>5). “Temperatur – qovulmanın həcm payı” əyrisində istənilən nöqtədəki temperatur verilmiş temperaturda, qovulmuş həcmdə olan kabohiprogen materialının həqiqi qaynama temperaturuna uyğun gəlir. QHTƏ distilə ayrılmalı bir qayda olaraq yalnız neft və neft məhsulları üçün qurulur.

**ASTM üzrə qovulma.** Neft məhsulları üçün Amerika Materialların Sınaqları Cəmiyyətinin (ASTM) işlənilib hazırladığı sürətli qovulma üsulundan istifadə olunur. Bu üsul kütlə mübadiləsi boşqabları, qovulma kolbası və kondinsator arasında, fleqma olmadan fasiləli distillə üsuludur. Burada fleqma əmələ gəlməsi yalnız kondinsatora qədər istilik itməsi hesabına yarana bilər.

**Tarazlıq buxarlanması.** Bu üsulda xammal axını qızdırıcı ilanvari boru



boyunca fasiləsiz hərəkət zamanı qızdırılır. Bu zaman əmələgələn buxarlar qalıq maye ilə birlikdə boru ilə o vaxta qədər hərəkət etdirilir ki, buxar separatorunda və ya buxarlandırıcıda buxarların ayrılması üçün şərait yaransın. Bu əməliyyatı müxtəlif temperaturlarda apararaq “Buxarlanmış məhsulun %-lə miqdarı – temperatur” əyrisini qurmaq mümkündür. Bundan başqa, bu qovulmanı atmosfer təzyiqindən yüksək temperaturda və vakum altında da aparmaq olar. Tarazlıq (birdəfəlik) qovulma əyrisi, əsasən neft nümunələri və vakum kalonu üçün xammal olan mazut üçün qurulur.

**Xam neftin analizi.** Neftin tam və dolğun tədqiqatı xam neftin analizi adlandırılır. Bu analiz QHTƏ-yə nisbətən daha məlumatlı olur. Xam neftin bu növ hərtərəfli analizi, özündə qismən və ya tam olaraq aşağıdakı məlumatları saxlayır:

1. Neftin sıxlığı, özüllüyü və donma temperaturu, neftdə olan duzların, kükürdün, yüngül (qaz halında) karbohidrogenlərin miqdarı.

2. QHTƏ və sıxlıq, özüllük, kükürdün miqdarı və digər xarakteristikalarının (fraksiyaların orta hissəsi üçün) qrafikləri.

3. Karbohidrogen tərkibi – yüngül karbohidrogenlərdən C<sub>8</sub> və ya C<sub>9</sub>-a qədər

4. Nafta, kerosin, dizel və ağır dizel fraksiyalarının, vakuum qazoyllarının və qalıqların xassələri. Mütləq olaraq çıxım (% həcm), sıxlıq, kükürdün miqdarı, özlülük, oktan ədədi, dizel indeksi, alışıma temperaturu, alovlanma temperaturu, hisli olmayan alovun hündürlüyü və donma temperaturu kimi xassələr.

5. Yağ distillatlarının xassələri (neft sürtgü yağları almaq üçün yararlı olduqda).

6. Fraksiyaların müxtəlif sahələrdə yararlı olmasını müəyyənləşdirmək üçün xassələrinin əhatəli tədqiqi.

**Neftin qovulması kalonunun texnoloji hesabatı.** Hesablama etaplarının yığcam xülasəsi aşağıda verilir:

1. Neftin qaynamasının həqiqi temperaturunun və tarazlıq qovulması əyrilərinin qurulması. QHT məlumatlarının tarazlıq qovulması əyrisinə çevrilməsinin bir neçə üsulu mövcuddur.

2. QHT əyriləri qaz və mazutdan başqa, digər məhsulların hamısı üçün qovulma əyrilərinə və Edmister, Maksvell üsulları üzrə və ya kompyuter hesablamalarının köməyi ilə tarazlıq qovulması əyrilərinə çevrilir.

3. Neftin girişi və məhsulların çıxımı göstərilməklə, neftin qovulma kalonunun həcmə və kütləyə görə material balanslarının tərtib olunması. Bundan başqa, fraksiyaların QHT üzrə qaynama temperaturu hədlərinin və çıxımın (mayeyə görə həcm %-i ilə) qrafiklərinin qurulması, fraksiyaların orta göstəriciləri: sıxlıq, molekul kütlələri, qaynama temperaturları, neft və müxtəlif məhsullar üçün entalpiya əyriləri.

4. Fraksiyalaşdırma tələblərinə baxılması. İdeal fraksiyalaşdırma ASTM üzrə qovulma əyrisi üzərində 5 və 95%-in qovulma temperaturları arasındakı fərq ilə (ideal QHT əyrilərindən alınmış) iki qonşu fraksiya üçün – daha ağır və daha

yüngül fraksiya üçün ifadə olunur. Aralıqlarda  $n$  hesablama parametri kimi istifadə olunur və ideal aralıq faktiki aralığa çevrilir. İdeal aralıq və tələb olunan faktiki aralıq arasındakı fərq kənarçıxmadır və o, birbaşa boşqabların sayının fleqmaya hasili ilə korrelyasiya olunur.

5. Kənara çıxma və ya aralıq və  $F$  əmsalı arasında korrelyasiyanın axtarışı.  $F$  əmsalı iki yan fraksiyanın götürüldüyü nöqtələr arasında olan boşqabların sayının daxili fleqma ədədinə hasilinə bərabərdir. Daxili fleqma ədədi daha yüngül fraksiyanın götürüldüyü boşqabdan aşağıdakı qaynar fleqma mayesinin həcmninə ( $15,6^{\circ}\text{C}$ -də) daha ağır qonşu məhsula nəzərən daha yüngül olan (qazsız) maye məhsulun ( $15,6^{\circ}\text{C}$ -də) həcminə bölünməsindən alınan ədəddir.

Burada belə qəbul olunur ki, verilmiş fraksiyalaşdırmanın (qovulma) dəqiqliyi üçün fleqma ədədi və boşqabların sayı qarşılıqlı əvəz olunandır və verilmiş fraksiyalaşdırma üçün çox dəqiq yerinə yetirilir. Daha çox istifadə olunan boşqabların sayı 5-10, fleqma ədədi 1-5-dir.

Yaxşı aydın olması üçün cədvəl 3.4.1.-də verilmiş yan fraksiyaların ayrılmasının boşqabların sayından asılılığı verilir.

**Cədvəl 3.4.1. Neftin qovulması qurğusunda yan fraksiyalar arasında boşqabların sayı**

Ayrılma	Boşqabların sayı
Nafta kerosin	8-9
Kerosin-yüngül dizel	9-11
Yüngül dizel-atmosfer qalığı	8-11
Buxarlandırma zonasından birinci götürülmə boşqabına qədər	4-5
Buxar ilə buxarlandırma seksiyası	4-6

**Boşqabların sayı.** Əksər atmosfer kalonlarında buxarlandırma zonası ilə kalonun yuxarısı arasında boşqabların sayı 25-35 olur. Neftin qovulma kalonunun müxtəlif seksiyalarında boşqabların sayı, oradan götürülən fraksiyaların tələb olunan xassələrindən asılıdır (cədvəl 3.4.1.).

Boşqabların yol verilən müqaviməti bir boşqab üçün təxminən 0,7-1,4 kPa olur. Bir qayda olaraq buxarlandırma zonası və kalonun yuxarısı arasında təzyiq azalması 35 kPa qəbul olunur. Buxarlandırma zonasında təzyiq fleqma tutumunda olan təzyiq ilə kondensatorda və buxarlandırma zonasından yuxarıda olan boşqablarda ümumi təzyiqlər fərqlinin cəminə bərabərdir. Bir qayda olaraq, buxarlandırma zonası və sobadan çıxış arasındakı sahə üçün təzyiq azalması 35 kPa qəbul olunur.

**Buxarlandırma zonasında şərait.** Hər şeydən əvvəl fleqma tutumunda elə təzyiq yaradılır ki, soyuducu suyun maksimum temperaturunda yuxarı məhsulun təzyiqinə bərabər olsun. Bundan sonra, buxarlanma zonasında təzyiq təyin olunur. Bu təzyiq fleqma tutumunda təzyiq kondensatordan əvvəl buxar xətlərindəki təzyiq azalması və boşqablarda təzyiqlər fərqlinin cəminə bərabərdir.

Buxarlanma zonasına temperatur təyin etməzdən əvvəl, kuba verilən

buxarlandırıcı buxarın miqdarı və yenidən buxarlanmanın miqdarı müəyyənləşdirilir. Neftə nəzərən buxarlanmış məhsulun həcm payı mövcud korrelyasiyadan istifadə edilməklə hesablanır. Hesab edək ki,  $D$  – bütün qovulmuş məhsulların ümumi miqdarıdır,  $V$  – buxarlanma zonasında buxarlanma dərəcəsidir, (%-lə),  $OF$  – yenidən buxarlanma və  $ST$  – buxarlanmış məhsulun miqdarıdır. Onda

$$V = D + OF - ST$$

Neft üçün tarazlıq qovulması əyrisi üzrə buxarlanma zonası üçün elə temperatur təyin olunur ki, o, tələb olunan buxarlanma dərəcəsini təmin etsin. Bu temperatur maksimum qiymətdən yuxarı olmamalıdır, əks halda buxarlanma kəmiyyəti və buxarlandırıcı buxarın miqdarı o vaxta qədər dəyişdirilir ki, lazımi temperatur əldə olunsun. Neftin parçalanmağa məruz qaldığı başlanğıc temperatur müxtəlif neftlər üçün eyni deyil və onların tərkibindən asılıdır (naften, parafin və ya aromatik əsaslı neftlər). Parçalanma temperaturunu yalnız müxtəlif sınaqlar aparmaqla təyin etmək olar. Əksər parafinli və naften əsaslı neftlər üçün termiki parçalanmanın başlanğıc temperaturu  $343-354^{\circ}\text{C}$ -dir.

**Kalonun yuxarisının temperaturu.** Kalonun yuxarisının temperaturu yuxarı məhsulun buxarlarının şəhlənmə nöqtəsinə bərabər olur. Bu şəhlənmə nöqtəsi yuxarı boşqaba hesablanmış yuxarı məhsulun parsial təzyiqində, tarazlıq buxarlanması əyrisində 100% buxarlanmanın yaratdığı temperatura uyğun gəlir. Bu temperatur aşağıdakı sxem üzrə ardıcıl yaxınlaşma üsulları ilə təyin edilir:

1. Soyuducu mühitin (su və ya hava) maksimum temperaturu nəzərə alınmaqla fleqmanın yığıldığı tutuma temperatur verilir.

2. Kalonun yuxarisının temperaturu qiymətləndirilir və bu zaman belə fərz olunur ki, bu temperaturda su buxarı kondensləşmir.

3. Yuxarı suvarma ilə aparılan istiliyi müəyyən etmək üçün, kalonun yuxarisı üçün istilik balansı tərtib olunur, yuxarı suvarma axını hesablanır.

4. Distillatın və kalonun yuxarisında suvarmanın parsial təzyiqi hesablanır. Verilmiş parsial təzyiq üçün atmosfer kalonunun distillatının tarazlıq buxarlanması əyrisi üzərində 100%-li buxarlanma temperaturu korrektə olunur.

5. Bu addımlar o vaxta qədər davam etdirilir ki, hesablanmış temperatur qiymətləndirmə temperauruna uyğun olsun.

6. Kalonun yuxarisında buxarlarda suyun parsial təzyiqi hesablanır. Əgər kalonun yuxarı temperaturunda su buxarının təzyiqi, onun parsial təzyiqindən çoxdursa, onda su buxarının kondensasiyasının olmaması haqqında ehtimal doğrudur. Əks halda, belə bir ehtimal qəbul olunmalıdır ki, su buxarının müəyyən hissəsi kondensləşir və bütün addımlar o vaxta qədər davam etdirilir ki, kalonun yuxarı hissəsində su buxarının parsial təzyiqi, kalonun yuxarisının temperaturunda su buxarının təzyiqi ilə bərabərləşsin. Bundan başqa, bu halda kondensləşən suyun götürülməsi üçün texniki vasitələr də nəzərdə tutulmalıdır.

7. Qazın və distilatın miqdarını müəyyən etmək üçün kalonun yuxarı məhsulunun hamısının komponent analizi aparılır (çıxan qazda, yuxarı distilatda, yuxarı suvarmada və su buxarında). Sonra distilat üçün tutumun təzyiq və temperaturunda yuxarı məhsulun buxarlarının hamsı üçün tarazlıq buxarlanmasının hesablanması həyata keçirilir.

8. Kalonun yuxarısı üçün entalpiya balansı tərtib edilir və yuxarı məhsul kondensatoruna yük müəyyən olunur.

**Kalonun kubunda buxarlanma.** Kalonun kubunda ifrat (kəskin) temperaturu buxar ilə buxarlandırılması lazım olan maye miqdarını təyin etmək üçün, bu mayenin tarazlıq buxarlanması ayrısını qurmaq lazımdır. Mazutun tarazlıq qovulması ayrısını bütün neftin tarazlıq qovulması ayrısından istifadə etməklə qurmaq olar. Bu zaman şərti olaraq qəbul edilir ki, ilkin kub məhsulu buxarlandırıcı buxar iştirakı ilə, yuxarı buxarlanma boşqabının təzyiqində və bu boşqabdan çıxan mayenin temperaturunda buxarlanır. Buxarlanma zonasında neftin, təxminən 50-60%-i buxarlanır. Buxarlanmış neft 4-dən 6-ya qədər boşqaba malik yekunlaşdırıcı seksiyaya axır və burada aşağı temperaturda qaynayan distillatlar ifrat qızdırılmış buxar ilə 316°C-də buxarlandırılır. Bu əməliyyatda buxarlandırıcı buxarın məsrəfi 1m<sup>3</sup> buxarlandırma üçün nəzərdə tutulmuş məhsula görə 14,3-28,5kq təşkil edir. Buxarlandırıcı su buxarının məsrəfini dəyişməklə məhsulun buxarlanmadan sonra alışma temperaturunu korrektə etmək olar.

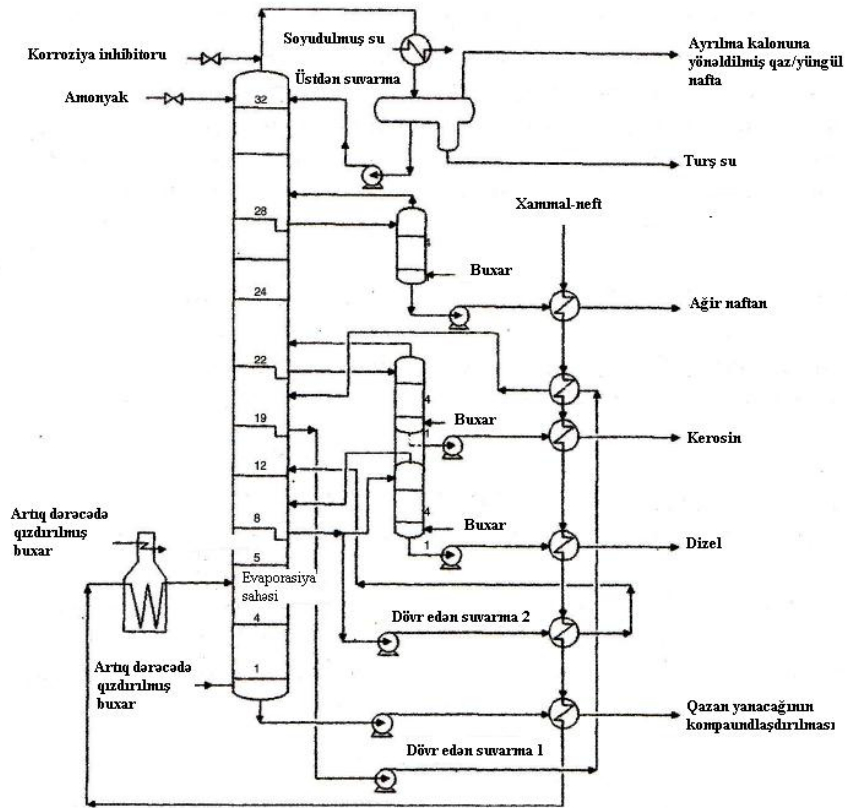
**Yan fraksiyaların buxarlandırma kalonu.** Kalondan yan qovulmalar şəklində çıxarılan distillat məhsullar (kerosin və dizel fraksiyaları), adətən qonşu fraksiyaların komponentlərinə malik olur. Belə ki, kerosin fraksiyası müəyyən miqdarda naftaya, yüngül dizel fraksiyası kerosin fraksiyasının qaynama temperaturunda qaynayan müəyyən miqdarda komponentlərə malik ola bilər. Bu yan fraksiyalar yan fraksiyaların buxarlanması üçün nəzərdə tutulan və böyük olmayan kiçik kalona daxil olur və ifrat qaynar su buxarı ilə qovulur. Bu kalonda 4-dən 6-ya qədər boşqab olur və bu kalonda aşağı temperaturda qaynayan karbohidrogenlər buxarlanır və məhsulun alışma temperaturu lazımi həddə çatdırılır.

**Yan fraksiyaların temperaturları.** Əvvəlcə məhsul axınının tarazlıq buxarlanması ayrısı qurulur. Bu məhsul yan fraksiyanın götürüldüyü boşqabdan aşağıda tam buxarlanır. Uyğun olaraq, tarazlıq buxarlanması ayrısı üzərindəki 100%-li buxarlanma nöqtəsindən istifadə olunur. "Məhsul üstəgəl suvarma buxarları" (eyni tərkibə malikdirlər) parsial təzyiqini təyin etmək üçün daha yüngül buxarlar inert hesab olunur.

$$\text{Yan fraksiyanın parsial təzyiqi} = \frac{\text{yan fraksiyanın mollarının miqdarı} + \text{suvarma mollarının miqdarı}}{\text{aşağıda boşqab üzərində buxarların ümumi mollarının miqdarı}} \times \text{ümumi təzyiq}$$

**Suvarma.** Adi rektifikasiya qurğusunda məhsul kalona istilik qaynadıcıdan daxil olur və yuxarı kondensatordan kənarlaşdırılır. Bu kondensatorda

kondensləşmiş distillatın bir hissəsi suvarma şəklində kalona qaytarılır və bu da fraksiyalaşdırmanın dəqiqliyini təmin edir. Neftin qovulması zamanı bu üsul iqtisadi cəhətdən məqsədəuyğun deyil, çünki kalonun yuxarısının temperaturu istiliyin regenerasiyası üçün olduqca aşağıdır. Bununla yanaşı, kalonda buxarların və mayenin axınları kalonun kubundan yuxarıya getdikcə, əsaslı dərəcədə artır ki, bu da olduqca böyük diametrlilik kalonların istifadəsini tələb edir. Maksimum miqdarda istiliyin rekuperasiyası və bütün kalon boyu buxar və maye yükünü bərabərləşdirmək üçün aralıq suvarma axını yaradılır və o, sobaya girişə qədər neft ilə təmasda olmaqla, istiliyi ona ötürür və kalonun daha yüksəkdə olan boşqabına qaydır (şəkil 3.4.1).



Şəkil 3.4.1. Neftin qovulması üçün yuxarı və dövredici suvarmaya malik atmosfer kalonu

**Qurğuda fraksiyalaşdırma xarakteristikasının təyini.** Sənaye atmosfer və vakuüm qurğuları qovulmanın təkamil olmaması kimi qüsura malikdirlər. Məsələn, qaynama temperaturu intervalı 149-204°C olan kerosin fraksiyası 149°C-dən aşağıda, həmçinin 204°C-dən yuxarıda qaynayan komponentlərə ("quyruq" adı ilə) malik olur. Bu "quyruq"ların olması səbəbindən lazımi məhsulun çıxımı azalır, onun keyfiyyəti nəzərdə tutulan tələblərdən fərqlənir. Hər

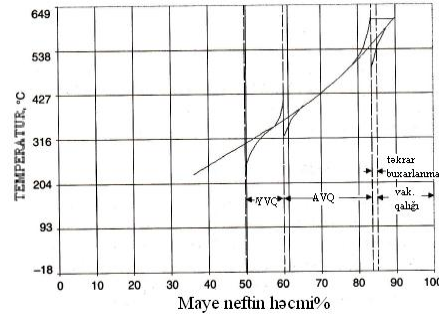
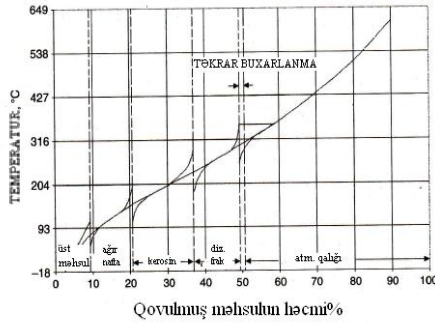
bir məhsulda “quyruqların” forması və ölçüsü onun istehsal olunduğu qurğunun xarakteristikasından asılı olur. Fraksiyalaşdırmaya təsir edən faktorlara aşağıdakılar aid edilir: çıxarılan məhsullar arasındakı boşqabların sayı, boşqabların faydalı iş əmsalı, fleqma ədədi, işçi təzyiq və məhsulların qaynama diapazonları.

İşləyən qurğuda fraksiyalaşdırmanın miqdarı qiymətləndirilməsinin yerinə yetirilməsi üçün bir neçə yanaşma mövcuddur. Belə yanaşmalardan biri ondan ibarətdir ki, fraksiyanın baş sahəsində yerləşən yüngül “quyruq” iki parametrlə ifadə olunur:

$V_1$  - fraksiyanın sərhəd qaynama temperaturundan aşağıda qaynayan fraksiya hissəsinin həcmi (maye neftə hesablanmaqla, həcm% ilə);

$T_1$  - fraksiyanın sərhəd qaynama temperaturu və qaynama temperaturu intervalına görə başlanğıc qaynama temperaturu arasındakı fərq (mayenin 1% (həcm)-i qovulmuşdur).

Atmosfer kalonunda neftin qovulması məhsulların qaynama temperaturu intervalı əyrisinə baxaq (şəkil 3.4.2.)



**Şəkil 3.4.2. Xammalın və atmosfer kalonunda qovulma məhsullarının qaynama temperaturu intervalı əyriyə**

Kerosində ön “quyruq” (fraksiyanın qaynama temperaturu intervalı 149-204°C) 1,5% 149°C-dən aşağıda qaynayan komponentlərə malik olur (cədvəl 3.4.2.-yə bax), uyğun olaraq  $V_1=1,5$

**Cədvəl 3.4.2. Neftin tipik atmosfer qovulması qurğuları üçün ön və arxa “quyruqların” xarakteristikaları**

Fraksiya	Ön “quyruq”		Arxa “quyruq”	
	$V_F$ , % həcm	$T_F, \Delta T$	$V_v$ , % həcm	$T_v, \Delta T$
$C_4$	-	-	0,0	0,0
Yüngül düzqovulma naftası	-	-	1,0	19,4
Ağır düzqovulma naftası	1,0	22,2	1,5	27,8
Kerosin	1,5	33,3	2,0	36,1
Yüngül dizel	2,0	38,9	3,5	66,7
Qalıq	3,5	88,9	-	-

Qeyd: Kerosin üçün  $V_F = V_v$ , ağır nafta; Yüngül dizel üçün  $V_F = V_v$  kerosin;  $V_F$  qalıq =  $V_v$  yüngül dizel

Kerosin fraksiyasının başlanğıc qaynama temperaturu (mayenin 1% həcmi qovulmuşdur) 115,5°C, fraksiyanın sərhəd qaynama temperaturu ilə (149°C) qaynama temperaturu intervalı üzrə başlanğıc qaynama temperaturu arasındakı fərq 33,3°C-dir. Uyğun olaraq  $T_1 = 33,3$ .

Ön “quyruğun” formasını ehtimal qrafiki üzərində bu iki parametrdən istifadə etməklə təsvir etmək olar. Bu parametrlər müəyyən edilir və həmin qurğuda müxtəlif sərhəd qaynama temperaturlarına malik kerosin fraksiyalarının ön “quyruqları” üçün eyni qiymətlərdən istifadə olunur (məsələn, müxtəlif alışma temperaturuna malik kerosinlər üçün). Arxa “quyruq” üçün də analoji yanaşmadan istifadə olunur. Əvvəlki nümunədə kerosindən daha yüngül məhsul – ağır düzqovulma naftası götürülür (ADN). Kerosinin sərhəd qaynama temperaturundan (149°C) yuxarı temperaturda qaynayan ADN komponentlərinin həcmi neftə görə 1,5% həcm olur və kerosinin ön “quyruğunun” həcminə bərabər olur. Onu  $V_v$  ilə işarə etsək, onda:

$$V_F = V_v = 1,5\% \text{ həcm (neftə görə)}$$

ADN-in son qaynama temperaturu (mayenin 99 həcm faizi qovulmuşdur) 121°C-dir, fraksiyanın sərhəd temperaturu 149°C-dir. Uyğun olaraq ADN üçün  $T_v = 149 - 121 = 28^\circ\text{C}$ .

Ehtimal kağızından istifadə edərək arxa “quyruğun” formasını qiymətləndirmək olar. Həmçinin vakuüm qurğusunda fraksiyaların hamısı üçün ön və arxa “quyruqların” formalarının oxşarlığı müəyyən edilmişdir (cədvəl 3.4.3).

**Cədvəl 3.4.3. Tipik vakuüm qurğusu üçün ön və arxa “quyruqların” xarakteristikası**

Fraksiyalar	Ön “quyruq”		Arxa “quyruq”	
	$V_F$ , həcm %	$T_F$ , $\Delta T$	$V_v$ , həcm %	$T_v$ , $\Delta T$
Xam qazoyl	-	-	-	-
Quru qazoyl	-	-	1,0	17,8
Ağır dizel	1,0	33,3	2,2	60
Vakuüm qalığı	2,2	55,6	-	-

*Qeyd:  $V_F$  ağır dizel =  $V_v$  qur qazoyl;  $V_F$  vakuüm qalığı =  $V_v$  ağır dizel;  $V_F$  qalıq =  $V_v$  yüngül dizel*

Bu parametrləri müəyyən edilmiş və həmin qiymətlər bu qurğunun müxtəlif aşığı sərhəd temperaturuna malik bütün kerosin fraksiyaları üçün istifadə olunmuşdur. Sərhəd temperaturun fluktasiyasının və qaynama hədlərinin çox böyük olmaması şərti ilə bu approksimasiyanı olduqca korrekt hesab etmək olar. Qurğuda fraksiyalaşdırmanın uyğun parametrlərini seçərək, fraksiyaların seçilmiş sərhəd temperaturları əsasında fərdi məhsulların qovulmasını təsvir etmək olar. Məsələn, şəkil 3.4.2-də göstərilmişdir ki, kerosindən yüngül olan məhsulun çıxımı mayeyə görə 20,4% həcmdir. Uyğun olaraq kerosinin başlanğıc sərhəd temperaturu 149°C-ə bərabərdir və burada qovulmuş neftin həcm payı 20,4%-dir.



NQT üzrə kerosinin sonuncu sərhəd temperaturu 230°C-dir və burada neftin qovulmuş həcm payı 36,8%-dir ki, bu da neftə görə kerosinin çıxımının 16,4% (həcm) olduğuna uyğun gəlir.

**Neft fraksiyalarının ümumi xassələri.** Əksər neft distillatları (xüsusən atmosfer qovulması distillatları), adətən ASTM üzrə qaynama diapazonları ilə xarakterizə olunur. Neftdən aşağıdakı ümumi distillat qrupları ayrılır: sıxılmış karbohidrogen qaz, nafta, kerosin, dizel distillatı, vakuum qazoylu, bundan başqa qalıq soba yanacağı alınır.

### **Distillatlar**

**Sıxılmış karbohidrogen qazlar.** Neftin qovulması zamanı aşağıdakı qazlar alınır: etan, propan və n-butan/izobutan. Bu məhsulları birbaşa neftdən almaq olar, odur ki, neftin qovulma kalonundan ayrılan qazlar yüksək təzyiqliq altında qovulmalıdır. Xüsusi halda C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> ayrılır və onlar sıxılmış karbohidrogen qaz kimi reallaşdırılır, C<sub>1</sub> və C<sub>2</sub> isə bir qayda olaraq neft zavod yanacağı kimi istifadə olunur.

**Nafta.** C<sub>5</sub>-204°C-də qaynayan (ASTM üzrə) fraksiya, adətən nafta adlanır. Çoxlu çeşiddə nafta mövcuddur ki, onların hər biri öz qaynama diapazonuna malikdir. Əksər NEZ son qaynama temperaturu 204°C olan nafta istehsal edir (neftin qovulma kalonunun yuxarı distillatı kimi). Sonra ayrıca kalonda o, tələb olunan fraksiyalara qovulur. Nafta neft kimya müəssisələri üçün xammal kimi istifadə olunur və piroliz vasitəsi ilə olefinlərə çevrilir, ya da o, riforminqə uğradılır və aromatik karbohidrogenlər ekstraksiya olunur. Bundan başqa, naftanın bir hissəsi katalitik riforminq prosesində benzin istehsalı üçün istifadə edilir.

**Kerosin.** Kerosinin əhəmiyyətli tətbiq sahəsi, onun aviasiya reaktiv yanacağı kimi istifadəsidir. Bu məhsulun keyfiyyətinə ən sərt tələblər qoyulur və bu tələblər yerinə yetirilməlidir ki müxtəlif tip təyyarələrin təhlükəsizlik standartlarının gözlənilməsi təmin olunsun. Bu yanacağa qoyulan ən əhəmiyyətli tələblərə alışma və kristallaşma temperaturları aiddir. Alışma temperaturuna olan tələbləri ödəmək üçün başlanğıc qaynama temperaturu elə tənzimlənir ki, alışma temperaturu 38°C-dən aşağı olmasın. Reaktiv yanacağının kristallaşma temperaturuna olan tələbləri ödəmək üçün son qaynama temperaturu elə tənzimlənir ki, kristallaşma temperaturu bir qayda olaraq mənfi 47°C-dən yuxarı olmasın. Kerosinin tam fraksiya tərkibli ASTM üzrə 154 və 288°C arasında qaynama hədlərinə malik ola bilər.

Əsas mülki reaktiv yanacaqlar aşağıdakılardır:

1. Jet A kerosin tipli yanacaq olub, kristallaşma temperaturu mənfi 40°C-dən yuxarı olmur. Jet A tipli yanacaq, başlıca olaraq yüksək kristallaşma istismarına məhdudiyətlər qoyulmadığı müxtəlif ölkələrdə, daxili aviayətlərdə istifadə olunur.

2. Jet A-1 – kerosin tipli yanacaq olub Jet A ilə eynidir, amma kristallaşma temperaturu mənfi 47°C-dən yuxarı deyil. Bu tip yanacaq əksər beynəlxalq aviaxətlərdə istifadə olunur. Jet A və Jet A-1, bir qayda olaraq 38°C alışma temperaturuna malikdir.

3. Jet B – geniş benzin fraksiyası tipində olub, kristallaşma temperaturu mənfi 50-dən mənfi 58°C-yə qədər olur. Bu yanacaq geniş fraksiyalıdır, tərkibi nafta və kerosindən ibarətdir və başlıca olaraq hərbi təyyarələrdə istifadə olunur.

Aviasiya reaktiv yanacaqlarında məhdud sayda aşqarların daxil edilməsinə yol verilir. Aşqarların hamısının tipi və qatılığı uyğun yanacaqlar üçün spesifikasiya ilə rəqlamentləşdirilir. Aşağıda hazırda reaktiv yanacaqlarına əlavə olunan aşqarlar göstərilir.

- **Antioksidantlar.** Bu aşqarlar hidrotəmizləmə ilə istehsal olunan yanacaqlarda hidrogen peroksid əmələ gəlməsinin qarşısını almaq üçün istifadə olunur. Peroksid nitril kauçukuna malik yanacaq sisteminin sürətli dağılmasına səbəb olur.

- **Statik elektrik yüklərinin dissipatorları,** həmçinin **elektrik keçiriciliyini artıran antistatik aşqar və ya əlavə kimi** də məlumdur. Onlardan istifadə yanacağın elektrik keçiriciliyini artırır. Elektrik keçiriciliyi artdıqca, yanacağın hərəkəti zamanı əmələ gələn istənilən elektrik yükünün sürətli boşalması təmin olunur.

- **Yanacaq sistemində buz əmələgəlməsi inhibitorları.** Bu aşqarların əsas təyinatı uçuş zamanı yanacaqdan çökən sudan əmələ gələ bilən buz kristalları ilə yanacaq sistemini tutmasının qarşısını almaqdır. Bu aşqarın biosid təbiəti, onu təyyarələrin yanacaq baklarının və yerdə yanacaqların işlənmə sistemlərinin mikrobioloji çirklənməsini azaltmaq üçün olduca səmərəli vasitə edir. Əksər mülki təyyarələr yanacaq filtrlərinin qızdırıcıları ilə təmin olunmuşdur və bu səbəbdən də bu aşqarın buz əmələgəlməyə qarşı xassələrinə tələb qoyulmur və odur ki, mülki aviasiyada buz əmələgəlmə əleyhinə aşqar spesifikasiyasına daxil edilmir və onların istifadəsi yalnız hərbi yanacaqlarla məhdudlaşır.

- **Korroziya inhibitorları/əlavələri yağlama xassələrini yaxşılaşdırır.** Avia-siya yanacaqlarında ambar tutumlarının və boru kəmərlərinin korroziyadan müdafiəsi və yanacağın yağlama xassəsini yaxşılaşdırmaq üçün bu aşqarın istifadəsi məcburi deyil.

- **Dizel fraksiyaları.** Müxtəlif dizel fraksiyalarında son qaynama temperaturu ASTM-ə görə 343-dən 371°C-ə qədər olur. Yüngül və ağır distillatların qarışığı olan dizel yanacağı ASTM-ə görə 177-357°C qaynama diapazonuna malik olur. Dəniz dizel yanacaqları bir qədər ağırdır və ASTM-ə görə son qaynama temperaturu 413°C-ə yaxın olur. Dizel yanacaqlarının əhəmiyyətli göstəriciləri aşağıdakılardır: setan ədədi, kükürdün miqdarı, donma və ya bulanma temperaturu. Setan ədədi yanacağın mühərrikdə yanma keyfiyyətini xarakterizə edir. Dizel yanacağı yandırıldıqda, yaranan ekoloji

problemlərə görə bütün dünyada dizel yanacağında kükürdün icazə verilən miqdarının azaldılması sahəsində işlər aparılır. Dizel yanacağının donma və ya bulanma temperaturuna norma onun saxlanması və nəqli şəraiti ilə əlaqədardır və yanacağın işlədildiyi bölgənin iqlim şəraitindən asılıdır.

- **Vakuu qazoylu.** Bu, 371 və 538°C temperatur intervalında qaynayan distillatdır. O, əmtəlik məhsul deyil və odur ki, ikinci emal qurğularında (məsələn, “flyid”, katalitik krekinq və ya hidrokrekinq) yüngül və orta distillatlara çevrilmək üçün xammal kimi istifadə olunur.

- **Qalıq soba yanacağı** 538°C-dən yuxarı temperaturda qaynayan və qovulmayan karbohidrogen komponentlərə, əsasən qatranlara və asfaltenlərə malik olur. Özlülüyə və kükürdün miqdarına qoyulan tələbləri ödəmək üçün (müxtəlif növ soba yanacağına aid spesifikasiyalarda göstərilir) onlar durulaşdırıcılar ilə (adətən, kerosin və ya dizel fraksiyası ilə) qarışdırılır.

- **Vakuu qovulması məhsulları.** Krekinq baş verməməsi üçün atmosfer qovulması kalonunda, buxarlandırma zonasında temperatur 371-427°C-dən yuxarı olmamalıdır. Adətən mazut adlandırılan atmosfer qalığı böyük həcmdə qovula bilən yağa malik olur ki, o da buxarlandırma zonasının maksimum temperaturunda vakuu qovulması ilə ayrılabilir. Vakuu qovulması məhsulları, bir qayda olaraq qarşıya qoyulan məqsəddən asılı olaraq (bitum və ya pek) həqiqi qaynama temperaturuna görə (vakuu qazoylu və vakuu qalığının qaynama temperaturu 579-607°C təşkil edir) optimallaşdırılır.

- **Bitumun alınması.** İstehsal olunan bitumun verilmiş göstəricilərinə (penetrasiya) əsasən qalığın uyğun çıxımını müəyyən etmək olar. Vakuu kalonu xammalının ümumi miqdarından qalığın miqdarını çıxaraq distillatların ümumi miqdarı müəyyən olunur. Bir neçə yağ distillatları alınması tələb olunduğu hallarda, onların hər birinin qaynama diapazonunu göstərmək lazımdır, uyğun çıxımlar isə xam neftin analizi əsasında müəyyən edilə bilər. Yağ distillatları vakuu kalonunun yan fraksiyaları şəklində ayrılır. Bitum almaq üçün pekdə bir qədər qazoylu qalmalıdır ki, bituma lazımi plastiklik versin. Qalığın sıxlığı bir qayda olaraq 5-dən 8 °API (1014-1037kq/m<sup>3</sup>) intervalında olur. Bitum istehsalı üçün neftlərin hamısı yaramır. Penetrasiya və qalığın həcmi arasında asılılığı müəyyən etmək üçün təcrübi məlumatlar lazım gəlir. Texnoloji olaraq penetrasiyası 85 və 10 arasında olan məhsullar almaq mümkündür, odur ki, sənaye qurğuları bir qayda olaraq bir neçə marka bitum almağa hesablanır.

Yağ fraksiyalarının alınması zamanı başlıca kriteriya özlülük, rəng və ağır qarışıqların və metodların olmamasıdır. Bu yağlar selektiv ekstraksiya, parafinsizləşdirmə, həmçinin digər son təmizləmə üsulları ilə (məsələn, hidrotəmizləmə) sonrakı emala məruz qalır. Sürtgü yağları istehsalı üçün vakuu kalonları atmosfer kalonunda olan fraksiyalar arasındakı nisbətən dəqiq ayrılımları təmin etmək üçün hesablanır. Yüngül komponentlərin miqdarını tənzimləmək üçün yan fraksiyalar xüsusi kalonlarda buxarlandırılmadan keçir.

Götürülən fraksiyalar arasındakı boşqabların sayı sərbəst seçilir. Bir qayda olaraq fraksiyaların götürüldüyü nöqtələr arasında 3-dən 5-ə qədər boşqab yerləşdirilir. Vakuum kalonlarında çox vaxt ələk şəkilli boşqablardan istifadə olunur.

- **Pekin alınması.** Burada əsas məqsəd maksimum distillatların götürülməsi və az miqdarda pekin alınmasıdır (pek soba yanacağı kompozisiyası almaq üçün istifadə olunur). Bu halda həqiqi qaynama temperaturuna görə fraksiyaların ayrılması (distillat və pek arasında) qurğunun layihəsində nəzərdə tutulur və adətən, 593°C-yə yaxın olur. Xam neftin analizi nəticəsində qalıq ayırma nöqtəsinə qədər distillatların ümumi çıxımını bilmək olar. Atmosfer kalonunda olan distillatların ümumi miqdarını çıxmaqla vakuum distillatlarının ümumi çıxımını hesablamaq olar. İki səviyyədə istiliyin rekuperasiyasını sadələşdirmək üçün ümumi vakuum qazoyluna görə yüngül vakuum qazoylunun çıxımı 30% nəzərdə tutulur. Qurğunun layihəsində ağır vakuum qazoylunun tələb olunan təmizliyindən asılı olaraq, yenidən buxarlandırmanın həddi reqlamentləşdirilməlidir. Əgər rəng və ya metallarla çirklənməyə tələblər sərt deyilsə, onda yenidən buxarlandırmanın qiyməti vakuum xammalının 1-2%-i qədər ola bilər. Vakuum kalonunun konstruksiya hesablanması metodikası aşağıdakı fərqlər nəzərə alınmazsa, atmosfer kalonunun hesablanması ilə analojidir:

- Material balansı vakuum xammalı və məhsullara görə tərtib olunur: vakuum qalığı, yan fraksiyalar (vakuum qazoylları) və yuxarıdan götürülən kondensləşmiş karbohidrogenlər. Kondensləşməyən məhsulların qəbul olunmuş miqdarı material balansına daxil edilmir və buxarlandırma zonasının hesablanmasında nəzərə alınmır, amma vakuum injektorunun hesablanması üçün mütləq təyin olunur.

- Mazutun tarazlıq qovulması əyrisi bütövlükdə neft üçün olan əyridəki kimi qurulur.

**Atmosfer qovulması qurğusu.** Neft ümumi zavodun çən parkından sıxma nasosu ilə xammal nasosuna (P-101) verilir və o, nefti istilik dəyişdiricinin paralel konturlarına vurur. Burada neft qaynar aralıq axınlar və məhsullar hesabına qızır. Qızdırmadan öncə neftə az miqdarda su və deemulqator əlavə olunur. Qaynar neft yuma suyu ilə qarışdırılır və duzsuzlaşdırma aparatlarına (V-106A və B) daxil olur. Duzsuzlaşdırma aparatlarında elektrod duzsuzluşaşdırma prosesi nəticəsində neftdə olan duzların miqdarı azalır. Su fazası neftdən, onun tərkibinə keçən duz ilə birlikdə separasiya olunur. Duzsuzlaşmış neftə xloridlərin müəyyən edilmiş miqdarından asılı olaraq natrium hidrokسيد məhlulu daxil edilir. Bundan sonra duzsuzlaşdırılmış neft istilik dəyişdiricilərin iki paralel konturlarında qızdırılır və ilkin buxarlandırma kalonuna (V-117) daxil olur. Bu kalonun buxarları neft ilə istilik mübadiləsində soyudulur və kondensləşir, maye isə yuxarı məhsul tutumuna (V-118) axır. Bu tutumdakı naftanın bir hissəsi suvarma üçün kalona qaytarılır, tutumda qalan maye və buxar neftin emalı qurğusuna göndərilir.

İlkin buxarlandırma kalonun kubundan neft istilik dəyişdiricilərdən keçərək

(vakuum kalonunun kub məhsulundan və yan ağır vakuum qazoylundan istilik alır) atmosfer qurğusunun (H-101) odlu sobasına daxil olur. Sobada neft atmosfer kalonunun (V-101) buxarlandırma zonasına girməzdən öncə buxarlandırılır. Buxarlandırma üçün kalonun kubuna ifrat qızdırılmış su buxarı verilir. Kalonun yuxarı məhsullarının buxarları neft ilə istilik mübadiləsi hesabına hava soyuducusunda (E-109) kondensləşir və məhsul üçün tutuma (V-105) göndərilir.

Şəkil 3.4.3.-də atmosfer qovulması qurğusunun sxemi verilir.

Bu tutumdan qaz kompressor (C-101) ilə sıxılır (təxminən 276 kPa-qədər) və zavodun qazları ayırma sisteminə yönəldilir.

Kondensləşmiş nafta tutumda sudan ayrılır və naftanın bir hissəsi kalona suvarma nasosu ilə (P-102) qaytarılır, qalan hissə isə aralıq məhsul kimi naftanı fraksiyalaşdırma qurğusunda emala göndərilir.

Kerosin və yüngül dizel fraksiyaları atmosfer kalonunun yanından kənarlaşdırılır. Bu fraksiyalar uyğun olaraq V-102 və V-103 buxarlandırma kalonlarında verilir. Kerosin və dizel fraksiyaları öz istiliyini istilikdəyişdiricilərdə neftə verir və hava soyuducularında E-106 və E-111 tamamilə soyudulduqdan sonra, qabırğalı borularla saxlanmağa göndərilir.

Qaynar atmosfer qalığı (mazut), təxminən 349°C temperaturda nasos ilə (P-107) vakuum kalonunun sobasına (H-102) vurulur.

**Vakuum qovulma qurğusu.** Vakuum sobasından (H-102) mazut vakuum kalonunun (V-104) buxarlandırma zonasına daxil olur. Ejektor-kondensator sisteminin yaratdığı vakuumun təyinatı daha aşağı temperaturalarda ağır komponentlərin verilmiş təmizikdə ayrılmasını təmin etməkdən ibarətdir. Vakuum sobasında (H-102) xammalın krekinqi qaçılmaz olduğundan, burada müəyyən miqdarda qaz halında məhsullar əmələ gəlir. Bu turş qaz atmosfer kalonunun sobasında (H-101) yandırılır, su kondensatı isə bufer su tutumuna (V-106) göndərilir (həmin su duzsuzlaşdırma aparatına verilir).

Kalon soyuq resikl ("zakalka" – bişkinlik) konturu ilə təmin olunmuşdur və onun funksiyası kubda temperaturu aşağı salmaq və koklaşmanın qarşısını almaqdır. Kalonun kubuna ifrat qızdırılmış buxarlandırıcı su buxarı verilir. Ağır dizel fraksiyası kalonun kənarından çıxarılır və öz istiliyini istilikdəyişdiricilərdə neftə verir. Bu fraksiya qismən kalonun yuxarı və aralıq suvarması üçün istifadə olunur. Qalan hissəsi isə E-121 və E-113 soyuducularında soyudulduqdan sonra, saxlanma tutumuna göndərilir.

Kalonun aşağı hissəsində, yandan götürülən vakuum qazoylu buxarlandırma kalonunda (V-107) su buxarı ilə buxarlandırılır və neftin qızdırılma konturunda neft ilə istilik mübadiləsi hesabına soyudulur, hava soyuducusunda (E-114) və E-126 kənar soyuducuda tamamilə soyudulduqdan sonra zavodun çən parkına saxlanılmaq üçün göndərilir. Kub məhsulu (vakuum qalığı) istiliyi ilkin buxarlandırma kalonunun kubundan daxil olan neftə və qızdırılma konturunda olan neftə verir, bundan sonra zavodun çən parkına nəql olunur.



Sistemi korroziyadan müdafiə etmək üçün ilkin buxarlandırma, atmosfer və vakuum kalonlarının yuxarı hissələrinə 3%-li ammoniyak məhlulu və korroziya inhibitoru verilir. Xüsusi qeyd etmək istərdik ki, qovulma zamanı kükürlü və xlorlu birləşmələrin parçalanması səbəbindən  $H_2S$  və  $HCl$  əmələ gəlir və temperatur  $120^{\circ}C$ -dən aşağı olduqda, kalonun çıxışında kəskin turş mühit yaranır ( $pH \leq 1$ ). Əksər sənaye inhibitorları turş mühitdə işləyə bilmədiyindən, ammoniyak məhlulu kalonun yuxarısında mühiti  $pH=8-9$  həddinə qaldırır və sonra inhibitor şlem borusuna verilir. Ammoniyak, bu halda neytrallaşdırıcı rolunu oynayır. Qeyd edək ki, Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Neft Kimya Prosesləri İnstitutunda dünyada analoqu olmayan Kaspi-X inhibitoru yaradılmışdır. Bu inhibitorun analoqlarından üstünlüyü ondan ibarətdir ki,  $pH \leq 1$  olduqda da korroziyadan yüksək müdafiəni təmin edir və əlavə neytrallaşdırıcının istifadəsinə ehtiyac qalmır. Bu inhibitor 1995-ci ildən Heydər Əliyev adına Bakı Neft Emalı Zavodunda, 2011-ci ildən Azərneftyağ NEZ-da neftin ilkin emalı qurğularında istifadə olunur.

Atmosfer qovulması kalonunun yuxarı məhsul tutumunda və vakuum kalonunun ejektor-kondensator sistemində çirkab suları yığılır və onlar yağlanmış kondensatın bufer tutumunda (V-108) toplanır. V-108 tutumundan yağlanmış su P-118 nasosu ilə tullantı sularının buxarlandırma kalonuna (V-109) verilir. Çıxarılmış sudan  $H_2S$  və  $MH_3$ -ün buxarlandırılması üçün on iki boşqablı kalonun kubuna ifrat qızdırılmış buxar daxil edilir. Kalonun yuxarı hissəsindən çıxan buxarlar qabırğalı borulu E-118 hava soyuducusunda soyudulur və kondensləşdirilir, kondensləşməmiş qazlar isə məşəl kollektoruna göndərilir. Maye kondensat ( $NH_3$  və  $H_2S$ -in qatı məhlulu) suvarma üçün tamamilə kalona qaytarılır. Kalonun kubundan qaynar su buxarlanmadan sonra qismən duzsuzlaşdırma aparatına, suyun qalan hissəsi isə tullantı sularının təmizlənməsi qurğusuna göndərilir.



## IV. KOKSLAŞMA VƏ DİGƏR TERMİKİ PROSESLƏR

Qovulmanın ağır qalıqları NEZ-da daha çox problemlər yaradır. Belə ki, ağır neftlərin xammal nomenklaturasında payı artır, ağır qalıq neft yanacaqlarının bazası azalır. Ağır qalıq yanacaqlar hələ çoxdan elektrik enerjisi istehsalı və ağır sənayenin enerji tələbatını ödəmək üçün istifadə olunurdu, amma sərt ekoloji məhdudiyyətlər əksər istehlakçıları təbii qaz istifadəsinə keçməyə məcbur etdi. Bu səbəbdən neftdə ağır qalıqların miqdarının artması, onların utilləşdirilməsinin iqtisadi səmərəliliyini ağırlaşdırır. Bu səbəbdən kokslaşma prosesi – ağır xammalın bərk koksa və daha aşağı temperaturda qaynayan məhsullara çevrilməsi prosesi getdikcə daha çox diqqəti cəlb edir. Bu məhsullar neft emalının digər prosesləri üçün (qiymətli mühərrik yanacaqları almaq üçün) xammal kimi yararlıdır.

Kimya nöqtəyi-nəzərindən kokslaşma reaksiyalarına dərin termiki krekinq prosesi kimi baxılır və onun son məhsullarından biri koksdur ki, o da əsasən karbondan ibarətdir. Əslində əmələ gələn koks müəyyən miqdar uçucu maddələrə və yüksək temperaturda qaynayan karbohidrogenlərə malik olur. Uçucu maddələri kənarlaşdırmaq üçün koks 1800-dən 2400°F-ə qədər (980-dən 1325°C-ə qədər) temperaturda közərdilir. Hətta közərtmədən sonra da koksdə az miqdarda hidrogen qalır. Bu, əslində koksun polimer birləşmələrdən ibarət olması haqqında nəzəriyyənin yaranmasına səbəb olmuşdur.

Kokslaşma, əsasən katalitik krekinq üçün xammal kimi yararlı qazoyl almaq üçün istifadə olunur. Bu, prosesdəki katalizatorun kokslaşma sürətinin azalmasına şərait yaratdı və krekinq qurğusunun istehsal gücünü artırdı. Əlavə üstünlük, istifadə edilən katalitik krekinq xammalında metalların miqdarının az olması idi.

Son illərdə kokslaşma ilə həmçinin psevdosıxılmış şəraitdə katalitik krekinqin və katalizatorlardan təmizlənmiş katalitik krekinq qalıqlarının da emalı həyata keçirilir. Kokslaşma nəticəsində keyfiyyətli iynəvari koksla yanaşı, hidrokrekinq prosesi üçün də xammal alınır. Ləngidilmiş kokslaşma qurğularında, həmçinin daş kömür qatranı da emal olunur.

Ləngidilmiş kokslaşma prosesi ən geniş yayılmış kokslaşma üsuludur. Həmçinin koksun qaynar təbəqəsində fasiləsiz kokslaşma (flyuid kokinq), koksun qazlaşdırılması ilə kokslaşma (fleksikokinq) prosesləri də mövcuddur. Psevdosıxılmış (qaynar) layda gedən bu proseslər **Exxon Mobil** şirkəti tərəfindən 40 il müddətində işlənilib hazırlanmış, təkmilləşdirilmiş və bu gün müxtəlif ölkələrin NEZ-da geniş istifadə olunur.

### 4.1 Neft koksunun tipləri, onun xassələri, tətbiq sahələri

Emal prosesindən, onun şəraitindən və xammalın xassələrindən asılı olaraq bir neçə növ neft koksu alınır. İstənilən kokslaşma qurğusunda yüksək molekullu

karbohidrogenlərə və digər üzvi maddələrə (onlarda müəyyən miqdarda hidrogen olur) malik olan (tam kokslaşma getmədiyi səbəbindən) “yaşıl” koks da alınır. Bu tam karbonlaşmamış birləşmələr (nəm müstəsna olmaqla) koksun uçucu maddələri adlanır.

Yanacaq təyinatlı koks emal olunmamış (xam) vəziyyətdə istifadə olunur. Alüminium və poladtökmə istehsalında anod hazırlanması üçün işlədilən koks 1800-dən 2400°F-ə qədər (980-dan 1315°C-ə qədər) temperaturda közərdilir ki, karbonlaşma reaksiyası başa çatsın və uçucu maddələrin miqdarı olduqca aşağı səviyyəyə qədər azalsın.

Ləngidilmiş kokslaşma qurğuları, əsasən düzgün olmayan formalı, ölçüləri 20 dyumdan (50 sm) koks torlarına qədər olan, məsaməli bərk kəsiklər verir.

Belə koks xarici görünüşünə görə qara qupkanı xatırlatdığından, qubkalı koks adlanır.

Neft koksunun digər növü iynəvari koksdir. O, bu adı uzadılmış formalı mikrokristallardan ibarət struktura görə almışdır. İynəvari koksun istehsalı üçün neftayırma zavodlarında termiki krekinq qurğularının olması mütləq şərtlərdəndir. Aromatik əsaslı qalıqda aromatikləşdirilməni dərinləşdirmək məqsədilə xammal yüksək təzyiqlə (100 psig (690kPa)) termiki krekinq qurğusunda emal olunur, sonra krekinq distilyat resirkulyasiya (1:1) şəraitində ləngidilmiş kokslaşma qurğusuna yönəldilir.

Elektrod istehsalı zamanı iynəvari koksdan istifadə olunur, belə ki, onun xüsusi elektrik müqaviməti və temperatur genişlənməsi əmsalı qubkavari koksə nəzərən daha azdır. Bəzən prosesdə nəzərdə tutulmayan üçüncü növ koks da alınır. O, koks qozu adlanır, çünki o, qoz ölçüsündə kürəciklərdən ibarətdir. Bu növ koks normal kokslaşma prosesi pozulduqda əmələ gəlir. Kürəciklər yapışaraq böyük aqlomeratlar əmələ gətirə bilər (12 dyumdan çox və ya 30 sm) və bu aqlomeratlar koks kameralarının boşaldıcı lyuklarını tuta bilər. Koks qozu arzuolunmaz məhsuldur, çünki o, nə qubkavari koksun yüksək xüsusi səthinə, nə də elektrod istehsalı üçün istifadə olunan iynəvari koksun xassələrinə malik deyil.

Neft koksları, əsasən aşağıdakı məqsədlər üçün istifadə olunur:

1. Yanacaq kimi;
2. Elektrolitik reduksiya ilə alüminium istehsalı üçün anod hazırlamaq məqsədli material kimi;
3. Elementar fosfor, kalsium karbid və silisium karbid istehsalında karbon mənbəyi kimi;
4. Polad, elementar fosfor, titan dioksid, kalsium karbid və silisium karbid istehsalı üçün elektrik sobasında istifadə edilən elektrodların hazırlanmasında material kimi;
5. Qrafit istehsalı üçün.

Qeyd etmək lazımdır ki, neft koksunun möhkəmliyi çuqun əritmə üçün donma sobasında istifadəyə və tökmə koks kimi istifadə üçün kifayət deyil.

Cədvəl 4.1.1.-də neft koksunun tipik xassələri və anod və elektrod koksunun verilən tələblər göstərilmişdir.

**Cədvəl 4.1.1. Koksun tipik xassələri**

Göstəricilər	Anodlar üçün qubkavari koks	İynəvari elektrod koksu
Közərdilmiş koks: nəmin miqdarı, % kütlə	<0,5	<0,5
Uçucu maddələrin miqdarı, % kütlə	0,5	<1,5
kükürdün miqdarı, % kütlə	<3,0	
Metalların miqdarı, mq/kq:		
V	<350	
Ni	<300	
Si	<150	
Fe	<270	
Sıxlıq, q/sm <sup>3</sup>		
Hissəciklərin ölçüləri 200 meş olduqda		
həqiqi sıxlıq	2,04-2,08	<2,12
səpilmə sıxlığı	<0,80	
Istilikdən genişlənmə əmsalı, 1 <sup>0</sup> /x10 <sup>7</sup>	<40	<4,0
	Xam koks, % kütlə	Közərdildikdən sonra, % kütlə
Nəm	2-4	-
Uçucu maddələr	7-10	2-3
Karbon	85-91	<95
Kül	0,5-1,0	1-2

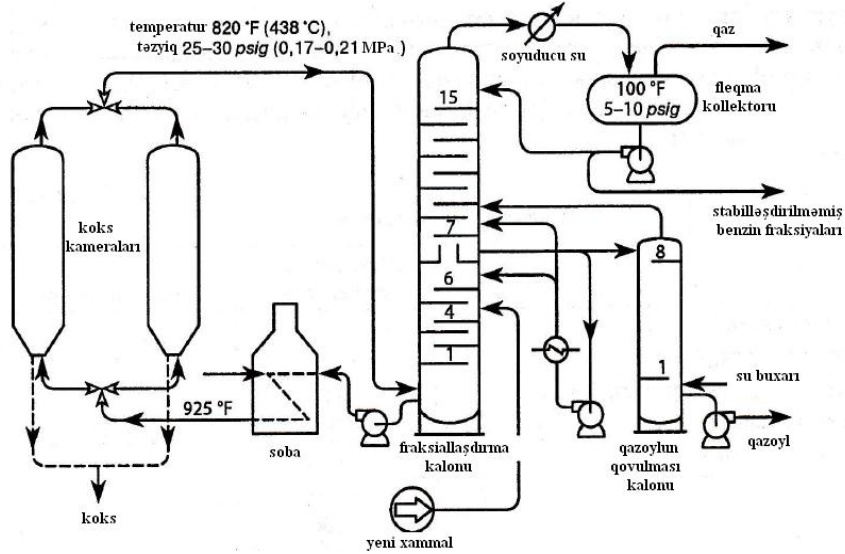
Neft koksundakı kükürdün miqdarı koklaşma xammalında olan kükürdün miqdarından asılıdır. Adətən o, 0,3-dən 1,5%(kütlə)-yə qədər olur, bəzən isə 8% (kütlə)-yə çata bilər. Közərdilmə prosesi kükürdün miqdarına əsaslı təsir göstərir.

## 4.2. Ləngidilmiş koklaşma

Ləngidilmiş koklaşma qurğusunun sxemi şəkil 4.2.1.-də verilir.

**Ləngidilmiş koklaşma qurğusu.** Ləngidilmiş koklaşma prosesi vakuum qazoylu, aromatik qazoylu və qudrun kimi xammallardan istifadə edilərək termiki krekinq zamanı qalıq neft yanacağıının çıxımını azaltmaq məqsədi ilə işlənilib hazırlanmışdır. İlk vaxtlar belə xammalların dərin termiki krekinqi sobaların arzuolunmaz koklaşması ilə müşayət olunurdu. Koklaşma prosesinin inkişafı gedişində müəyyən edilmişdir ki, sobanı elə konstruksiya etmək olar ki, orada xeyli miqdarda koks əmələ gəlməsinə yol vermədən, qalıq xammalı koklaşma temperaturundan yüksək temperatura qədər qızdırmaq olsun. Bunun üçün xammal sobadan böyük sürətlə keçməlidir (başqa sözlə, xammalın sobada olma müddəti minimum olmalıdır). Bu məsələ istilik izolə olunmuş kameranın istifadəsi ilə həll

olundu. Bu kamerada xammal koklaşma üçün lazım olan müddətdə qalır.



Şəkil 4.2.1. Ləngidilmiş koklaşma qurğusu.

**Ləngidilmiş koklaşma termini də buradan yaranıb.** Sobanın çıxımında temperatur 900-dən 930°F-ə qədər (482-də 500°C-ə qədər) olur. Bu temperatur nə qədər yüksək olarsa, koks qozunun əmələ gəlməsi ehtimalı bir o qədər çoxalır və sobanı koksdan təmizləmək üçün dayandırılmalar arasındakı iş sikli bir o qədər qısa olur. Bir qayda olaraq, hər 3-5 aydan bir sobanın borularını təmizləmək lazım gəlir.

Qaynar təzə maye xammal birbaşa sobaya, ya da buxarlandırma zonasının aşağısından 2-3 boşqab yuxarıda yerləşən fraksiyalaşdırma zonasına verilir. Əgər xammal bir başa sobaya verilirsə, qurğunun belə iş rejimi çox vaxt sıfır resirkulyasiyası rejimi adlanır ( baxmayaraq ki, müəyyən dərəcədə resirkulyasiya baş verir).

Təzə xammalın fraksiyalaşdırma kalonuna verilməsi aşağıdakı üstünlüklərə malikdir:

1. Koks kamerasından qaynar buxarlar soyuq maye xammal ilə soyudulur. Bu, kalonda hansısa əsaslı koks əmələgəlməsinin qarşısını alır; eyni zamanda ağır fraksiyanın bir hissəsi kondensləşir və resirkulyat kimi istifadə olunur.

2. Təzə maye xammaldan koks kamerasında emal üçün kifayət qədər ağır olmayan bütün fraksiyalar qovulur.

3. Təzə maye xammal əlavə istilik alır ki, bu da prosesin energetik faydalı iş əmsalını artırır.

Koks kamerasından buxarlar fraksiyalaşdırma kalonunun aşağı hissəsinə

verilir. Bu buxarlar su buxarından və termiki krekinq reaksiyalarının məhsullarından – qaz, benzin fraksiyası və qazoyldan ibarətdir. Buxarlar yuxarı qalxır (yuxarıda göstərilən soyuducu boşqabları keçərək). Kalonda, adətən təzə xammalın verilməsi zonası ilə qazoyl götürülmə boşabı arasında iki-üç əlavə boşqablar da yerləşdirilir. Bu boşqablr qismən soyudulmuş qazoyl ilə suvarılır ki, qazoylun yuxarı sərhəddinə dəqiq nəzarət olsun və xammalın götürülən qazoyl ilə aparılması və ya resirkulyasiyası minimuma endirilsin.

Qazoyl ənənəvi sxem üzrə götürülür və bu sxem 6-8 boşqablı buxarlandırma kalonu üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bu kalonun aşağı boşqabının altına su buxarı verilir ki, yüngül fraksiyalar buxarlansın və qazoylun başlanğıc qaynama temperaturuna nəzarət olunsun.

Buxar və buxarlanmış yüngül fraksiyalar buxarlandırma kalonunun yuxarisından fraksiyalaşdırma kalonuna qazoyl götürüldüyü boşqabdan bir-iki boşqab yuxarıda yerləşən nöqtəyə verilir. Qazoyl götürülmə boşqabından, həmçinin dövr edən suvarma da götürülür ki, istilikdəyişdiricidə daha qaynar məhsulların istiliyi utilləşdirilsin və yuxarı kondensatorun apardığı istiliyin miqdarı minimuma düşsün. Bu istiliyi, adətən istilik mübadiləsi ilə utilləşdirmək olmur və o, hava soyuducuları ilə və ya su ilə soyutma aparatları vasitəsilə atmosfərə atılır.

Qazoyl götürülmə boşqabı ilə benzin fraksiyasının götürülməsi boşqabı arasında, adətən 8-dən 10-a qədər boşqab yerləşir. Əgər benzin fraksiyası yan qovulma kimi götürülürsə, onda onun götürüldüyü boşqabdan yuxarıda əlavə boşqablar da lazımdır.

#### **4.2.1. Ləngidilmiş kokslaşma zamanı koksun boşaldılması.**

İşləyən koks kamerası təhlükəsiz səviyyəyə qədər doldurulması üçün sobadan xammal boş kameraya istiqamətləndirilir və dolmuş kamera bağlanır. Karbohidrogen buxarlarının qalıqlarını kənarlaşdırmaq üçün ora buxar verilir, su ilə doldurulmaqla soyudulur, sonra su boşaldılır, yuxarı və aşağı lyuklar açılır və koks kəsilir.

Bəzi qurğularda koks mexaniki maşınlarla və genişləndiricilərlə boşaldılır, amma əksər hallarda hidravlik boşaltma sistemindən istifadə olunur və koksun yüksək təzyiqli (2000-dən 4500 psig (13,8-dən 31,0MPa-ya qədər)) su şırnağı ilə kəsilməsi həyata keçirilir. Su şırnağı fırlanaraq koks təbəqəsinə daxil olan hidrokəsicinin sopelindən yaranır. Əvvəlcə xüsusi alətlə təbəqənin bütün qalınlığı boyu kiçik diametrlə dəliklər açılır (18-dən 24 dyuma qədər (45-dən 60 sm-ə qədər)). Bu dəlik istiqamətləndirici quyuy adlandırılır. O, hidrokəsicini daxil etmək, kəsilmiş koks və suyu kənarlaşdırmaq üçündür. Sonra kameradan koksun əsas kütləsi kəsilir və bu kəsilmə, adətən aşağıdan başlanır. Bəzi hallarda kəsməni yuxarıdan başlamağa üstünlük verilir, çünki bu zaman iri koks kəsiklərinin

uçması imkanı minimuma enir. Eyni zamanda, iri kəsiklər olduğu halda hidrokəsicinin kilidlənməsi baş verə bilər və ya sonrakı emal çətinləşə bilər. Bu gün koklaşma qurğularının bəzi operatorları təbəqələrlə kəsmə üsulundan istifadə edir. Bu halda mexaniki kəsici (fırlanan hidrokəsicili) fasiləli olaraq yuxarıdan aşağıya və geriye yerini dəyişir; bu halda koks mərkəzdən divara doğru kəsilir. Belə üsul kəsmə vaxtını azaldır, az miqdarda koks toz əmələ gəlməsinə səbəb olur və doğrıtıcı qurğunun kilidlənməsi problemi aradan qalxır.

Koksu birbaşa dəmir vaqonlarına boşaltmaq olar. Digər variantda koks kame-ranın altından ambara boşaldılır və oradan da susuzlaşdırılmaq üçün betonlaşdırılmış sahəyə keçirilir. Axan su təkrar olaraq koksun kəsilməsi üçün istifadə olunur. Lentli elevator koksu hərəkətə gətirir və onu saxlama anbarına və ya közərdilmə qurğusuna daşıyır. Bəzən koks su ilə suspenziya halında toplanır və ya bir yerdən digər yerə vurulur.

### 4.3 Ləngidilmiş koklaşma qurğularının işi

Yuxarıda göstərilədiyi kimi, koks kamerası dövrü olaraq dolur və boşaldılır. Fraksiyalaşdırma avadanlığı fasiləsiz rejimdə işləyir. Adətən koklaşma qurğuları iki kameraya malikdir, amma 4 kameralı qurğular da az deyil. Qurğuların aşağıdakı iş qrafiki daha çox istifadə olunur:

Əməliyyat	Müddət, saat
İşçi kameranın koks ilə dolması	24
Boş kameraya keçirmə və dolu kameranı buğlandırılması	3
Soyutma	3
Suyun boşaldılması	2
Lyukların açılması və koksun boşalsılması	5
Lyukların bağlanması və kipləşdirmə	2
Qızdırılma	7
Ehtiyat vaxt	2
Cəmi	48

Koklaşma qurğusunun operatorları kameraların iş siklini azaltmaqla, buraxılış gücünü artırma bilərlər. Kostruksiya parametrləri imkan verir ki, iş sikkələrini 24 saatdan 20 saata qədər azaltmaqla buraxılış gücü 29% artırılsın; nisbətən mürəkkəb olmayan rekonstruksiya sikkələri 9-12 saata qədər azaltmağa imkan verir. Sikkələrin qısaldılması, adətən maye məhsulların çıxımının azalması deməkdir, belə ki, buxarın sürətli olmaması, fraksiyalaşdırma kalonunun və kompressorun izafi yüklənməməsi məqsədi ilə çox vaxt koks kameralarında və fraksiyalaşdırma kalonunda təzyiği artırmaq lazım gəlir. Sikkələrin müddətinin azaldılması kameraların xidmət müddətinin azalmasına səbəb ola bilər, temperaturun yüksəlməsi və sikkələrin sürətlənməsi konstruksiya materiallarında gərginliyi artırır.

Ləngidilmiş kokslaşmada əsas asılı olmayan parametrlər sobanın çıxışında temperatur, fraksiyalaşdırma kalonunda təzyiq, qazoyl götürmə boşqabına qalxan buxarların temperaturu və xammalda koks qalıqına sınaq üsulları ilə (kokslaşma) (Konradsona və ya Ramsbottoma görə) təyin edilən sərbəst karbonun miqdarıdır (cədvəl 4.3.1.).

**Cədvəl 4.3.1. Ləngidilmiş kokslaşma zamanı işçi parametrlər arasında əlaqə**

	Asılı olmayan parametrlər							
	Sobanın çıxışında temperatur		Fraksiyalaşdırma kalonunda təzyiq		Qazoyl götürmə boşqabına qalxan buxarların temperaturu		Xammalın koks qalıqı	
Qazın çıxımı	+	-	+	-	-	+	-	+
Benzin fraksiyasının çıxımı	+	-	+	-	-	+	+	-
Koksun çıxım	+	-	+	-	-	+	+	-
Qazoylun çıxımı	-	+	-	+	-	+	+	-
Qazoylun son qaynama temperaturu	b	b	-	+	+	-	b	b
Qazoylda metalların miqdarı	b	b	-	+	+	-	b	b
Metalların koksa miqdarı	b	b	+	-	-	+	b	b
Resirkulyarınmiqdarı	b	b	+	-	-	+	b	b

*a - Konradsona görə koks qalıqı sınaq əsasında təyin edilir (ASTM) .*

*b - sobanın çıxımında temperatur və koks qalıqının miqdarı*

Gözləndiyi kimi, sobanın çıxışında temperaturun artması krekinq və kokslaşma reaksiyalarını sürətləndirir, qazın benzin fraksiyasının və koksun çıxımını artırır, qazoylun çıxımını azaldır.

Fraksiyalaşdırma kalonunda təzyiqin artırılması da eyni effekt göstərir. Bu, onunla əlaqədardır ki, kalonda kondensləşən resirkulyatın miqdarı artır (resirkulyat sobaya və koks kamerasına qaytarılır). Son götürülmə temperaturunu tənzimləmək üçün qazoyl götürmə boşqabına qalxan buxarların temperaturu tənzimlənir. Bu temperaturun yüksəldilməsi qazoylda götürülən ağır fraksiyaların miqdarını artırır və sobaya qaytarılan resirkulyatın miqdarı azalır.

Benzin fraksiyasını yüngül və ağır fraksiyaya ayırmaq olar. Kükürdü kənarlaşdırmaq və doymamış birləşmələri doyurmaq üçün hidrotəmizləmədən sonra yüngül benzin fraksiyası izomerləşdirilir ki, oktan ədədi qaldırılsın və ya birbaşa hazır benzinə əlavə olunur. Ağır fraksiya hidrotəmizlənir və riforminq qurğusuna verilir. Benzin fraksiyalarının çıxımının tipik strukturları aşağıdakı kimidir:

- Yüngül benzin fraksiyası – 35,1% həcm, xüsusi çəki 65 °API
- Ağır benzin fraksiyası – 64,9% həcm, xüsusi çəki 50 °API

Qazoyl sonrakı emaldan əvvəl yüngül və ağır fraksiyaya ayrılır. Yüngül fraksiya hidrokrekinq üçün xammal ola bilər və ya hidrotəmizləmədən sonra



psevdoşıxılmış təbəqədə katalitik krekinq üçün xammal kimi istifadə olunur. Ağır fraksiya ağır neft yanacağı kimi istifadə olunur (və ya hidrotəmizləmədən sonra psevdosıxıl-mış təbəqədə katalitik krekinq üçün xammal kimi istifadə olunur) və ya vakuüm qovulmasına göndərilir. Qazoylların çıxımının strukturu, təxminən aşağıdakı kimidir:

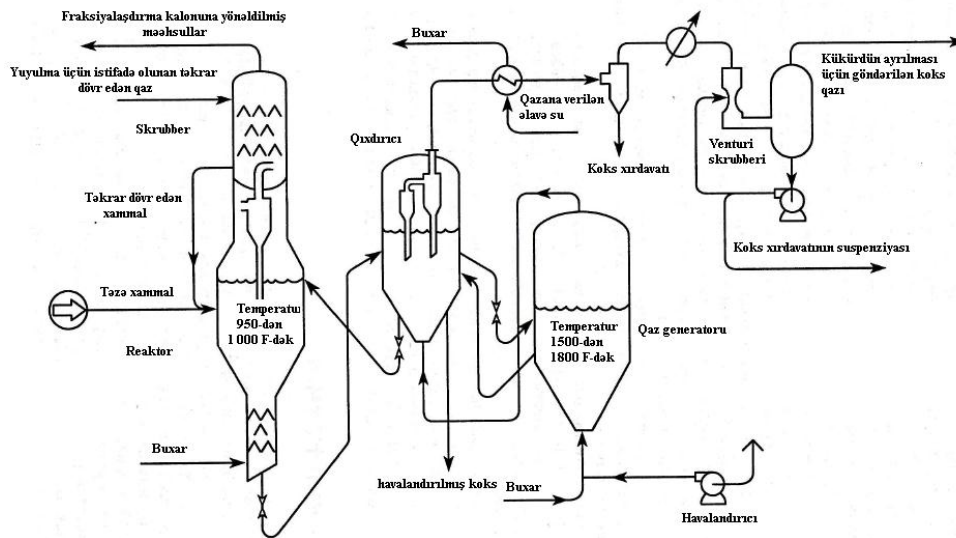
kokslaşmanın yüngül qazoylu – 67,3% həcm, xüsusi çəki 30 °API

kokslaşmanın ağır qazoylu – 32,7% həcm, xüsusi çəki ~13 °API

Bu rəqəmlər faktiki istismar məlumatları və təcrübə qurğusunun məlumatları arasındakı asılılıqlar əsasında alınmışdır. Bu nisbətlər əsasında müəyyən edilmiş kəmiyyətlər ilkin iqtisadi qiymətləndirmələr üçün kifayət qədər dəqiqdir.

#### 4.4 Fleksikoking

Fleksikoking prosesinin sxemi şəkil 4.4.1.-də verilir.



Şəkil 4.4.1. Fleksikoking qurğusunun sadələşmiş sxemi

Prosesdə istənilən ağır xammal-vakuüm qalığından, daş kömür, yanar şist nefti və ya bituminoz qumluqdan çıxarılan məhsullardan istifadə olunur. Xammal, təxminən 600-700°F-ə qədər (315-370°C-ə qədər) temperatura qədər qızdırılır və forsunka vasitəsi ilə reaktora daxil edilir və orada qaynar koks layı ilə əlaqələnir. Qaynar koks qızdırıcıdan reaktora elə sürətlə verilir ki, təbəqədə temperatur 950-1000°F intervalında (510-540°C) olsun. Xammalın istilik miqdarından, onun buxarlanma istiliyindən və krekinqin endotermik reaksiya istiliyindən yaranan istilik qızdırıcıdan koksun sirkulyasiyası hesabına ödənilir.

Krekinqin qaz halında məhsulları mərkəzdənqaçma separatorlarının

(siklonlar) yuxarı hissəsinə keçir və burada qazdan onlar ilə aparılan koksun hissəcikləri ayrılır (mərkəzdənqaçma separatorları ölçüləri 7 mikrona qədər olan hissəciklər ayrılır; hissəciklərin ölçüləri kiçik olduqda ayrılma səmərəliliyi sürətlə azalır). Sonra qaz reaktorun yuxarisında yerləşən skrubberdə soyudulur. Krekinqin buxarlarının yüksək temperaturda qaynayan ( $>925^{\circ}\text{F}$  və ya  $>495^{\circ}\text{C}$ ) fraksiyasının bir hissəsi skrubberdə kondensləşərək reaktora qaytarılır. Buxarların qalığı fraksiyalaşdırma kalonuna göndərilir və orada fraksiyalaşdırılır. Skrubberin arakəsmələrindən keçərək resirkulyasiya olunan qazoyl, buxarların sürətlə soyumasını təmin edir və buxarların özləri ilə apardıqları koks hissəciklərinin sonrakı ayrılmasına kömək edir. Krekinq zamanı əmələ gələn koks, qaynar layda mövcud olan koks hissəciklərinin səthinə nazik təbəqə şəklində çökür. Koks reaktorun buxarlandırıcısının aşağı hissəsində buxar ilə emal olunur və bununla da reaktordan çıxan digər məhsullar ilə koksun aparılmasının qarşısı alınır. Reaktordan koks qızdırıcıya daxil olunur və yenidən təxminən  $1100^{\circ}\text{F}$ -ə qədər ( $593^{\circ}\text{C}$ -ə qədər) qızdırılır. Qızdırıcıda koks, həmçinin qaynar lay əmələ gətirir. Qızdırıcının birinci funksiyası qaz generatorundan istiliyi reaktora verməkdir. Qızdırıcıdan koks qazgeneratorunun qaynar layına daxil olur, burada hava və buxar ilə reaksiyaya girərək CO, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> və N<sub>2</sub>-dən ibarət olan yanacaq qazı əmələ gətirir. Koksun kükürdü, əsasən hidrogen sulfidə, az miqdarı isə SO<sub>2</sub>, azot ammoniyaka çevrilir. Qaz generatorun baş hissəsindən qazqızdırıcının aşağısına verilir, orada koksü aerasiya edir və reaktora lazım olan istilik alınır. Qaynar koksun qaz generatorundan qızdırıcıya resirkulyasiyası hesabına reaktorun istilik tələbatı ödənilir.

Reaktorun istehsal etdiyi koksun 60-dan 97%-ə qədərini qazlaşdırmaq hesablanmaqla layihələşdirmək və istismar etmək olar. Koksun yükü qızdırıcıdan təmiz koks verilməsi hesabına saxlanılır.

Qızdırıcını tərk edən koks qazı buxar generatoru – rekuperatorunda soyudulur, bundan sonra xarici siklonlardan və Venturi skrubberindən keçir. Koks tozları (skrubberdə toplanan) və qızdırıcıdan atılan koks, koksun ümumi çıxımını yaradır. Bu koksda reaktorun xammalında olan metalların hamısı və kül toplanır.

Koks qazından özü ilə apardığı koks tutulduqdan sonra koks qazı Stretford qurğusunda emal olunur ki, qazdan hidrogen sulfid kənarlaşdırılır və qaz zavodlarda yanacaq kimi istifadə olunur. Təmizlənmiş yanacaq qazının aşağı istiliktörətmə qabiliyyəti təbii qaza nəzərən xeyli azdır, odur ki, onun səmərəli yandırılması üçün qazan və sobanın konstruksiyasını dəyişmək tələbatı yarana bilər.

#### **4.5 Flyuidkokinq**

Flyuidkokinq fleksikokinqin sadələşmiş variantıdır. Bu prosesdə o qədər koks yandırılır ki, yanma istiliyi reaktorun istiliyə tələbatını və xammalın ilkin qızdırılması üçün tələbatı ödəsin. Adətən bu, reaktorun istehsal etdiyi koksun

20-25%-i miqdarında olur. Koksun qalan hissəsi fleksikokinqdə olduğu kimi qaza çevrilmir, koksqızdırıcıdan götürülür. Beləliklə, flyuidkokinq qurğusunda yalnız iki qaynar lay işləyir: reaktorda və koks qızdırıcıda.

Fleksikokinq qurğusunun əsas üstünlüyü daha sadə flyuidkokinq qurğusu ilə müqayisədə odur ki, koksun yanma istiliyinin böyük hissəsi az kükürlü yanacaq qazı kimi kənarlaşdırılır və bu qazın yandırılması üçün SO<sub>2</sub>-nin tutulması məqsədi ilə avadanlıq tələb olunmur. Amma tərkibində 3-dən 8% (kütlə)-yə qədər kükürd olan koksun birbaşa qazanda yandırılması üçün belə avadanlıq lazımdır. Bundan başqa, koks qazı ilə maye və qaz karbohidrogen yanacaqlarını (NEZ-nun texnoloji sobaları üçün) əvəz etmək mümkündür.

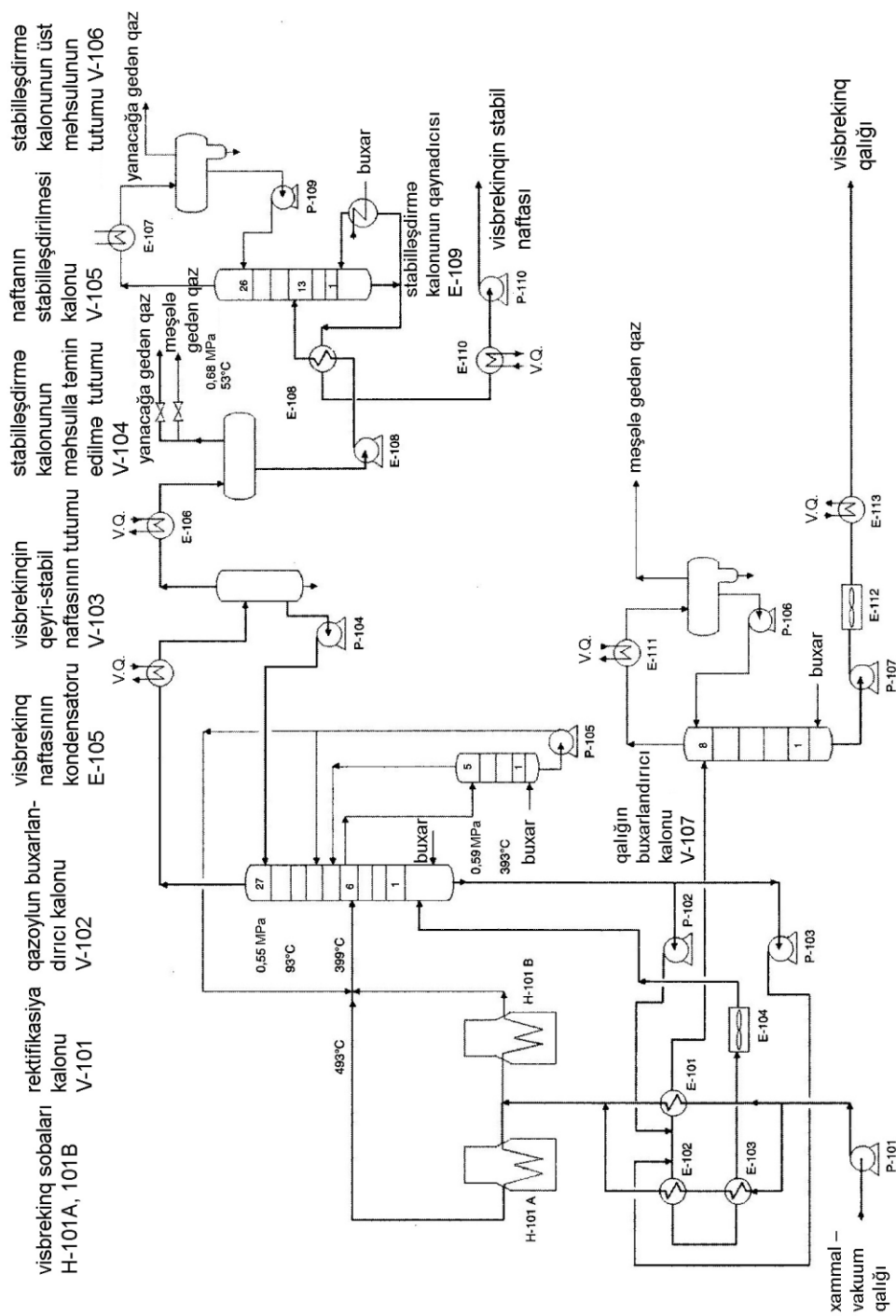
Kobud yaxınlaşma ilə qəbul etmək olar ki, flyuidkokinq qurğusu ləngidilmiş kokslaşma qurğusuna qoyulan qədər, fleksikokinq qurğusu isə ondan, təxminən 30-50% çox kapital qoyuluşu tələb edir. Fleksikokinq qurğusunda hər barel xammala istismar məsrəfləri, ləngidilmiş kokslaşma qurğusu üçün olandan 25-30% çoxdur.

Flyuidkokinq qurğusunda enerji daşıyıcıların məsrəfi də ləngidilmiş kokslaşmada olduğundan xeyli çoxdur. Bu ondan irəli gəlir ki, burada qaynar laylar arasında bərk fazanın dövretməsi üçün böyük miqdarda enerji lazımdır. Eyni zamanda, fleksikokinqdə flyuidkokinq üçün olduğundan daha məhsuldar havaüfürücü tələb olunur.

#### 4.6 Visbrekinq

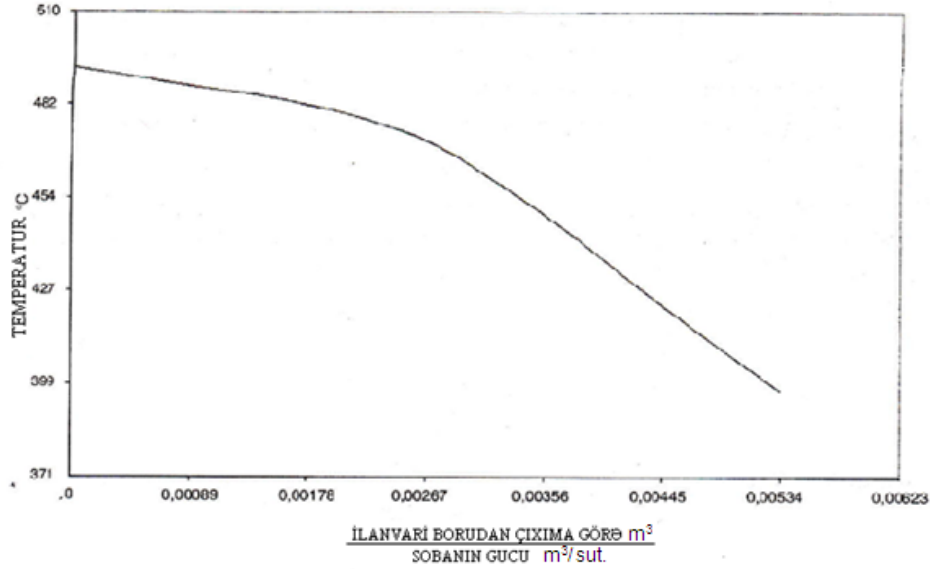
Visbrekinq yumşaq termiki krekinq prosesidir və daha keyfiyyətli soba yanacağı komponenti almaq üçün qalıqın özlülüyünü azaltmaq və donma temperaturunu aşağı salmaq üçün istifadə edilir. Bu prosesdə krekinq qaz, benzin/nafta, qazoyl və termiki krekinq qatranı alınır. Soba yanacağı almaq üçün qazoyl termiki krekinq qatranı ilə qarışdırılır. Termiki krekinq nəticəsində qalıqın özlülüyü və donma temperaturu aşağı düşür, bu qalıqdan soba yanacağı hazırladıqda durulaşdırıcıya tələbat artır və beləliklə, ümumi soba yanacağı istehsalı azalır. Bu prosesin istifadəsinin xeyrinə ikinci arqument kükürdün bir qədər azaldılmasıdır. Bu münasibətdə visbrekinq hansısa səmərəli proses olmasa da, hər halda kükürdün bir qismi yanacaqdan kənarlaşdırılır.

**Visbrekinq prosesi.** Qurğunun xammalı 354°C-də vakuum qurğusundan (şəkil 4.5.1.) çıxan vakuum qazoyludur. Xammal P-101 nasosu ilə visbrekinq sobalarına (H-101A və 101B) verilir və burada o, 493°C-yə qədər qızdırılır. Visbrekinq sobası birgədişli, tənzimlənən qradiantli karobka tipli olub, ilkin qızdırılma seksiyasına və iki ilanvari reaksiya borusuna malikdir.



Şəkil 4.5.1. Visbrekiq qurğusu, S.S.- soyutma suyu

Visbrekinq sobasında temperatur qradienti şəkil 4.5.2.-də göstərilir.



Şəkil 4.5.2. Visbrekinq sobasında temperatur qradienti

İlanvari boruların girişində su vermək üçün ştuser var (normal iş zamanı su vurulması aparılmasa da). Adətən sobanın biri işləyir, digəri ehtiyatda saxlanılır.

Borularda hərəkət zamanı koks əmələ gəldiyindən, onu su buxarı və hava ilə kənarlaşdırmaq üçün stasionar qurğulardan istifadə olunur. Koksun kənarlaşdırılması zamanı boru divarının temperaturu maksimum 760°C-ə qədər qalxa bilər. İlanvari borularda təzyiqli təmiz boru üçün təzyiqlər fərqinin təxminən 130%-ə bərabər hesablanır. Sobanın çıxımında axın, qazoylu buxarlandırma kalonundan gələn krekinq qazoylu ilə qarışdırılaraq 400°C-yə qədər "möhkəmləndirilir". Sobadan çıxan soyudulmuş axın əsas rektifikasiya kalonuna (V-101) daxil olur və kalonda 27 boşqab olur. Kalonda qarışıq qara benzina, krekinq-naftaya və qazoyla ayrılır. Kalonun yuxarı hissəsindən çıxan buxarların kondensatorda (E-105) mayeləşən hissəsi qeyri-stabil nafta tutumunda (V-103) yığılır. Bu maye əsas rektifikasiya kalonuna suvarılma üçün qaytarılır. V-103-də kondensləşməmiş buxarlar əlavə olaraq E-103-də soyudulur. Alınan maye V-104 tutumunda toplanır və buradan qeyri-stabil nafta stabilləşmə (debutanizator) kalonuna (V-105) verilir. Bu kalonda 26 boşqab olur. Həmin kalonda C<sub>4</sub> də daxil olmaqla bütün qazlar və stabil nafta kubdan kənarlaşdırılır.

Qazoylu fraksiyası əsas rektifikasiya kalonunun yan tərəfindən götürülür və qazoylu buxarlandırma kalonuna (V-102) göndərilir, kalonda yüngül komponentlər su buxarı vasitəsi ilə kənarlaşdırılır. Buxarlandırma kalonunun kubundan qazoylu P-105 nasosu ilə Visbrekinq sobasından çıxan axının

“möhkəmləndirilməsinə” göndərilir.

Rektifikasiya kalonunda koklaşmanı minimuma endirmək üçün kubda temperatur 343°C səviyyəsində saxlanılır. Bunun üçün kub məhsulunun bir hissəsi çıxarılaraq təzə visbreking xammalı ilə istilik mübadiləsi aparıldıqdan və hava ilə soyudulduqdan sonra, yenidən kuba qaytarılır.

Kub məhsulunun əsas axını P-102 nasosu ilə qalığın buxarlandırma kalonuna (V-107) verilir, ondan orta təzyiqli buxar ilə yüngül komponentlər və qazlar kənarlaşdırılır. Buxarlandırma kalonun kub qalığı (Visbrekinqin məqsədli məhsulu) E-112 və E-113 istilik dəyişdiricilərində soyudulur və saxlanmağa göndərilir. Prosesin əhəmiyyətli parametrləri xammalın keyfiyyəti, krekinq temperaturu və yağın ilanvari boruda qalma müddətidir. Visbrekinq qurğusunun xammalı ya mazut, ya da vakuum qalığıdır. Daha əlverişli xammal parafınli neftlərin qalıqları hesab olunur. Belə ki, Visbrekinqdən sonra məhsulun donma temperaturu xeyli aşağı düşür. İş rejiminin gərginliyinə nəzarət etmək üçün (alınan benzinin çıxımına əsasən qiymətləndirilir) ilanvari boruda temperatur profilinə, eyni zamanda, xammalın qalma müddətinə ciddi nəzarət olmalıdır. Temperaturun optimaldan yüksəyə qalxması Visbrekinq prosesində davamsız qeyri-stabil birləşmələrin əmələ gəlməsi, ilanvari boruda koklaşmanın sürətlənməsi baş verə bilər və bunun nəticəsində tez-tez qurğunun koksdan təmizlənməsi üçün dayandırılması ehtiyacı yaranar.

**Soba borularında koksun kənarlaşdırılması.** Koxu kənarlaşdırmaq üçün əvvəlcə sobanın borularına 3,11 MPa təzyiqdə buxar verilir, soba söndürülür və xammal nasosu dayandırılır, sonra bir neçə dəqiqə müddətində soba borularından kalona doğru buxar üfürülür. Sonra buxar verilməsi dayandırılır və soba bağlayıcı ilə ayrılır. Koksun kənarlaşdırılması üçün nəzərdə tutulan borular sobanın giriş və çıxışına birləşdirilir, giriş nöqtəsinə 1,04 Mpa təzyiqdə izafi miqdarda buxar verilir. Temperaturu 430°C-ə qədər olan buxarın qəbul edilməsi üçün seksiyayı qızdırılması məqsədi ilə bir və ya bir neçə soba işə salınır. Çıxış xəttinə su verilir ki, temperatur 120°C-dən yuxarı qalxmasın. Bir saat müddətində koksdan bütün uçucu maddələr buxarlandırılır, sonra sistemə tədricən hava daxil edilir (0,72 MPa təzyiqdə) ki, karbon yandırılınsın. Yandırılmanın gedişinə sobanın gözlüyündən baxmaq olar. Közərmiş borular üzərində nisbətən ensiz qırmızı rəngli zolaq şəklində koks yandıqca, aramla çıxışa doğru yerini dəyişir. Hava məsrəfi ilə tənzimlənir ki, borunun rəngi tünd qırmızı olsun. Boru bağları xüsusi quraşdırılır ki, həddən artıq qızma (700°C-dən yuxarı) səbəbindən ləkə yarandıqda, hava və buxar axınların istiqamətini dəyişmək mümkün olsun. Koksun kənarlaşdırılması əməliyyatı başa çatdıqdan sonra, borular ardıcıl olaraq buxar ilə, sonra hava ilə, sonuncu mərhələdə isə su ilə soyudulur və olduqca aramla suyun məsrəfini artırmaqla, bütün qalan uçucu kül yuyulur. Bundan sonra sobadan su boşaldılır.



#### 4.7. Neft koksunun əmələ gəlməsi

Termiki proseslərdə maye fazada koks əmələ gəlməsi mümkündür. **Koks** karbonun miqdarı yüksək olan bərk maddədir, benzolda həll olmur, amma karbon disulfiddə həll olan **karbenlərdən** və heç bir həlledicilərdə həll olmayan **karboidlərdən** ibarətdir. Koksda C:H atom nisbəti 2-4 olur. Aşağı temperaturlarda alınan nümunələrdə bu nisbət xeyli aşağıdır (1,1:1,25). Koksun sıxlığı 1,4-1,5 q/cm<sup>3</sup> arasında olur. Koksda karbenlərin miqdarı olduqca azdır və 2%-dən çox olmur. Koksda əmələgəlmə temperaturu yüksək olduqca, karbenin miqdarı da az olur. Karbenlər yüksək molekullu birləşmələrdir və orta molekul kütlələri 100000-135000 olur. Karboidlər tikilmiş üçölçülü polimerlərdir, karbon atomlarının çox hissəsi kondensləşmiş aren strukturlarında yerləşir.

Alkanların, alkenlərin və sikloalkanların maye fazada termiki parçalanması zamanı ikinci reaksiyalar hesabına, onların dərin parçalanma məhsulları əmələ gəlir; bu karbohidrogenlərdən birbaşa koks əmələ gəlmir. Arenlərin termiki parçalanması zamanı koksun əmələ gəlməsi, onların quruluşundan asılı olaraq müxtəlif sürətlə gedir. Belə ki, koks əmələgəlmə sürəti aşağıdakı sıra üzrə azalır: naftasen> $\alpha$ -metilantrasen> $\beta$ -metilantrasen>antrasen>1,6-dimetilnaftalin >naftalin. Aromatik karbohidrogenlərin koks əmələ gətirməyə meyilliliyi, onların molekullarından ən zəif əlaqənin möhkəmliliyinin zəifləməsi və radikallarla birləşmə reaksiyasının sürətinin artması ilə sürətlənir. Karbohidrogenlərin bu reaksiyaya girmə qabiliyyətləri metil radikalına qohumluq ilə xarakterizə oluna bilər. Bu qohumluq, həmin karbohidrogen molekuluna metil radikalının birləşmə reaksiyasının sürət sabitinin və etalon karbohidrogenə birləşmə sürəti sabitinə nisbəti ilə müəyyən olunur. Belə ki, naftasen, asenaftilen, antrasen, piren, fenantren və naftalin üçün metil radikalına qohumluğu benzola nisbətən, uyğun olaraq 9250, 1030, 820, 125, 27 və 22-dir.

Koksun əmələ gəlməsi bir sıra ardıcıl kondensləşmə reaksiyası nəticəsində baş verir. Bu reaksiyalar zamanı molekul kütləsi və aromatiklik ardıcıl olaraq artır: karbohidrogenlər → qatranlar → asfaltenlər → koks.

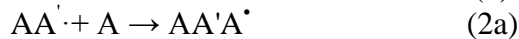
Neftdən və ya onun emalı məhsullarından ayrılmış asfaltenlərin termiki parçalanması atmosfer təzyiqində, inert qaz axınında gedir və aralıq mərhələlərdən keçmədən koks əmələ gəlir: asfaltenlər → koks + yüngül məhsullar.

Koksun çıxımı asfaltenlərin aromatikliyindən asılıdır. Nativ neft asfaltenləri üçün o, 50-60%, destruktiv mənşəli məhsullardan ayrılmış və daha çox aromatikliyi olanlarda isə 75-80% olur.

Asfaltenlərin parçalanması homogen prosesdir – reaksiya zonasının səthinin qiyməti reaksiyanın sürətinə və məhsulların çıxımına təsir etmir.

Həm nativ, həm də ikinci emal proseslərindən alınan asfaltenlərin koklaşması zəncirvari mexanizm üzrə gedir:





$(A^{\cdot})_x A^{\cdot}$  – qeyri-aktiv radikalıdır və onun sərbəst valentliyi alkil və ya digər qruplarla delekollaşdırılır və ya ekranlaşdırılır:

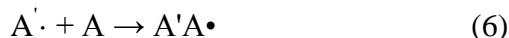


A – asfalten molekulları; M – parçalanmanın nisbətən yüngül məhsullarının molekullarıdır (qaz fazaya keçir).

Sxem zəncirvari kondensləşməni təsvir edir. Əmələ gələn yüksək molekullu kondensləşmə məhsulları asfaltenlər kimi radikalqlarla reaksiyaya girə bilər və reaksiya məhsulu, əsasən tikilmiş 3 ölçülü polimerlər – karboidlərdir. Tikilməmiş makromolekullar koksdan karbon disulfid ilə ekstraksiya oluna bilən karbenlərdir. Neftin nativ asfaltenləri ilə ikinci mənşəli asfaltenlərin parçalanmalarının kinetikalarında fərqlər ondan irəli gəlir ki, birinci halda, zəncirin qırılması (2a) reaksiyası üzrə, ikincidə isə (4) reaksiya üzrə baş verir.

Karbenlərin molekul kütlələrinin qiyməti göstərir ki, asfaltenlərin parçalanması zamanı zəncirin uzunluğu 120-150 manqadan az deyil.

Müxtəlif həlledicilərin məhlullarında asfaltenlərin parçalanması zamanı koksun əmələ gəlməsinin kinetikasının tədqiqi göstərmişdir ki, koks yalnız asfalten ayrı faza şəklində ayrıldıqda əmələ gəlir. Asfaltenlərin məhluldan ayrılması zamanı onların koksə qədər kondensləşməsi baş verir. Əgər asfaltenlər molekulyar olaraq (və ya kiçik assosiatlar şəklində) həlledicidə dispesləşsə, onda koks əmələ gəlmir. Bu aşağıdakı kimi izah olunur: asfaltenlərin kondensləşməsi zəncirini aparan radikal asfaltenlərin molekullarına birləşmə reaksiyasına girə bilər.



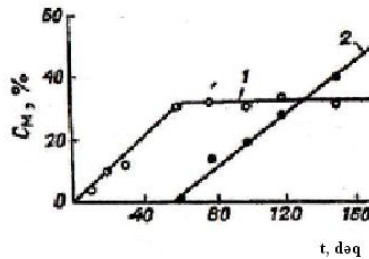
ya da həlledici molekulu ilə reaksiya zamanı ölür:



Sənaye prosesləri şəraitində kimyavi reaksiyalar və onların parametrlərinin təsiri nəticəsində həm məhlulda asfaltenlərin qatılıqları, həm də həlledicinin xassələri dəyişir ki, bu da koksun əmələgəlməsi şəraitlərinə mürəkkəb təsir göstərir. Əsas hadisələr aşağıda verilir:

1. Neftin yüksək temperaturda qaynayan qalıqı aşağı təzyiqdə termiki parçalanmaya məruz qalır və qaz fazaya keçən krekinq məhsulları reaksiya zonasını tərk edir. Bu şərait kokslaşma prosesinə uyğun gəlir.

Şəkil 4.6.1.-də atmosfer təzyiqində, inert qaz axımında qalıq neft qatranlarının termiki parçalanmasının nəticələri verilir.



Şəkil 4.6.1. 400°C-də qatranın parçalanması zamanı asfaltenlərin qatılığının ( $C_M$ ) (1) və koksun miqdarının (2) parçalanma müddətindən asılılığı

Qatranların parçalanması zamanı asfaltenlərin əmələ gəlməsi və reaksiyanın uçucu məhsullarının kənarlaşdırılması hesabına krekinq qalığında asfaltenlərin toplanması baş verir. Qalıqda asfaltenlərin miqdarı asfaltenlərin qatrandə və ya ağır yağlarda (qatranın parçalanma məhsulu) məhlullarının həlməşiyə çevrildiyi qatılığa çatdıqda koks əmələ gəlməyə başlayır. Reaksiyanın stexiometriyası nəzərə alınmaqla koksun toplanması asfaltenin əmələ gəlməsi ilə eyni sürətlə gedir, başqa gözlə, koksəmələgəlmə həlməşikvari strukturun saxlanması ilə limitləşir.

Asfaltenlər → koks +uçucu məhsullar ( koksun çıxımı  $\approx 80\%$ )

Əmələ gələn koks məsaməli qubkaya bənzər kütlə olub, strukturuna görə həlməşiyin strukturuna uyğundur. Aşağı təzyiqdə parçalanma zamanı, nisbətən uçucu maddələr qaz fazaya keçdiyindən və onların qaz fazada reaksiyaları asfalten əmələ gətirmədiyindən, koks yalnız ilkin xammalın daha ağır komponentlərinin kondensləşməsi nəticəsində əmələ gəlir. Odur ki, nisbətən yüngül fraksiyaların qovulması ilə xammalın qatılaşdırılması, ilkin xammalda koksun çıxımını azaltmır. Xammalda asfaltenlərin və asfalten əmələ gətirən komponentlərin miqdarı nə qədər çox olursa, koksun çıxımı da yüksək olur.

2. Neft məhsulu təzyiq altında krekinqə məruz qalır və reaksiya zonasında maye və qaz faza mövcud olur. Koksun ayrılması yalnız maye fazadan baş verir. Lakin təzyiq altında olan qazın tərkibi maye fazanın tərkibinə əsaslı təsir göstərir və uyğun olaraq koksəmələgəlməyə də təsir edir. Yüksək təzyiqlərdə qaz fazada kondensləşmə reaksiyasının rolu, onların mayedəki roluna yaxınlaşır. Təzyiqin artması qaz fazasında kondensləşməni və ağır məhsulların əmələ gəlməsini intensivləşdirir. Bu ağır məhsullar maye fazaya keçə bilər və sonrakı krekinq nəticəsində asfaltenlər, sonra isə koks əmələ gəlir. Digər tərəfdən təzyiq maye və qazın tərkibinə güclü təsir göstərir. Təzyiqin artması maye fazanı yüngül məhsullarla zənginləşdirir ki, bu da asfaltenlərin onda həll olmasını azaldır. Eyni zamanda təzyiq qaz fazada olan karbohidrogenlər üçün ( $C_1$ - $C_{11}$  alkanlar, sikloalkanlar və arenlər üçün 2-dən 5MPa-ya qədər) kritik həddən yuxarı qalxdıqda, onda ağır karbohidrogenlər həll olur və təzyiq artdıqca həll olma da

artır. Odur ki, temperaturdan və reaksiya zonasında olan məhsulun tərkibindən asılı olaraq təzyiğin artması maye fazanın tərkibini yüngülləşdirə və ya ağırlaşdırma bilər və uyğun olaraq onda asfaltenlərin həll olması azalır və ya artır. Adətən termiki proseslərdə təzyiq 5MPa-dan çox olmur, maye məhsulların qaz fazada həll olma effektivliyi bu halda əsaslı deyil. Təzyiğin azalması maye fazanın tərkibini yüngülləşdirir, nəticədə asfaltenlərin həll olması pisləşir. İlkin xammalın termiki parçalanmasının gedişində maye faza asfaltenlərlə zənginləşir. Əgər bu zaman asfaltenlər yaxşı həlledicidə həll olmuşdursa, asfaltenlərin miqdarı həlməşikəmələgəlmə həddinə çatana qədər koksəmələgəlmə baş vermir. Neft qalıqlarının tərkiblərinin yüngülləşməsi ona gətirib çıxara bilər ki, maye faza asfaltenlər üçün pis həlledici ola bilər və nəticədə sürətlə koksəmələgəlmə baş verər. Verilmiş təzyiqdə temperaturun artırılması maye fazanın tərkibini ağırlaşdırır, amma eyni zamanda verilmiş həlledici üçün asfaltenlərin həll olmasını azaldır. Çoxlu miqdarda polisiklik arenlərə və qatranlara malik ağır neft qalıqları üçün (asfaltenlər üçün yaxşı həlledicidir) temperaturun, təxminən 500°C-ə qədər qaldırılması, onları pis həllediciyə çevirmir və həlməşik əmələgəlmə qatılığı yaranmayana qədər koksəmələgəlmə baş vermir. Əgər xammal az aromatiklidirsə və çoxlu alkanlara malikdirsə, onda temperaturun artması asfaltenlərin məhluldan ayrılmasına gətirib çıxarır və koks əmələ gəlir. Verilmiş temperatur və təzyiqdə reaksiyanın dərinliyi artdıqca, maye fazada asfaltenlər toplanır və bu ilkin xammalın tərkibindən və prosesin şəraitindən asılı olaraq baş verir.

## V. HƏLLEDİCİ İLƏ ASFALTSIZLAŞDIRMA

Keçmişdə vakuum qalıqlarının həlledici ilə (propan ilə) asfaltsızlaşdırılması rentabelli deyildi və sənayedə sürtgü yağları istehsalında qovula bilməyən ağır neft fraksiyalarını ayırmaq üçün istifadə olunurdu. Asfaltsızlaşdırma qurğusunun xammalı həqiqi qaynama temperaturu 510°C olan vakuum qalığıdır. Zaman keçdikcə bu proses **katalitik krekinq, hidrokrekinq, hidrokükürdsüzləşmə** xammalını hazırlamaq, həmçinin asfaltı ayırmaq üçün istifadə olunmağa başladı.

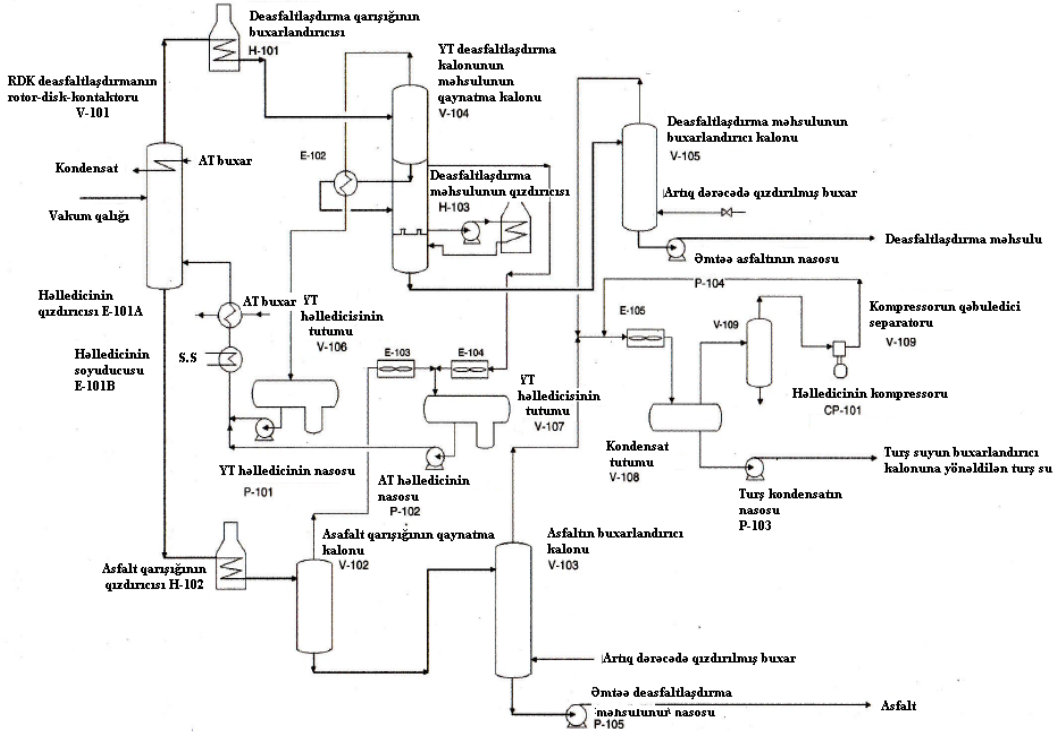
Tədqiqatlar göstərdi ki, xüsusi, daha ağır həlledicilərdən istifadə edilməklə yüksək çıxımla tərkibində az miqdarda asfaltenlər və metallar olan yağ almaq mümkündür. Məlumdur ki, deasfaltizatın ekstraksiyası 65-dən 85%-ə qədər olur. Katalitik emal üçün olduqca qeyri-texnoloji olan vakuum qalığı və digər ağır distillatlar asfaltsızlaşdırma yolu ilə asanlıqla emal olunur. Alınan asfalt düzqovulmadan sonra qudron ilə qarışdırıla bilər və ya soba yanacağına əlavə oluna bilər.

Müasir asfaltsızlaşdırma qurğularında işdə daha çox variabelliği təmin etmək üçün, adətən yüngül karbohidrogen həlledicilərdən (C<sub>5</sub>–C<sub>6</sub> parafinli fraksiyalar) istifadə olunur. Eyni temperaturda həlledicilərdə daha ağır komponentlərin qatılığı artdıqca, onda yağın həll olması artır.

Həlledicinin asfalt maddələri qarışığından və ya vakuum qalıqlarından parafinləri, bəzən də qatrana malik yağları ayırmaq qabiliyyəti **selektivlik** adlanır. Metallar, kükürd, azot bir qayda olaraq böyük molekullarda olduqlarından, asfaltsızlaşdırılmış məhsullarda metalların, kükürdün və azotun miqdarı əsaslı dərəcədə azalır. Emalın məqsədi limitləşdirici iqtisadi xarakterli faktorlar nəzərə alınmaqla maksimum selektivliyin əldə olunmasıdır. Asfaltsızlaşdırma məhsulunun çıxımı sabit saxlanılmaqla, “həlledici:yağ” nisbətini artıraraq həlledicinin selektivliyini yüksəltmək olar. Həlledicinin regenerasiyası üçün xeyli enerji məsrəfləri tələb olduğundan, hər bir işçi rejim üçün mütləq olaraq öz optimal “həlledici:yağ” nisbəti müəyyənləşdirilir. Temperatur artdıqca yağın həlledicidə həll olması azalır və bu rejim parametri prosesin gündəlik operativ idarə olunmasında əsasdır.

### 5.1 Asfaltsızlaşdırma prosesi

Təzə xammal (vakuum qalığı) və həlledici nasos ilə asfaltsızlaşdırma qurğusuna verilir və özlülüyn aşağı salınması məqsədilə az miqdarda həlledici ilə qarışdırılır. Vakuum qalığının həlledici ilə qarışığı verilmiş ekstraksiya temperaturunda rotor-disk kontaktorun (RDK) (V-101) orta hissəsinə daxil olur. Yüksək təzyiq altında tutumlarda (V-106 və V-107) həlledici axınları birləşir və birləşmiş axının bir hissəsi ilkin durulaşdırma həlledicisi kimi istifadə olunur. (şəkil 5.1.1.)



Şəkil 5.1.1. Həllədicilə asfaltsızlaşdırma qurğusu. YT - yüksək təzyiqli; AT - aşağı təzyiqli; AM - asfaltsızlaşdırma məhsulu; SS - soyuducu su.

Həllədicinin əsas hissəsi həllədicinin qızdırıcısında (E-101 A) və soyuducuda (E-101 B) verilmiş temperatura qədər qızdırılır və RDK-nın aşağı seksiyasına daxil edilir. RDK-nın yuxarisında yerləşmiş ilanvari buxar boruları vasitəsi ilə kalon boyu verilmiş temperatur inqredienti təmin olunur. Ən yüksək temperatur RDK-nın yuxarı hissəsində, RDK-da ən aşağı temperatur isə həllədicinin daxil edildiyi nöqtədə olur. RDK-nın yuxarı seksiyalarında asfaltsızlaşdırma məhsulunun məhlulundan nisbətən az həll olan, daha ağır komponent ayrılır və o, RDK üzrə aşağı axaraq daxili suvarma yaradır və asfaltsızlaşdırma məhsulunun asfaltdan ayrılmasını yaxşılaşdırır.

**Asfaltsızlaşdırma məhsulunun ayrılma seksiyaları.** Həllədicinin əsas kütləsi ilə asfaltsızlaşdırma məhsulunun qarışığı RDK-nın yuxarı hissəsindən çıxır və **asfaltsızlaşdırma** məhsulunun ayrılma sisteminə daxil olur. RDK-nın yuxarı hissəsində təzyiqli "özünə qədər" klapanı ilə tənzimlənir. Asfaltsızlaşdırma məhsulunun həllədicilə qarışığı, əvvəlcə qızdırıcıya (H-101) daxil olur və burada həllədicinin bir hissəsi buxarlanır, sonra qarışıq qaynama kalonuna (BD V-104) daxil olur. Bu kalonun yuxarı hissəsindən həllədicilə buxarları kənarlaşdırılır, kalonun aşağı hissəsində asfaltsızlaşdırma məhsulunun həllədicidə qarışığının

səviyyəsi tənzimlənir. Bundan sonra maye qarışıq buxar ilə qızdırma istilik dəyişdiricisinə (BDE-102) verilir və burada qaynama kalonundan (BD) çıxan həlledici buxarlarının kondensləşməsi hesabına qızdırılır. Tamamilə kondensləşmiş həlledici tutuma (BD V-106) axır. Asfaltsızlaşdırma məhsulunun həlledicidə qarışığı E-102 istilik dəyişdiricisindən qaynama kalonuna (HD) daxil olur və onun yuxarı hissəsindən həlledici buxarları kənarlaşdırılır. Qarışıq kalon boyu aşağı axır və qaynadıcıdan həlledicinin yuxarı qalxan buxarı ilə qızır. Maye qarışıq qaynadıcı (H-103) vasitəsi ilə qaynama kalonunun (HD) aşağı hissəsində dövr etdirilir. Buradan asfaltsızlaşdırma məhsulunun həlledici ilə qarışığı səviyyəni tənzimləyən klapantənzimləyici vasitəsi ilə asfaltsızlaşdırma məhsulunun həlledicidə qarışığı buxarlandırma kalonuna daxil edilir.

**Asfaltsızlaşdırma məhsulunun ayrılması.** Qarışıq buxarlandırma kalonunun yuxarı boşqabına verilir və burada aşağı boşqaba verilən ifrat qızmış buxar ilə həlledicinin qalıq hissəsi buxarlandırılır. Əmtəlik asfaltsızlaşdırma məhsulu P-104 nasosu ilə buxarlandırma kalonunun kubundan kənara çıxarılır.

**Asfaltın ayrılması.** RDK-dan asfalt və həlledici qarışığı məsrəfin tənzimlən-məsi rejimində asfalt qarışığının qızdırılmasına (H-102) göndərilir. Qaynar ikifazlı qarışıq asfalt qarışığı qaynama kalonunda (V-102) ayrılır. Həlledicinin buxarları kalonun yuxarisından çıxır, maye asfalt qarışığı isə asfaltın buxarlandırma kalonunun (V-103) yuxarı boşqabına daxil olur. Həlledicinin qalıqlarını kənarlaşdırmaq üçün ifrat qızdırılmış buxardan istifadə olunur. Kalonun yuxarı hissəsindən çıxan nəm həlledici buxarları asfaltsızlaşdırma məhsulunun buxarlandırma kalonundan çıxan buxar ilə birləşdirilir. Əmtəlik asfalt buxarlandırma kalonunun kubundan P-105 nasosu ilə qurğunun kənarına çıxarılır.

**Həlledici sistemi.** Qaynama kalonunda (HD) buxarlanan həlledici kondensləşdirilir və həlledici tutumuna axır. Asfalt qarışığının qaynama kalonundan ayrılan həlledici buxarları ayrıca kondensatorda kondensləşdirilir və o da HD-də olan həlledici tutumuna daxil olur. Hər iki həlledici axınlarının ayrılıqda olması ona görə edilir ki, qaynama kalonundan həlledici ilə təsadüfi asfalt aparılması ilə çirklənmənin qarşısı alınsın.

İki buxarlandırma kalonundan çıxan buxarlar soyudulur. Bu zaman su buxarlarının çox hissəsi kondensləşir və V-108 buxarlandırma kalonundan olan kondensatın tutumuna axır. Bu tutumda yığılan və turş hesab olunan su turş suyun buxarlandırılması kalonuna göndərilir. Həlledicinin kondensləşməmiş buxarları bu tutumdan kompressorun qəbuledici separatoruna (V-109) daxil olur və burada buxar ilə aparılmış mayenin hamısı separasiya olunur. Separatordan çıxan buxarlar həlledici kompressoru CP-101 ilə sıxılır və asfalt qarışığının qaynaması kalonundan ayrılan buxar ilə birləşdirilir. Lazım gəldikdə, həlledici tutumuna təzə həlledici əlavə olunur.

## VI. NEFT BİTUMLARININ İSTEHSALI

Neft bitumları maye, yarımbərk və ya bərk məhsullar olub asfaltenlərdən, qatrandan və yağdan ibarətdir. Asfaltenlər bitumlara bərklik və yüksək yumşalma temperaturu verir. Qatranlar sementləşdirici xassəlidir və elastikliyi yüksəldir. Yağ durulaşdırıcı mühitdir və bu mühitdə qatranlar həll olur, asfaltenlər isə köpəşir. Hələ çoxdan bitum ən çox məlum olan mühəndis-tikinti materiallarından, onun adgeziya və hidrofob xassəsi hələ sivilizasiyanın yaranması dövründən istifadə olunurdu. Hazırda bitumların istifadə sahələri olduqca genişdir: yol tikintisi, dam örtüyü, boru kəmərlərinin izoləsi, lak-boya və kabel sənayesi, tökmə akkumlyator mastikası və s.

Onlar neftin düzqovulma məhsullarının oksidləşməsindən, oksidləşmiş və neftin birbaşa qovulması və neft məhsullarının ekstraksiyalı ayrılması (asfaltın asfalsızlaşdırılması, selektiv təmizləmə ekstraktı) məhsullarının oksidləşməsi və kampaundlaşdırılması ilə alınır.

Bitumlar təyinatına görə təsnif olunur: yol bitumu, dam örtüyü bitumu, izolə bitumu, tikinti bitumu və xüsusi bitum. Ümumi bitumun üçdə-ikisi yol bitumu kimi istehsal olunur. Yol bitumları əsas yol tikinti işlərini aparmaq üçün nəzərdə tutulan özlülü bituma və üç sinif maye bitumlara (tez qatılacaq, orta sürətlə qatılacaq və mülayim qatılacaq) bölünür. Maye bitumlar yol tikintisini ucuzlaşdırmaq üçün istifadə olunur. Maye bitumlar neft məhsulları ilə (kerosin, solyar və s.) özlülü bitumu durulaşdırmaqla hazırlanır. Bu zaman maye bituma səthi-aktiv maddə əlavə olunur. İstifadə miqdarına görə sonrakı yeri dam örtüyü bitumlarının istehsalı təşkil edir. Ümumi bitum istehsalında hidroizolə materialı kimi istifadə olunan bitumlar da geniş yayılmışdır. İzolə bitumları, əsasən boru kəmərlərini korroziyadan mühafizə üçün istifadə olunur.

Bitumlar aşağıdakı göstəricilərlə xarakterizə olunurlar: standart iynənin batma dərinliyi (penetrasiya), yumşalma temperaturu, kövrəklik, sap kimi dartılma (duktillik), adgeziya, alışma temperaturu, reologiya və s.

**Penetrasiya.** Bituma standart iynənin müəyyən şəraitlərdə (25°C, 5 saniyə ərzində, 100 q yük) batma dərinliyidir. O, (40-60) x 0,1mm olur.

**Yumşalma temperaturu.** “qara üzük” üsulu ilə təyin olunur və 25°C-dən 150°C-ə qədər olur.

**Dartılma (duktillik)** müəyyən şəraitlərdə bitum nümunəsinin qırılmadan sap şəklində dartılmasını xarakterizə edir.

**Kövrəklik temperaturu.** Bu, elə bir temperaturdur ki, polad lövhə üzərində çəkilmiş təbəqə həmin temperaturda lövhə qatlanıldıqda çat verir (bu temperatur mənfi 2°-dən mənfi 30°C-ə qədər olur). Bu temperatur nə qədər aşağı olursa, bitumun keyfiyyəti bir o qədər yüksək olur. Oksidləşmiş bitumlar eyni penetrasiyası olan qalıq bituma nəzərən daha aşağı kövrəklik temperaturuna malik olur.



**Özlülük.** Bitumların özlülükləri müxtəlif istifadə olunma temperaturlarında, onların konsistensiyasını daha tam xarakterizə edir. Yüksək istifadə temperaturunda özlülük mümkün qədər yüksək olmalıdır.

**Adgeziya (yapışma).** Çıncılın üzərindən bitum ilə ölçülmə dərəcəsinə əsasən nümunə qaynar suda işləndikdən sonra təyin edilir. Bitumun adgeziya qabiliyyəti, onun kimyəvi tərkibindən aslıdır: parafin iştirakı ilə o, azalır və odur ki, parafinin miqdarı 5% dən çox olmamalıdır. Bitumun tərkibinə daxil olan asfaltenlərin molekul kütlələri artdıqca, onun adgeziya xassələri yaxşılaşır.

Neft bitumları istehsalı üçün aşağıdakı 3 əsas üsuldən istifadə olunur:

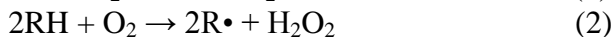
1. Ağır neft qalıqlarını vakum altında qovmaqla qatılaşdırması (qalıq bitum);
2. Müxtəlif ağır neft qalıqlarını hava oksigeni ilə oksidləşdirməsi (oksidləşmiş bitum);
3. Qalıq bitumları, oksidləşmiş bitumları və müxtəlif ağır neft qalıqlarını kompaundlaşdırması (kopaund bitumu).

### **6.1 Oksidləşmə bitumlarının istehsalı**

Bitumlar asfaltenlərin ağır yağlarda və qatranda yüksək qatılıqlı məhlullarıdır. Bitumların xassələri komponentlərin (yağ:qatran:asfalten) nisbəti və onların fiziki-kimyəvi xassələri ilə müəyyən olunur. Bitum istehsalı üçün xammal, tərkibində yüksək miqdarda qatranlar və asfaltenlər olan ağır neft qalıqlarıdır. Oksidləşmə bitumlarının istehsal texnologiyasının məqsədi neft qalıqlarında bitumun lazimi xassələrini təmin edən miqdara qədər asfaltenlərin qatılığının artırılmasıdır. Oksidləşmə prosesi 230-300°C-də neft qalığının hava ilə kontaktı ilə həyata keçirilir. Bir ton bituma 0,8-1,5 m<sup>3</sup>/dəq. hava verilir və kontakt müddəti 12 saata qədərdir. Bu zaman asfaltenlərin əmələ gəlməsi nəticəsində yağın miqdarı azalır, qatranın miqdarı isə az azalır. Arenlərin kondensləşməsi hesabına yağ alkan-sikloalkanlarla zənginləşir. Reaksiyaya girən oksigenin çox hissəsi su, xeyli hissəsi karbon qazı şəklində ayrılır, oksidləşmə şəraitində uçucu olan və havanın özü ilə apardığı oksigenli birləşmələr (fenollar, turşular, spirtlər, aldehidlər və ketonlar) müəyyən miqdarda əmələ gəlir. Oksigenin bitumda miqdarı, adətən ilkin xammalda olduğundan azdır. Bitumda əlaqələnmiş şəkildə olan oksigen mürəkkəb efir, hidroksil, karboksil və karbonil qrupları şəkildə olur.

Prosesin mexanizmi: **Oksidləşmiş bitum istehsalı oksigen ilə inisiatorlaşdırılan termokondensləşmə prosesidir.** Bitumların alınma temperaturunda neft qalıqlarında olan maddələrin termiki reaksiyaları oksigen iştirakı olmadan o qədər zəif sürətlə gedir ki, kimyəvi texnologiya baxımından onlar ümumiyyətcə baş vermir. Bu, radikalların olduqca aşağı sürətlə yaranması ilə əlaqədardır. Oksigenin daxil edilməsi radikalların əmələ gəlməsini asanlaşdırır. Maye fazada oksigen ilə karbohidrogenlərin reaksiyası zamanı radikalların əmələ

gəlmə prosesi aşağıdakı reaksiyalar üzrə gedir:



1-ci reaksiyanın istilik effekti  $q_1$  ( $\text{kCoul}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) bərabərdir:

$$q_1 = E_{\text{DH-O}_2} - E_{\text{DR-H}} = 197 - E_{\text{DR-H}}$$

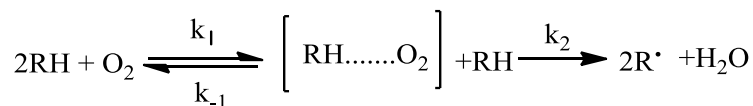
$\text{ArCH(R)-H}$  tipli zəif C-H əlaqələri üçün  $E_{\text{DR-H}} \approx 325 \text{ kCoul}\cdot\text{mol}^{-1}$  və  $q_1 \approx -130 \text{ kCoul}\cdot\text{mol}^{-1}$ , ( $\text{Ar}/2\text{CH-H}$  tip əlaqələr üçün  $q_1 \approx 70 \text{ kCoul}\cdot\text{mol}^{-1}$  səviyyəsinə qədər azalır. 1-ci tip reaksiyaların aktivləşmə enerjisi, onların istilik effektinə bərabər və ya bir qədər yüksəkdir. 2-ci tip reaksiyalar üçün istilik effekti bərabərdir:

$$q_2 = q_{2\text{H}+\text{O}_2-\text{H}_2\text{O}_2} - 2E_{\text{DR-H}} = 577 - 2E_{\text{DR-H}}$$

$E_{\text{DR-H}} = 325 \text{ kCoul}\cdot\text{mol}^{-1}$  olduqda,

$q_2 \approx 75 \text{ kCoul}\cdot\text{mol}^{-1}$  olur.

Üçmolekullu 2-ci reaksiya, ola bilsin ki, oksigenin karbohidrogen ilə aralıq komplekslər əmələ gəlməsi ilə həyata keçir.



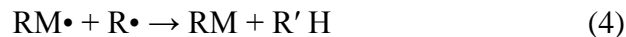
$k_2 \leq k_1$  və  $k_{-1}$  olduqda bu sxem üzrə radikalların əmələ gəlməsinin sürəti belə olacaqdır:

$$w = k_1 k_2 / k_{-1} [\text{RH}]^2 [\text{O}_2]$$

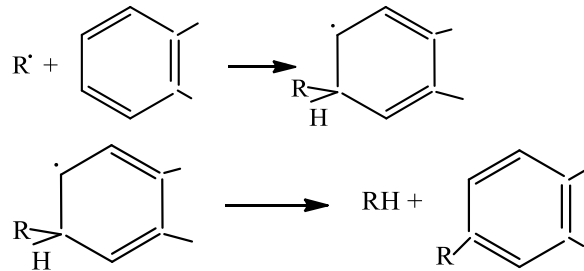
aktivləşmə enerjisi  $E_1 + E_2 - E_{-1} = E_2 - Q_1$  olacaqdır.

2-ci tip reaksiya üzrə karbohidrogenlərdən radikalların əmələ gəlməsi üçün eksperimental olaraq  $80-100 \text{ kCoul}\cdot\text{mol}^{-1}$  aktivləşmə enerjisi tapılmışdır. Aromatik həlqəyə malik strukturlar üçün 2-ci reaksiya üzrə radikalların əmələ gəlməsi 1-ci tip reaksiyada olduğuna nəzərən daha sürətlə gedir.  $\text{R}\cdot$  radikalının hansı tip reaksiya üzrə əmələ gəlməsindən asılı olmayaraq, oksigenin ən zəif C-H əlaqəsindən hidrogeni qoparması hesabına, onlar əmələ gəlir və əmələ gələn  $\text{R}\cdot$  radikalları benzil tipli az aktiv radikallardır. Bitumn alınmasının aşağı temperaturlarında bu radikallar  $\pi$  - əlaqəsində birləşmə reaksiyasına girmə sürəti, parçalanma reaksiyasının sürətindən böyükdür. Aşağıdakı tip reaksiyalar



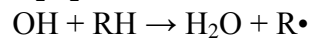
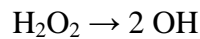
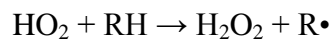


məsələn,



və radikalların rekombinasiyası nəticəsində  $2R\cdot \rightarrow RR$  xammal molekullarının kondensləşməsi baş verir.

Aşağıdakı reaksiyalarda



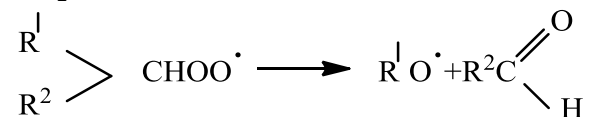
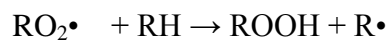
oksigenin su şəklində ayrılması baş verir. Radikala oksigenin birləşməsi

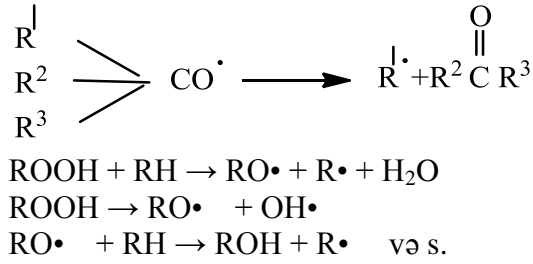


Bitumun alınması prosesi sıfır aktivləşmə enerjisinə malik olsa da, oksigenin qatılığının az olması səbəbindən reaksiya yüksək dərəcədə getmir. Xammalın  $RH$  qatılığı  $10^{21} \text{ mol}\cdot\text{sm}^{-3}$  və havada oksigenin miqdarı  $10^{18} \text{ mol}\cdot\text{sm}^{-3}$  olduğu halda, bitum fazasında o, ən azı üç tərtib azdır və

$$\frac{w_3}{w_5} = \frac{k_3[M]}{k_5[O_2]} \geq \frac{k_3}{k_5} \cdot 10^6$$

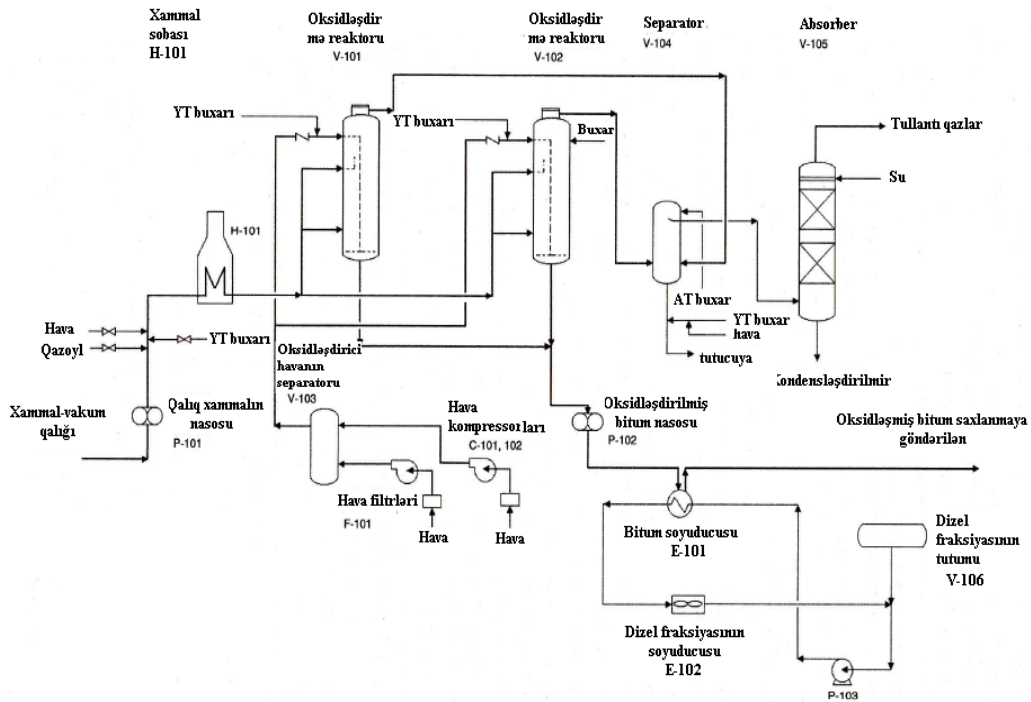
Prosesdə oksidləşmənin üzvi məhsulları və karbon dioksid əmələ gəlir:





## 6.2. Oksidləşmə ilə bitumun alınma prosesi

Buxar köynəyinə malik P-101 nasosu ilə vakuüm qovulması qurğusundan H-101 sobasından keçməklə bitum alınması reaktorlarına (V-101 və V-102) vakuüm qalığı verilir (şəkil 6.2.1).



Şəkil 6.2.1. Oksidləşmə ilə bitumun alınması qurğusu. YT-yüksək təzyiqli; AT-aşağı təzyiqli.

Reaktorda xammalın temperaturu 200-210°C həddində saxlanılır. Reaktora daxili barbataj edicidən keçməklə tənzimlənmiş, müəyyən məsrəflə 0,69MPa təzyiqli sızılmış hava verilir (yüksək təzyiqli buxarla qarışıq halında). Nəticədə reaktorda gedən reaksiyalar öz təbiətlərinə görə ekzotermikdir. Havanın buxar ilə qarışığının məsrəfini tənzimləməklə, təbəqədə temperatur 260-270°C intervalında

saxlanılır. Xammalın 2%-ə qədəri qaz ilə birgə tüstü və buxar şəklində reaktordan çıxır. Tullantı qazları V-104 separatorundan keçir və burada kondensləşən maye ayrılır və maye keyfiyyətsiz məhsul sisteminə, V-104-dən çıxan buxar isə absorberdə (V-105) su ilə yuyulur və oradan məşələ göndərilir.

Əmtəlik oksidləşmiş bitum reaktordan E-101 istilik dəyişdiricidən keçməklə kənarlaşdırılır. İstilik dəyişdiricidə qapalı konturda dövr edən dizel fraksiyası vasitəsi ilə temperaturu 120°C-ə qədər azalır. Dizel fraksiyası, öz növbəsində hava soyuducusunda soyudulur. Temperaturu 120°C olan bitum nasos ilə (P-102) (buxar köynəyinə malikdir) saxlanmağa göndərilir. Oksidləşmiş yol bitumlarının xammala nəzərən çıxımı 98%(kütlə)-yə yaxın, tikinti bitumlarının çıxımı isə 94-96%(kütlə) olur.

## VII. KATALİTİK KREKİŇQ

Katalitik krekinq neft emalı zavodu praktikasında ağır xammalın daha qiymətli benzinə və digər yüngül məhsullara çevrilməsinin ən geniş istifadə olunan prosesidir. Hələ 1991-ci ildə dünyada sutka ərzində katalitik krekinq prosesinə bir milyon tondan artıq xammal cəlb edilirdi.

Əvvəllər krekinq termiki üsul ilə həyata keçirilirdi, amma sonradan bu proses katalitik krekinq üsulu ilə demək olar ki, sıxışdırılıb çıxarılmışdır. Belə ki, katalitik krekinqdə daha çox yüksək oktanlı benzin, ağır neft yanacağı və az miqdarda qaz alınır və katalitik krekinq prosesi zamanı alınan qazlarda termiki krekinqə nəzərən olefinlərin miqdarı daha çoxdur (cədvəl 7.1.) Krekinq zamanı koks əmələ gəlir və o, katalizatorun hissəciklərinin üzərində qalır, onların səthini örtür və sürətlə katalizatorun aktivliyini azaldır. Katalizatorun aktivliyini səmərəli səviyyədə saxlamaq üçün koksü qaynar hava ilə yandırmaqla katalizatoru regenerasiya etmək olar. Nəticədə katalizator fasiləsiz olaraq reaktordan regeneratara və oradan geriyyə hərəkət edir. Krekinq reaksiyası endotermik, regenerasiya reaksiyası ekzotermikdir.

**Cədvəl 7.1. Eyni xammalı emal edən termiki və katalitik krekinq proseslərinin məhsullarının çıxımının müqayisəli strukturu**

Məhsullar	Termiki krekinq		Katalitik krekinq	
	% kütlə	% həcm	% kütlə	% həcm
Xammal	100,0	100,0	100,0	100,0
Yüngül qazlar	6,6		4,3	
Propan	2,1	3,7	1,3	2,2
Propilen	1,0	1,8	6,8	10,9
Izobutan	0,8	1,3	2,6	4,0
Normal butan	1,9	2,9	0,9	1,4
Butilen	1,8	2,6	6,5	10,4
Benzin C <sub>5+</sub>	26,9	32,1	48,9	59,0
Yüngül qazoyl	1,9	1,9	15,7	15,0
Dekantat			8,0	7,0
Qalıq	57,0	50,2		
Koks			5,0	
Cəmi	100,0	96,5	100,0	109,9

Bəzi qurğularda regenerasiya istiliyi krekinq reaksiyasının istiliyyə tələbatını təmin etmək üçün və xammal reaksiya temperaturuna qədər qızdırmaq üçün istifadə olunur. Belə qurğular termiki balanslaşdırılmış adlandırılır.

Daxil olan xammalın temperaturu 500-800°F (260-425°C) olduqda lift reaktorlarda orta temperatur 900-1050°F (480-566°C) olur. Katalizator regeneratordan 1200-1500°F (650-815°C) temperaturda çıxır.

Müasir katalitik krekinq qurğularını katalizatorun hərəkət edən layına malik

və katalizatorun psevdosıxılmış layına malik qurğulara ayırmaq olar. Hər bir sinfə aid qurğuların bir neçə konstruktiv növləri mövcuddur, amma onların iş prinsipləri olduqca oxşardır. Hərəkət edən təbəqəli proseslər sinfinin nümayəndəsi termofor katalitik krekinq (TKK) prosesidir. Psevdosıxılmış laylı proseslər sinfinin nümayəndəsi katalizatorun psevdosıxılmış layında katalitik krekinq prosesidir (FKK). Hazırda TKK-nın fəaliyyətdə olan qurğuları olduqca azdır, FKK qurğuları onları əvəz etmişdir. FKK prosesləri krekinq reaksiyalarının əsas hissəsinin harda həyata keçirilməsindən asılı olaraq aşağıdakı tiplərə ayrılır: ümumi qaynar layda krekinq və nəqliyyat xəttində və ya lift-reaktorda (rayzerdə) krekinq. Bu gün demək olar ki, FKK qurğularının hamısı lift-reaktor sxemi ilə işə salınmışdır.

Hər iki tip proseslərin texnoloji sxemləri oxşardır. Qaynar xammal lift-reaktorda və ya ümumi qaynar lay reaktorunda katalizator ilə əlaqələndirilir. Krekinq reaksiyalarının gedişində katalizator hissəcikləri səthində koksun artması hesabına katalizator tədricən aktivliyini itirir. Katalizator və karbohidrogenlər (reaksiya məhsullarının qarışığı) qarışığı mexaniki üsul ilə hazırlanır. Su buxarı ilə desorbsiya nəticəsində katalizator tutduğu məhsullardan azad olur, bundan sonra katalizator regeneratorda daxil olur. Reaksiyanın qaz halında məhsulları reaktorun yuxarisından kənarlaşdırılır və fraksiyalaşdırma kalonuna verilir və tələb olunan qaynama intervalına malik fraksiyalara ayrılır.

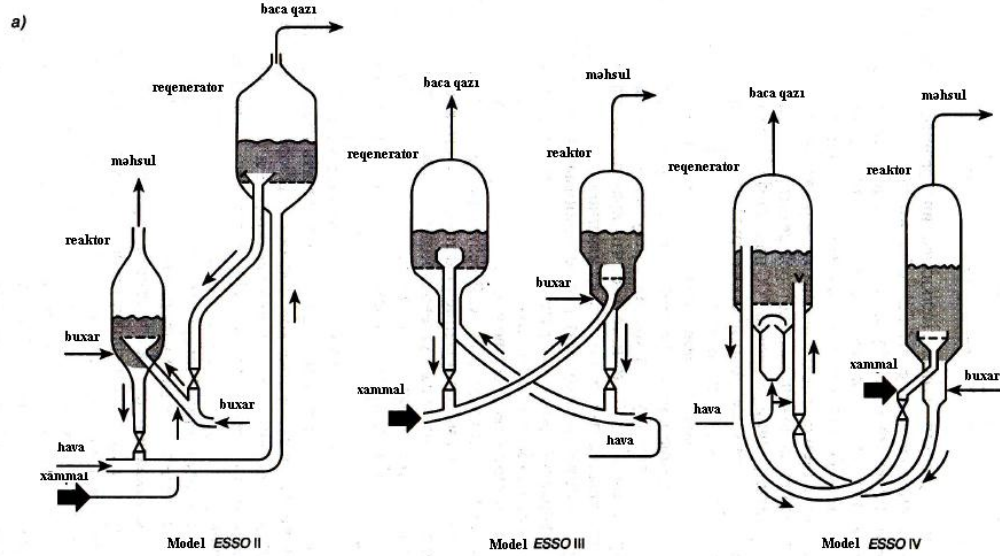
İşlənmiş katalizator regeneratorda daxil olur, orada koks hava oksigeni ilə yandırılır və katalizator regenerasiya olunur. Katalizatorun həddən artıq qızması hesabına aktivliyinin azalmasının qarşısını almaq və koksun tələb olunan dərəcədə yandırılmasını təmin etmək üçün regeneratorda temperatura ciddi nəzarət olunur. Bunun üçün regeneratorda hava vermə sürəti elə tənzimlənir ki, tüstü qazı da (regenerasiya qazında)  $CO_2/CO$  nisbəti arzu olunan səviyyədə qalsın və ya regeneratorda tələb olunan temperatur əldə olunsun. Qaz və məhsulların buxarları katalizatorundan siklon separatorlarda və elektrik filtrində ayrılır. Bəzi qurğularda regeneratordan qaytarılmazdan öncə katalizator buxar ilə işlənir ki, adsorbsiya olunmuş oksigen kənarlaşdırılsın.

### **7.1 Psevdosıxılmış layda katalitik krekinq**

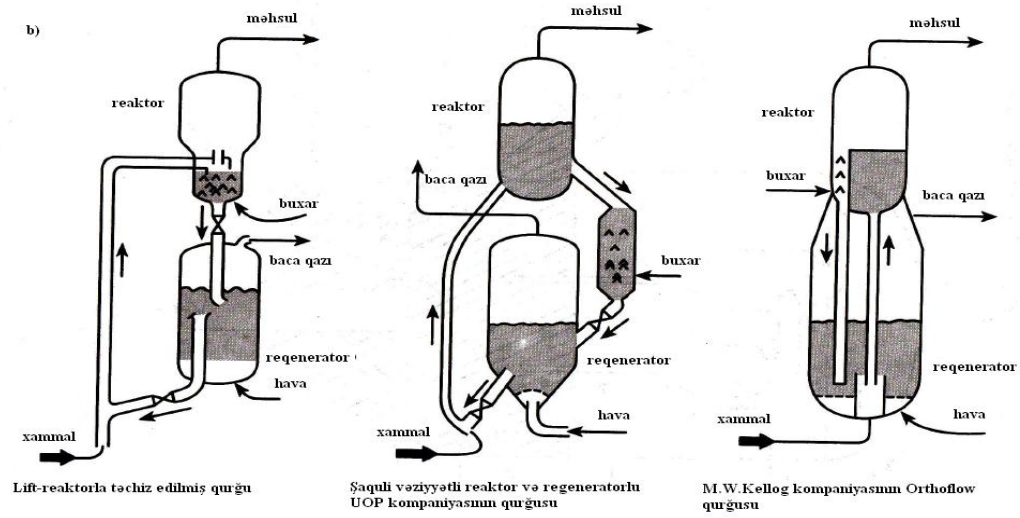
FKK katalizatoru olduqca xırda hissəciklərdən (orta ölçüləri 70 mikrona yaxın) ibarətdir və buxar ilə aerasiya zamanı özünü maye kimi aparır. Aerasiya olunmuş katalizator fasiləsiz olaraq reaksiya və regenerasiya zonaları arasında dövr edir, eyni zamanda o, daşıyıcı rolunu oynayır, regeneratordan istiliyini xammala və reaktora verir. Bu gün FKK qurğularının iki əsas konstruktiv sxemi mövcuddur: ayrı-ayrı aparatların – reaktorun və regeneratordan paralel yerləşdiyi sxem; reaktorun və regeneratordan vertikal yerləşdiyi sxem (reaktor regeneratordan üzərində qurulmuşdur).



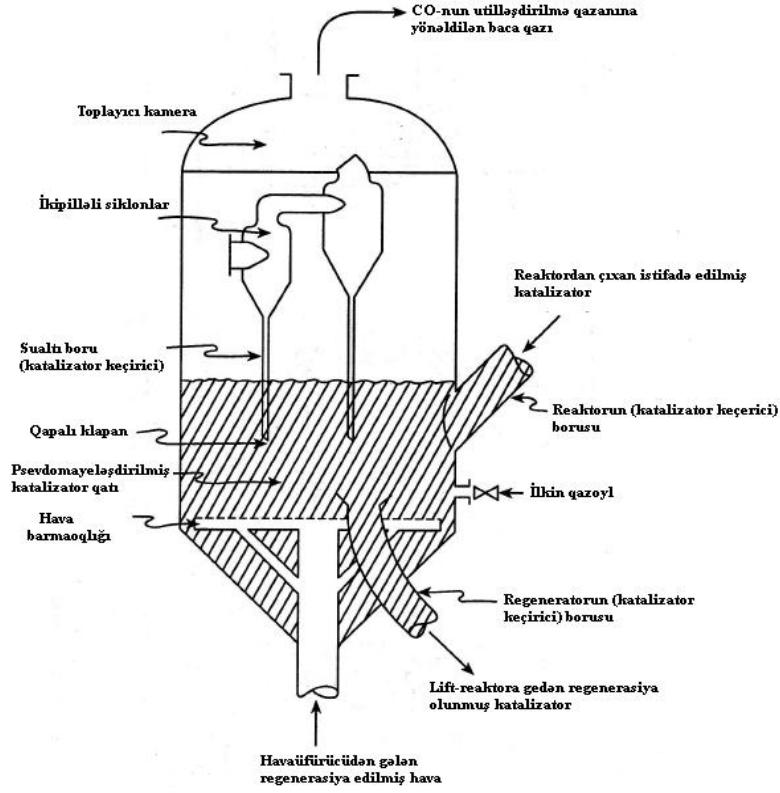
FKK qurğularının tipik konstruksiyaları şəkil 7.1.1.-7.1.8.-də verilir.



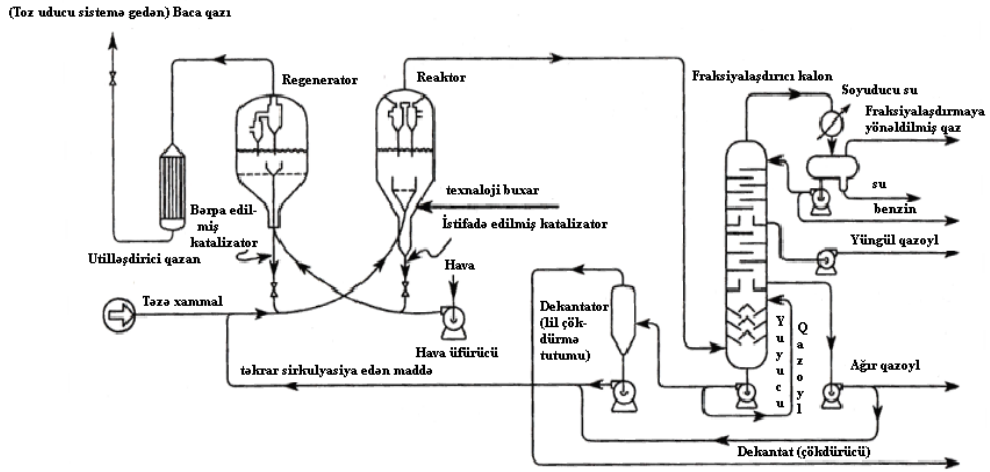
Şəkil 7.1.1. a. Köhnə konstruksiyalı FKK qurğusu



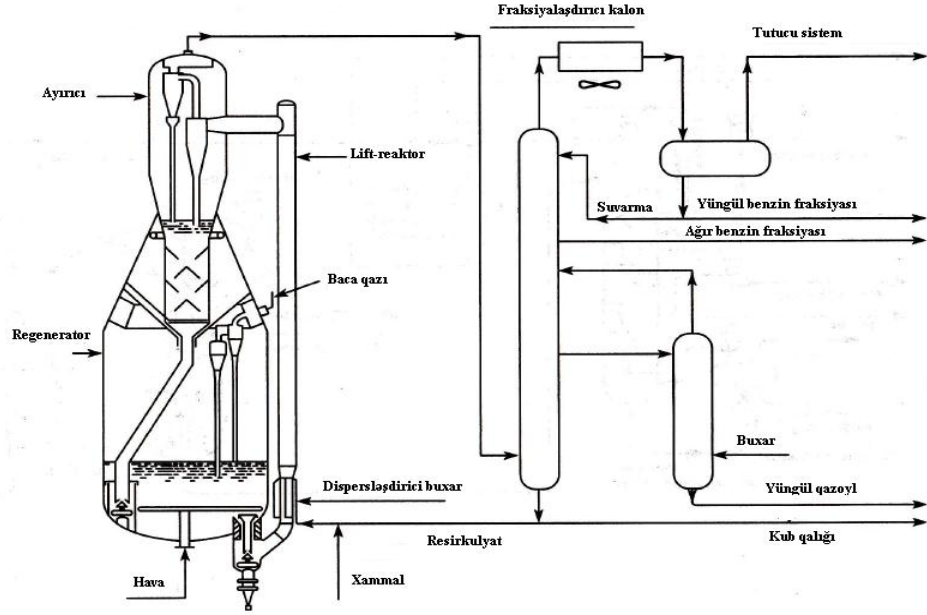
Şəkil 7.1.1. b. Köhnə konstruksiyalı FCC qurğusu



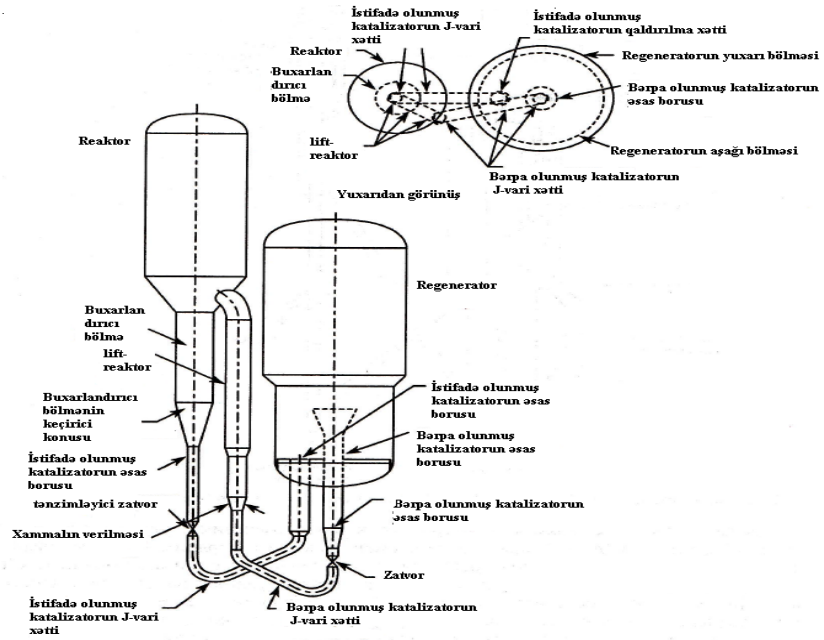
Şəkil 7.1.2. FKK qurğusunun regeneratörü



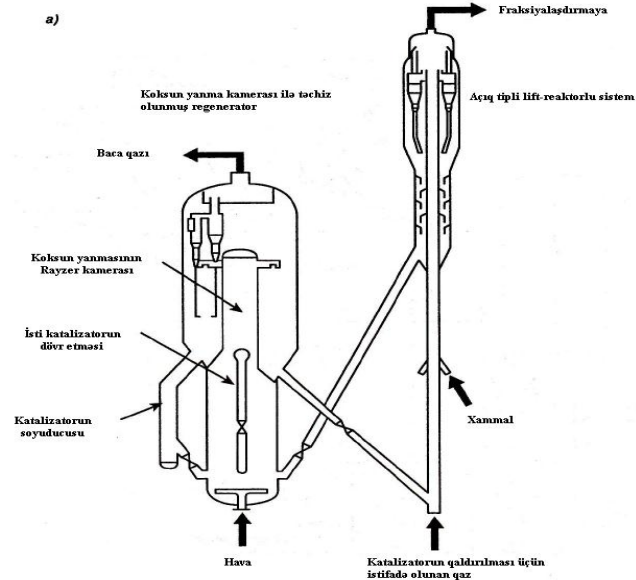
Şəkil 7.1.3. III Model FKK qurğusu



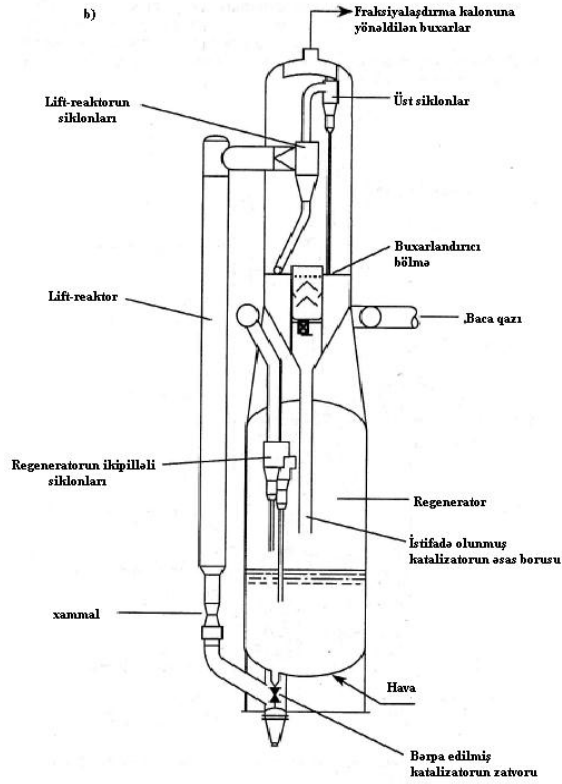
Şəkil 7.1.4. M.W. Kellogg şirkətinin konstruksiyası olan FKK qurğusu



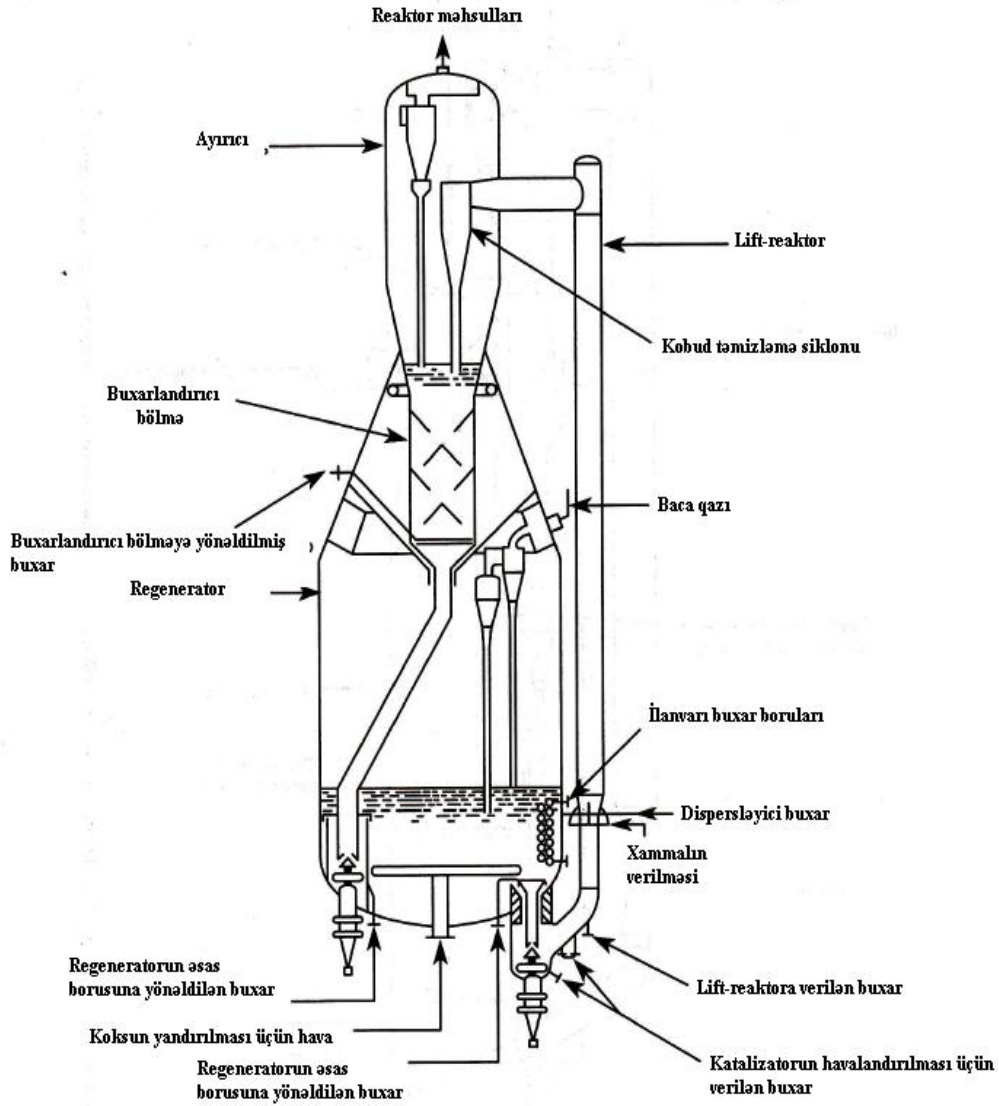
Şəkil 7.1.5. Exxon Flexicracking III R FKK qurğusu



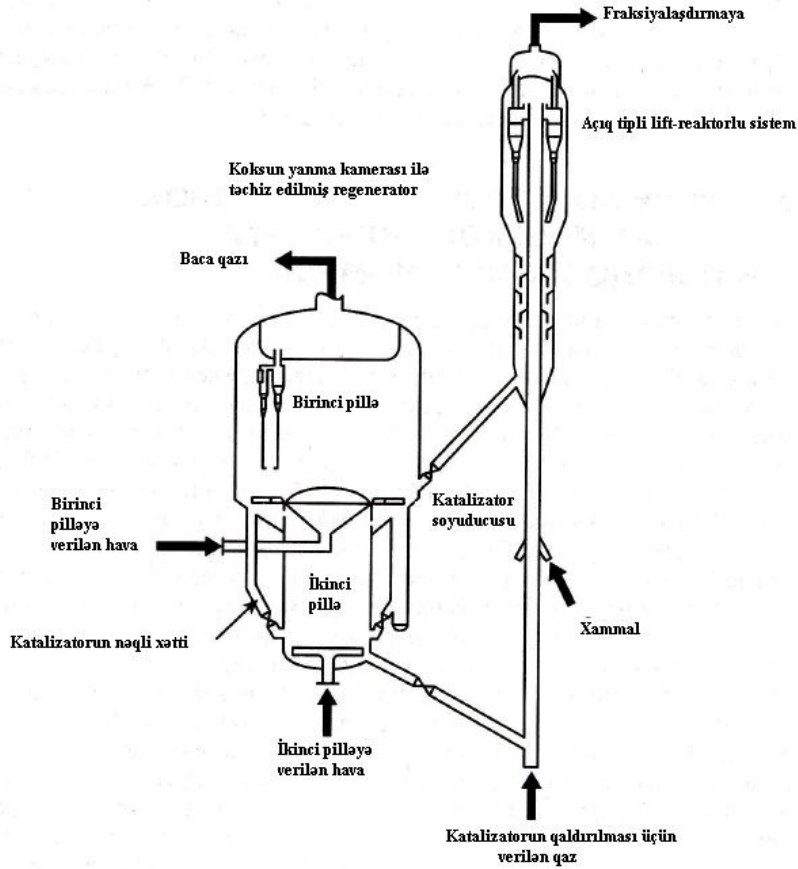
Şəkil 7.1.6. a. UOP şirkətinin FKK qurğusu



Şəkil 7.1.6. b. M.W. Kellogg şirkətinin lift reaktorlu FKK qurğusu



Şəkil 7.1.7. Psevdosıxılmış layda qalıqların katalitik krekinq qurğusu (M.W. Kellogg şirkətinin konstruksiyası)



**Şəkil 7.1.8. Psevdosıxılmış layda neftin atmosfer qovulması qalığının katalitik krekinq qurğusu (UOP şirkətinin konstruksiyası)**

Qeyd edək ki, katalitik krekinq prosesi ABŞ-da ən geniş yayılmışdır və 1999-cu ildə həmin ölkədə ilkin neft emalının 34,2%-i həcmində katalitik krekinq prosesi aparılırdı. Hətta bəzi NEZ-da bu həcm 50%-ə çatırdı.

Hələ 1919-1920-ci illərdə akademik N.D.Zelinski neft xammalının alüminium xlorid iştirakı ilə aşağı temperaturda ( $\approx 200^{\circ}\text{C}$ ) katalitik krekinqinin aparılmasını təklif etmişdi. Bu işlərin əsasında benzinin alınması üçün sınaq qurğusu yaradıldı və təcrübələr keçirildi. Lakin katalizator kimi alüminium xloridin bir sıra əsaslı çatışmamazlıqları (aparatların güclü korroziyası, karbohidrogenlərlə kompleks birləşmələr əmələ gətirməsi hesabına katalizatorun yüksək məsrəfi, prosesin dövriliyi və s.) səbəbindən, bu ideya sənayedə tətbiqini tapmadı.

Kerosin-qazoyl fraksiyasının katalitik krekinqi üzrə ilk sənaye qurğusu 1936-cı ildə ABŞ-da işə salınmışdı. Bu proses təbii gildən olan stasionar katalizator layına malik, dövrü regenerasiya olunan proses idi. 1940-cı ildə təbii

gil daha aktiv dənəvərləşdirilmiş alümoslikat katalizatoru ilə əvəz olundu (Qudri qurğusu). 1942-ci ildə sənaye katalitik krekinq qurğusu fasiləsiz sxemə keçirildi və burada kürəşəkili katalizatorlardan istifadə olundu. Katalizator reaktor və regeneratordan arasında dövr edirdi (qərb ölkələrində termofor, qudriflou, qudrezyd, keçmiş SSRİ-də 1946-cı ildən 43-1, 43-102 tipli qurğular). Sonrakı illərdə mikrosferik katalizatorun qaynar (psevdosıxılmış) layına malik daha təkmil qurğular geniş sənaye tətbiqi tapdı (qərb ölkələrində I, II, III və IV model flyuid, A, B və C modelli Ortoflou qurğuları, keçmiş SSRİ-də 1-B, 43-103, 43-104 və QK-3 tipli qurğular).

Katalitik krekinq qurğularının sonrakı təkmilləşdirilməsi və intensivləşdirilməsində həlledici rolu 1962-ci ildə seolit tərkibli alümoslikat katalizatorların (katalizator daha yüksək aktivliyə, selektivliyə və termiki stabilliyə malikdir və bu katalizator benzinin çıxımını artırmağa imkan verir) və birbaşa axınlı – mikrosferik katalizatorun yüksələn axınlı reaktoruna (lift-reaktor) malik yüksək intensivlikli katalitik krekinqin işlənilməsi və hazırlanması və tətbiqi (1971-ci ildə) (keçmiş SSRİ-də Q-43-107 və KT-1, digər ölkələrdə UOP, P-2-P, Eyç-Oy-Si və s.) oynadı.

Qeyd etmək lazımdır ki, katalitik krekinq sahəsində dünya şöhrətli alimlərdən biri də Musa Rüstəmovdur. Hələ 1961-ci ildə o, “Xırda dispers materialların “yarımaxın” xətti tətbiq olunmaqla kontakt-katalitik heterogen proseslərin aparılması üçün yeni yüksək səmərəli sistemlərin işlənilməsi” adlı namizədlik dissertasiyası müdafiə etmişdir. 1967-ci ildən Neft Kimya Prosesləri institutunun “Kalitik krekinq və piroliz” laboratoriyasına rəhbərlik edən akademik Musa Rüstəmov xırda dispers katalizatorlu sistemlərin hidrodinamikası və istilik xassələri sahəsində geniş miqyaslı tədqiqatlar aparırdı. Bu işlər müxtəlif konstruksiyalı aparatlarda ümumi və bölmələşdirilmiş “qaynar lay” adlandırılan sistemlərin nəzəri qiymətləndirilməsi metodunun işlənilməsi və hazırlanması, xırda dispers katalizatorun və kontaktın yüksələn bir başqa axın və yarımaxın xətti sistemlərinin elmi əsaslarının yaradılması üçün əsas olmuşdu. Bu tədqiqatlar, həmçinin “qaynar lay” və yüksələn axınlı xırda dispers hissəciklər sisteminin ümumi qanunauyğunluqlarını əsaslandırmağa və onların səmərəliliyini qiymətləndirmək üçün vahid kriteriyanın tapılmasına kömək etmişdir.

1968-ci ildə M.İ.Rüstəmov “Yarımaxın xətti reaktorlarda neft xammallarının katalitik krekinq proseslərinin texnologiyasının tədqiqi və işlənilməsi” adlı doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmişdir.

1982-ci ildə M.İ.Rüstəmov “Xırda dispers alümoslikat katalizatorunun birbaşa axın və yarımaxın xətti, yüksək səmərəliliyə malik reaktorlar tətbiq olunmaqla neft xammallarının ikipilləli katalitik krekinq prosesinin işlənilməsi və sənayedə tətbiqi” adlı işinə görə Azərbaycan SSRİ-nin Dövlət mükafatına layiq görülmüşdür.

Qeyd edək ki, M.İ.Rüstəmovun işləri və Qrozmı Elmi Tədqiqat İnstitutu və



Ümmittifaq Elmi Tədqiqat Neft Emalı İnstitutunun birgə əməkdaşlığı sayəsində daha yüksək məhsuldarlıqlı, az metal tutumlu, patent ilə mühafizə olunan Г-43-107 katalitik krekinq kompleksi yarandı. Bu kompleks kombinə olunmuş qurğu olub, ona vakuum qazoylunun hidrotəmizlənməsi, şaquli lift-reaktorda katalitik krekinq, qazfraksiyalaşdırma bölmələri daxildir. Hazırda Г-43-107 qurğusu Moskva, Mojekeyay, Burqas, Ufa, Pavlodar, Anqarsk, Zisiçansk və Heydər Əliyev adına Neft Emalı Zavodunda istifadə olunur. Prosesin texniki işləmələrindən biri lisenziya ilə xaricə satılıb. Avropa ekspertlərinin fikrincə həmin qurğular xarici analoqlar səviyyəsindədir.

Köhnə konstruksiyalı qurğular modernləşdirilir ki, lift-reaktorda krekinqin dərinliyi artsın və reaktorun idarə olunması asanlaşsın.

Təzə xammal və resirkulyat istilikdəyişdiricilərdə və ya sobada qızdırılır və lift-reaktorun aşağı hissəsinə (özülünə) verilir və burada qaynar, regenerasiya olunmuş katalizator ilə qarışdırılır. Xammal katalizatorun temperaturu hesabına reaksiyanın nəzərdə tutulmuş temperaturuna qədər qızır. Katalizatorun və karbohidrogenlərin buxarları lift-reaktor boyu qalxır və separatora daxil olur. Krekinq reaksiyası xammalın qaynar katalizator ilə lift-reaktorda kontaktı ilə başlayır və reaktor-separatora karbohidrogenlərin buxarları və katalizator ayrılana qədər davam edir. Sonra karbohidrogen buxarları fraksiyalaşdırma kalonuna daxil olur və burada maye və qaz məhsullara ayrılır.

**Reaktordan çıxan** işlənmiş katalizator hissəciklərinin daxili və xarici səthinə adsorbsiya olunmuş karbohidrogenlər, həmçinin krekinq zamanı əmələ gələn koks çökür. Katalizator regeneratorda daxil olana qədər, ondan karbohidrogenlərin bir hissəsi buxarlandırılır, regeneratorda isə katalizator hissəciklərinin səthindəki koks yandırılır (qaynar hava ilə). Havanın verilmə sürəti dəyişdirilməklə regeneratorda temperatur və koksun yandırılma dərəcəsi tənzimlənir. Koksun yandırılması zamanı katalizatorun temperaturu 1150-1550°F (620-845°C-ə) qədər qalxır. Bu istiliyin çox hissəsini katalizator lift-reaktorda xammala verir. Regenerasiya olunmuş katalizatorunda, koksun yanma reaksiyasının tamlığından asılı olaraq (CO<sub>2</sub>-yə qədər) 0,01-dən 0,4%(kütlə)-yə qədər qalıq koks olur.

Regenerator koksun CO və CO<sub>2</sub> qarışığına qədər və ya CO<sub>2</sub>-yə qədər tam yanmasına hesablanı bilər. Köhnə konstruksiyalı qurğularda koks karbon monooksidə qədər yandırılır ki, hava üfürülməsinə kapital və istismar məsrəfləri minimum olsun. Çünki koksun CO-ya qədər yandırılması üçün CO<sub>2</sub>-yə qədər yandırılmağa lazım olandan az hava lazımdır. Daha yeni konstruksiyalı qurğularda koks CO<sub>2</sub>-yə qədər yandırılır, çünki bu halda regenerasiya olunmuş katalizatorunda koksun qalıq miqdarı minimuma enir. Nəticədə lift-reaktora qayıdan katalizator böyük aktivliyə və seçiciliyə malik olur.

## 7.2 Katalitik krekinqin xammalı

Bir çox onilliklər ərzində katalitik krekinqin xammalı kimi əhəmiyyətli olaraq geniş fraksiya tərkibli (350-500°C) vakuum distilatından istifadə olunurdu. Bir sıra hallarda krekinq xammalına termostruktiv proseslərin, hidrokrekinqin, qazoyl fraksiyaları, mazut və qudrunun asfalsızlaşdırma proseslərinin rafinatları, yağ istehsalının yarımməhsulları cəlb olunur.

Son illərdə dünya neft emalında fasiləsiz olaraq xammalın ağırlaşma tendensiyası (meyli) müşahidə olunur. Müasir xarici qurğularda qaynama temperaturu 540-620° C olan dərin vakum qazoylunun emalına keçmişlər. Xüsusi layihələndirilmiş qurğularda qalıq xammallar – mazut və hətta qudronlar və ya onların distillat xammalı ilə qarışıqları birbaşa və ya ilkin olaraq asfalsızlaşdırma, hidrotəmizləmə ilə zənginləşdirmə və ya metallsızlaşdırmadan sonra katalitik krekinqə məruz qalır.

Xammalın keyfiyyətini xarakterizə edən göstəricilərin ümumi toplusunun katalitik krekinq prosesinə təsir dərəcəsinə görə aşağıdakı 3 qrupa bölmək olar:

1. Krekinq məhsullarının çıxımına (material balansına) və keyfiyyətinə təsir edən göstəricilər: **Fraksiya və qrup kimyəvi tərkibi və heteroatomlu birləşmələrin miqdarı;**

2. Katalizatorun dönər passivləşməsinə təsir edən göstəricilər: **sıxlıq, kokslaşma və turş qatranların miqdarı;**

3. Katalizatorun dönməz passivləşməsinə təsir edən göstəricilər: **metalların, xüsusən də vanadium və nikelin miqdarı.**

Fraksiya tərkibinə görə prosesin xammalına aşağıdakı tələblər qoyulur:

- Benzin – liqroin fraksiyasının praktiki olaraq olmaması, çünki krekinq şəraitində onlar çevrilməyə az məruz qalır, eyni zamanda reaksiya aparatını parsial təzyiqlə yükləyir və benzinin oktan ədədinə mənfi təsir göstərir;

- 350°C-yə qədər qaynayan fraksiyanın miqdarına məhdudiyət (10%-ə qədər ola bilər);

- Məhdud son qaynama temperaturu (500-620°C); bu məhdudiyət ona görə qoyulur ki, daha yüksək temperaturda qaynayan fraksiyalarda koksagen komponentlərinin (qatranlar və asfaltenlər), heteroatomlu birləşmələrin və metalların miqdarı daha çox olur.

Xammalın qrup kimyəvi tərkibi krekinq məhsullarının çıxımı və keyfiyyətinə daha çox təsir edir. İstifadə olunan ilkin neftin tərkibindən asılı olaraq katalitik krekinqə cəlb olunan əksər vakum qazoyllarında qrup komponentlərin miqdarı geniş intervalda dəyişir: parafinlər - 15-35%, naftenlər - 20-40% və aromatlər - 15-60%.

Tərkibində parafin və naften karbohidrogenlərin miqdarı çox olan xammal katalitik krekinq üçün daha əlverişlidir. Xammalın polisiklik aromatik karbohidrogenləri və qatranlar, az benzin və ağır fraksiyalar daha çox koks əmələ

gətirir. Kimyəvi tərkibcə eyni tipli xammalın kükürlü və oksigenli birləşmələri katalitik krekinqin material balansına əsaslı təsir göstərmir, amma məhsulların keyfiyyətini pisləşdirir. Lakin göstərmək lazımdır ki, xammalda heteroatomlu birləşmələrin miqdarının artması ilə, bir qayda olaraq, onlarda polisiklik karbohidrogenlərin və qatranların da miqdarı artır.

Katalizatoru passivləşdirən komponentlərə polisiklik aromatik karbohidrogenlər, qatranlar və xammalın azotlu birləşmələri aiddir. Xammalın dönər passivləşdirici xassəsi haqqında dolayı olaraq, sıxlığa görə, miqdarı olaraq Konradsona görə, koklaşmaya əsasən qiymətləndirilə bilər. Bir qayda olaraq, xammalın koklaşması nə qədər yüksək olursa, katalizator üzərində koksun miqdarı da bir o qədər artıq olur.

Adətən katalitik krekinq qurğularında koklaşması 0,3-0,5%(kütlə)-dən çox olmayan tipik xammaldan (350-500°C-də qaynayan qazoyl) istifadə olunur. Əgər regeneratör yandırılan koksun kütləsinə görə güc ehtiyatına malikdirsə, onda koklaşması 2-3%(kütlə)-yə qədər olan xammaldan istifadə oluna bilər. Qalıq xammalın krekinqi üçün nəzərdə tutulmuş və regeneratordan istiliyi kənarlaşdırma sistemində malik xüsusi qurğularda istifadə üçün koklaşması 5%(kütlə)-yə qədər olan xammal da yararlıdır.

Alümoslikat katalizatorların dönər zəhəri azotlu əsaslardır: onlar turş aktiv mərkəzlərdə möhkəm adsorbsiya olunur və bu mərkəzləri təcrid edir. Eyni əsaslı xassəyə malik azotlu birləşmələrdə daha böyük molekul kütləyə malik olanlar, katalizatora daha böyük passivləşdirici təsir göstərir. Koks yandırıldıqda, azotlu əsaslarla zəhərlənmiş katalizatorun aktivliyi tam bərpa olunur. Seolit tipli katalizatorlar molekulyar ələk xassəsinə malik olduqlarından, amorf alümoslikatlara nəzərən azot ilə xeyli dərəcədə az zəhərlənir.

Neftin, əsasən yüksəkdə qaynayan fraksiyalarında, xüsusən də qalıq neft fraksiyalarında olan metal-üzvi birləşmələr krekinq xammalının katalizatoru üçün dönməz passivləşdirici komponentlərdir. Katalizatorun aktiv mərkəzlərini təcrid edərək (bloklaşdıraraq), onlar təkcə aktivliyə deyil, həm də selektivliyə təsir göstərir. Belə ki, məlum olduğu kimi, dehidrogenləşdirici metallar olan nikel və vanadiumun miqdarının artması nəticəsində krekinq məhsullarında intensiv olaraq hidrogen və quru qazların çıxımı intensiv olaraq artır, benzinin çıxımı isə əsaslı dərəcədə azalır.

Metalların tutulması və ya zəhərləyici təsirinin passivləşdirilməsi üçün xüsusi üsulların nəzərdə tutulmadığı katalitik krekinq qurğularında istifadə olunan xammalda metalların miqdarı 2 q/t-dan çox olmamalıdır.

Koklaşması 10% (kütlə)-dən çox və metalların miqdarı 10-30 q/t olan xammalı emal etmək üçün, onun öncədən mütləq hazırlanması həyata keçirilməlidir. Katalitik krekinq xammalının hazırlanması (zənginləşdirilməsi) ona görə həyata keçirilir ki, xammalda metalların və koksogen komponentlərin miqdarı o dərəcəyə qədər azaldılsın ki, xammalın katalitik krekinqi daha iqtisadi

səmərəli olsun, başqa sözlə, proses regeneratörün böyük olmayan ölçülərində və bahalı katalizatorların az sərfi ilə aparılsın. Katalitik krekinq xammalının zənginləşdirilməsində hazırda vakuum qazoylunun və tərkibində məhdud miqdarda metalların olduğu daha ağır xammalların katalitik hidrotəmizlənməsi prosesindən daha geniş istifadə olunur.

Katalitik krekinq xammalına nisbətən koklaşma xammalına daha yumşaq tələblər qoyulur, çünki bu proseslərdə koks əmələgəlmənin sürəti müqayisə olunan deyil, bununla yanaşı, metalların miqdarına görə hər iki prosesin xammallarına eyni məhdudiyyət qoyulur. Çünki xammaldakı metallar, eyni olaraq katalizatorun həm metallik, həm də turşu mərkəzlərini dönməz olaraq passivləşdirir.

Xammalının öncədən hidrotəmizlənməsi ilə katalitik krekinqin kombinə olunmuş variantının həyata keçirilməsinin aşağıdakı üstünlükləri qeyd edilməlidir:

- Katalitik krekinqin bütün maye məhsullarında kükürlü və azotlu birləşmələrin və regenerasiya qazlarında kükürd oksidlərinin miqdarı əsaslı dərəcədə azalır. Nəticədə onların zənginləşdirilməsinə ehtiyac qalmır və atmosfərə atılan zərərli qazların miqdarı azalır;

- Hidrotəmizlənmə zamanı xammalın polisiklik aromatik karbohidrogenləri və qatranlar qismən hidrokrekinqə məruz qalır və nəticədə həlqələrin sayı az olan alkilaromatik karbohidrogenlər əmələ gəlir və katalitik krekinq prosesində koksəmələgəlmə azalır;

- Hidrotəmizlənmiş xammalda metalların miqdarı əsaslı dərəcədə azalır ki, bu da katalitik krekinq katalizatorunun məsrəfini azaldır;

- Hidrotəmizlənmiş xammalın katalitik krekinqi zamanı məqsədli məhsulların (daha keyfiyyətli) çıxımı artır, qazoyllarının və koksun çıxımı azalır.

Kombinə olunmuş emal prosesinin qüsurlarına kapital və istismar məsrəflərinin artmasını və çox az miqdarda metala malik xammal ehtiyatlarının məhdud olmasını aid etmək olar.

Katalitik krekinqə xammalın qeyri-katalitik hazırlanması prosesi, metalların miqdarına belə məhdudiyyət qoymur və odur ki, qalıq növ xammalların cəlb olunması hesabına xammal ehtiyatını xeyli genişləndirməyə imkan yaradır, amma artıq kapital və istismar xərcləri ilə xarakterizə olunur. Məsrəflərin artması, onların müasir neft emalında geniş tətbiqinə mane olur.

Qalıq növ xammalların qeyri-katalitik hazırlanması üsullarından neft emalında sənaye miqyasında istifadə olunanlar: asfaltsızlaşmanın solvent və termoadsorbsiya prosesləridir.

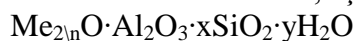
### **7.3 Krekinq katalizatorları**

Hərəkət edən və ya psevdosıxılmış katalizator layına malik aparatlarda

intensiv kütlə və istilik mübadiləsi rejimində, yüksək temperaturda (500-800°C) həyata keçirilən müasir iritonajlı katalitik krekinq proseslərinin katalizatorları təkcə yüksək aktivliyə, selektivliyə və termiki stabilliyə malik olmamalı, eyni zamanda regenerasiya, mexaniki və bəzi digər istismar xassələrinə verilən yüksək tələblərə cavab verməlidirlər. Sənaye krekinq katalizatorları, bu səbəbdən mürəkkəb çoxkomponentli sistemdir və aşağıdakılardan ibarətdir: 1) matrisa (daşıyıcı); 2) aktiv komponent – seolit; 3) yardımcı aktiv və qeyri-aktiv əlavələr.

1. Katalitik krekinq katalizatorunun daşıyıcısı səthin daşıyıcısı funksiyasını yerinə yetirir ki, onun üzərinə aktiv komponent – seolit və yardımcı əlavələr dispers-ləşir. Müasir katalitik krekinq katalizatorların daşıyıcı material kimi, əsasən amorf, yüksək xüsusi səthə malik, optimal məsələli sintetik alümosilikatlardır. Amorf alümosilikatlar seolit saxlayan katalizatorlar sintez olunana qədər, krekinqin əsas sənaye katalizatoru idi. Seolit katalizatorlar alüminium oksid və silisium oksidə malik məhsulların qarşılıqlı təsirindən alınır, məsələn maye şüşə  $\text{Na}_2\text{O}\cdot 3\text{SiO}_2$  və alüminium sulfat  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . Amorf alümosilikatın kimyəvi tərkibi  $\text{Na}_2\text{O}\cdot(\text{Al}_2\text{O}_3\cdot x\text{SiO}_2)$  formulu ilə ifadə oluna bilər.  $x$  - silisium dioksidin 1 mol  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ə düşən mollarının sayıdır. Adətən sənaye amorf alümosilikatlarında alüminium oksidinin miqdarı 6-30% (kütlə) həddində olur. Amorf alümosilikatlar ion mübadilətmə xassəsinə malikdirlər və onlara katalitik aktivlik verilməsi üçün alüminium sulfat məhlulu ilə işlənir ki,  $\text{Na}^+$  ionları  $\text{Al}^{3+}$  ionları ilə əvəz olunsun. Qurudulmuş və közərdilmiş amorf alümosilikatlar proton və aproton turşuluğuna malik olurlar. Közərtmə temperaturu artdıqca proton turşu mərkəzləri aproton turşu mərkəzlərinə çevrilir

2. Katalitik krekinqin aktiv komponenti seolittir. Bu seolitlər xammalın karbohidrogenlərinin ikinci katalitik çevrilmələrinin həyata keçirir və son məqsədli məhsullar əmələ gəlir. Seolitlər (**yunanca seo - qaynayan, litos – daş**) üçölçülü kristallik alümosilikatlar olub, aşağıdakı ümumi formula malikdir:



$n$  - Me kationunun valentliyi;

$x$  - silisium və alüminium oksidlərinin mol nisbətləri;

$y$  - su mollarının sayı.

Hazırda təbii və sintetik seolitlərin çoxlu sayda (bir neçə onlarla) növləri var. Bu seolitlər bir-birindən strukturu, metal kationlarının tipləri, silikat modulları və kristallaşma suyunun molekullarının sayı ilə fərqlənirlər. Seolitlərin strukturları çoxlu sayda boşluqların olması ilə xarakterizə olunur. Bu boşluqlar bir-biri ilə pəncərələrlə və ya mikrokanallarla birləşirlər. Adətən boşluq kanalları pəncərəyə nəzərən böyük diametrə malik olur. Məsələn, şabazit tipli seolitlərdə diametri 11,4 Å olan  $3\cdot 10^{20}$  boşluq var ki, hər bir boşluğa 24 su molekulu yerləşə bilər. Şabazitin pəncərəsinin diametri isə 4,9 Å -dir. Seoliti qızdırdıqda su kənarlaşır və nüvəli struktur əmələ gəlir. Seolitlərin xüsusi səthi  $700-1000\text{m}^2/\text{q}$  olur. Susuzlaşdırılmış seolitlər kanalların ölçülərindən asılı olaraq seçiciliyə malikdir,

müxtəlif maddələrin molekullarını adsorbsiya edə bilər. Aydındır ki, adsorbsiya olunan maddənin diametri, kanalın diametrindən böyükdürsə, onda həmin maddə seolitə daxili məsamələrinə keçə bilmir (ələk effekti). Belə ki, kanalın (pəncərənin) diametri  $4A^\circ$  olan seolit molekullarının diametri  $\approx 4,9A^\circ$  olan normal quruluşlu karbohidrogenləri adsorbsiya edə bilmir.

Adətən sintetik seolitə struktur tipləri latın alfavitinin hərfləri ilə (A,X,Y,.....L və s.) işarə olunur. Hərfin qarşısında metal kationunun kimyəvi işarəsi yazılır. Məsələn, CaX kalsiumun mübadilə formulu X seolitini ifadə edir. Silikat modulunun (x) qiymətindən asılı olaraq seolitlər aşağıdakı struktur tiplərinə ayrılırlar:

X	Seolitə tipi
1,8-2,0	Seolit A
2,3-3,0	Seolit X
3,0-6,0	Seolit Y
6,0-7,0	Erionit (Seolit T)
8,3-10,7	Mordenit
10,0-35,0	Seolit L

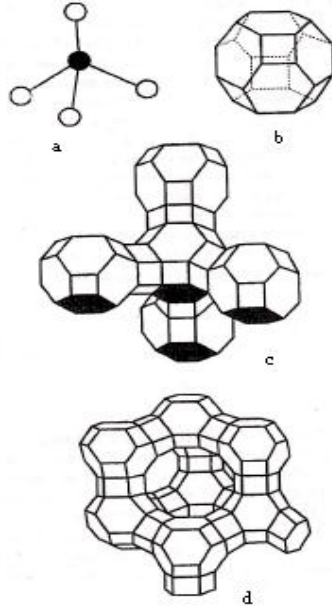
Uzaq xaricdə seolitlər başqa formada təsnif olunur: seolitə tipini göstərən hərfin qarşısında həmin seolitə adsorbsiya etdiyi molekulun maksimum diametrinə uyğun gələn (Anqstremlə) rəqəm yazılır. Bu təsnifata görə NaA seolitə  $4A$ , CaA seolitə  $5A$ , NaX seolitə  $13X$ , CaX seolitə  $10X$  uyğun gəlir və s.

Bəzi sintetik seolitlər üçün boşluq və pəncərənin ölçüləri verilir:

Seolit	boşluğun	Diametr, $A^\circ$	Pəncərənin
ZiA	12		4,4
NaA	11-12		4,0
KA	11		3,3
CaA	11		5,0
NaX və NaY	11-13		9,0
CaX və CaY	11-13		8,0
Ca-mordenit	7		4,0
H- mordenit	7		6,6

Kiçik ölçülü ( $3,3-5A^\circ$ ) pəncərəyə malik və böyük olmayan silikat modullu ( $1,8-2,0$ ) A tipli seolitlər, bir qayda olaraq katalitik proseslərdə deyil, adsorbent kimi istifadə olunur. Katalitik proseslərdə, o cümlədən neft xammalının krekinqində X və Y (hər ikisi təbii fojazitə analoqudur) tipli seolitlər, son illərdə silikat modulu 30-dan çox olan yüksək silisiumlu boruvari L seolitlər (məsələn, ZSM) daha geniş istifadə olunur. X və Y seolitlərinin kristallik qəfəsinin ilkin

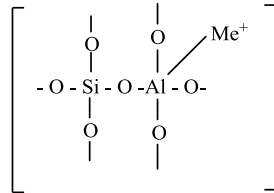
əsası (struktur vahidi) ölçüləri oksigen ionunun ölçülərindən xeyli kiçik olan silisium və ya alüminium ionları ilə əhatə olunmuş dörd oksigen anionuna malik tetraedrdir (şəkil 7.3.1. a )



**Şəkil 7.3.1. Fojazit tipli seolitlərin quruluşları: a) tetraedr; b) sodalit qəfəsi; c) super qəfəsi; d) elementar nüvəcik.**

24 tetraedr ikinci struktur vahidini – kəsik oktaedri (kubooktaedr 8 altıbucaqlı və 6 kvadrat səthə malikdir). O, sodalit qəfəsi adlanır (şəkil 7.3.1.b.) Struktur basmanın növbəti pilləsində dörd kubooktaedr altıbucaqlı prizmanın köməyi ilə beşinci kubooktaedr ətrafında birləşəcək superqəfəs əmələ gətirir (şəkil 7.3.1.c). Çoxlu sayda superqəfəslərin birləşməsi nəticəsində (fojazitdə onların sayı 8-dir) seolit elementar nüvəsi requlyar sistemə formalaşır (şəkil 7.3.1.d.).

Silisium və alüminium oksidlərindən olan tetraedrlər elə yerləşir ki, seolitlərin strukturun açıq sahəsinə malik olsun. Bu da yüksək xüsusi səthə malik məsamələr sistemi yaradır. İlkin struktur vahidlərinin kimyəvi formulunu – silisium və alüminium tetraedrlərini aşağıdakı kimi göstərmək olar:





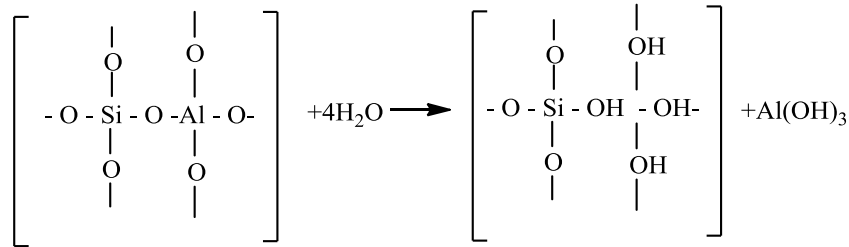
$\text{Si}^{4+}$  ionlu tetraedrlər elektrik cəhətdən neytraldır, üçvalentli  $\text{Al}^{3+}$  ionuna malik tetraedr isə bir vahid mənfi yükə malikdir ki, o da  $\text{Me}^+$  kationu ilə (sintez çox vaxt qələvi mühitdə getdiyindən, əvvəlcə  $\text{Na}^+$ , sonra kation mübadiləsi nəticəsində digər metalların kationları,  $\text{NH}_4^+$  və ya  $\text{H}^+$  protonu ilə) əvəz olunur.

Seolitlərin səthində yüklü alüminium ionunun olması (Brensted mərkəzləri) turşu xassəsi yaradır və uyğun olaraq onun katalitik aktivliyini təmin edir.

Seolitlərin natrium formaları az katalitik aktiv və daha az termiki stabildir. Seolitlərin silikat modulu artdıqda və ikivalentli, xüsusən də üçvalentli metallarla ion mübadiləsi dərəcəsi yüksəldikdə, bu göstəricilərin hər ikisi yaxşılaşır. Bunların arasında ReY tipli seolitlər daha termiki stabildir. Eyni zamanda bu katalizatorlar yüksək katalitik aktivliyə malik olur. Bu üstünlüklərə görə ReY seriyalı seolitlər katalitik krekinq katalizatorlarının aktiv komponenti kimi dünya neft emalında olduqca geniş tətbiq tapmışdır.

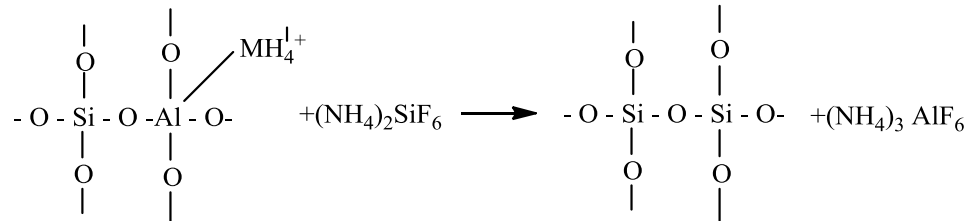
Krekinqin seolit katalizatorlarının sonrakı təkmilləşdirilməsi mərhələsində nadir torpaq elementlərinə malik olmayan seolitlər (kimyəvi stabiləşdirilmiş seolitlər adlanır) işlənib hazırlandı (1985-ci ildə "Union Carbide" firması).

Yüksək temperatur və su buxarı təsiri şəraitində ReY-un hətta tam nadir torpaq metalları ilə mübadiləsi zamanı belə, qismən alüminiumsuzlaşmaya məruz qalır:



Hidroalüminiumsuzlaşma nəticəsində superqəfəsdə boşluq yaranır ki, bu da tədricən seolit kristallarının dağılmasına səbəb olur. Kristal qəfəsdən çıxmayan, seolitə superqəfəsinin daxilində qalan alüminium hidroksid lazımı katalitik aktivliyə malik deyil.

Seolitlərin kimyəvi stabiləşməsi, onların ammonium flüorosilikat ilə aşağı temperaturda işlənməsi ilə aparılır:



$\text{Al}^{3+}$  ionlarının  $\text{Si}^{4+}$  ionları ilə əvəz olunması nəticəsində daha möhkəm və

istiliyə davamlı seolit əmələ gəlir. Bu seolitın silikat modulu yüksək olur və kristallik qəfəsində boşluq olmur.

LZ-210 proses kimi tanınan prosesin bir üstünlüyü də odur ki, ammonium flüoralüminiuminat həll olduğundan, seolitın kristallik qəfəsindən tamamilə çıxarılır. LZ-210 seolitlər (ticarət markaları Alfa, Beta, Epsilon və Omeqa) yüksək hidrotermiki davamlılıq və selektivliyə, metalların təsiri ilə passivləşməyə qarşı yüksək davamlılığa malikdir, eyni zamanda hidrogen keçidi reaksiyalarında zəif aktivlik göstərir və bu da krekinq qazlarında olefinin çıxımının və benzinlərin oktan ədədinin artmasına kömək edir.

Seolitlərin çatışmayan cəhətləri ondan ibarətdir ki, təmiz halda onların mexaniki möhkəmlikləri yüksək deyil və bu səbəbdən də sənaye katalizatoru kimi istifadə olunmur və adətən, onlar katalizatorun matrisasına 10-20% (kütlə) miqdarında dispersləşmiş şəkildə əlavə olunur.

3. Yardımcı əlavələr krekinqin seolitli alümosilikat katalizatorlarının bəzi spesifik fiziki-kimyəvi və mexaniki xassələrini yaxşılaşdırır və ya onlara yeni, olmayan xassələr verir. Seolitli alümosilikat krekinq katalizatorları yardımcı əlavələr olmadan, müasir sənaye krekinq katalizatorlarına verilən kompleks tələbləri ödəyə bilmir. Alümosilikat katalizatorun tərkibinə daxil olan matrisa və aktiv komponent – seolit yalnız turşu aktivliyinə malikdir, koklaşmış katalizatorun intensiv regenerasiyası üçün isə metal mərkəzlərinin olması vacibdir, çünki bu mərkəzlər oksidləşmə - reduksiya tipli reaksiyaları katalitikləşdirir. Müasir və perspektiv katalitik krekinq proseslərdə istifadə olunan seolitli alümosilikat katalizatorların sürtünməyə davamlılığının, mexaniki möhkəmliliyinin, axıcılıq, xammal, metalların zəhərləyici təsirinə davamlılıq kimi xassələrinin yaxşılaşdırılmasını tələb edir. Həmçinin bu tələblərə atmosferə atılan qazların ekoloji təmizliyini təmin edilməsi də daxildir.

Aşağıda daha çox tipik olan yardımcı əlavələr verilir:

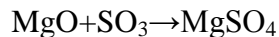
**a) koklaşmış katalizatorun regenerasiyasını intensivləşdirmək üçün promotor kimi az miqdarda (<0,1% kütlə) platin ya birbaşa seolitli alümosilikat katalizatoruna və ya seolitli alümosilikat katalizatorunda sərbəst komponent kimi istifadə olunan alüminium oksidə əlavə olunur.** Pt əsasında oksidləşmə promotorlarının istifadəsi koksun yanmasının təmizliyini və sürətini artırmağa səbəb olur və karbon monooksidin (CO) miqdarı əsaslı dərəcədə azalır. Bu səbəbdən də regeneratorda katalizator təbəqəsi üzərində CO-nun nəzarət olunmayan yanması hesabına siklonların, sobautilləşdiricilərin və digər avadanlıqların yanıq yerlərinin əmələ gəlməsi təhlükəsi aradan qalxır. Rusiya Federasiyasında oksidləşmə promotoru kimi KO-4, KO-9, Oksiprom-1 və Oksiprom-2 istifadə olunur.

b) məqsədli məhsulların keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq üçün son illər ZSM-5 əsasında oktanartırıcı əlavələrdən istifadə edilməyə başlandı. Bu əlavələr benzinin oktan ədədini 1-2 punkt artırır.

c) xammalın qarışıqlarının passivləşdirici təsirini azaltmaq üçün son illər xammala metal passivləşdiricilər əlavə etmək texnologiyasından istifadə olunur. Metal passivləşdirici kimi stibium, bismut, fosfor və ya qalayın metal üzvi komplekslərindən istifadə olunur. Passivləşdirmə effektinin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, katalizator üzərinə çökmüş metal passiv vəziyyətə keçir (şpinel tipli birləşmə əmələ gəlməsi nəticəsində passivləşdirici agent xammala suda və ya yağda həll olan əlavə şəklində verilir). Passivləşdiricilərin verilməsi koks və hidrogen çıxımını kəskin azaldır, benzinin çıxımını və qurğunun məhsuldarlığını artırır. Hazırda ABŞ-da neft qalıqlarının krekinqi qurğularının 80%-də, Qərbi Avropanın krekinq qurğularının 50%-ə qədərində passivləşdiricilərdən istifadə olunur. Son illər bərk əlavələrə malik seolitli alümosilikat krekinq katalizatorlarından geniş istifadə olunur. Bərk əlavə kimi Ca, Mg oksidlərinə malik, vanadium və nikel tuzaklardan və barium titanatdan istifadə olunur. Bu metal bərk əlavələr katalizatorun özünə nəzərən 6-10 dəfə çox adsorbsiya edir.

d) hidrotəmizlənməmiş katalitik krekinq zamanı regeneratorda kükürd və azot oksidləri əmələ gəlir ki, onlar da atmosferi zəhərləyir. Sənaye proseslərinin ekoloji təhlükəsizliyinə tələblərin getdikcə sərtləşməsi səbəbindən qaz tullantılarının zərərli komponentlərinin tutulması probleminin həlli olduqca aktualdır. Əgər seolitli alümosilikat krekinq katalizatorlarının tərkibinə bərk MgO və ya CaO əlavə edilərsə, onda belə katalizator kükürd oksidlərinin regeneratordan reaktora daşıyıcısı olur:

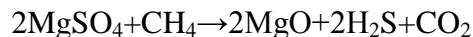
regeneratorda:



reaktorda:



və ya



Əmələ gələn hidrogen sulfid krekinq məhsulları ilə birlikdə reaktordan çıxır və sonra qazlardan amin təmizlənməsi ilə ayrılır.

e) seolitli alümosilikat krekinq katalizatorlarının mexaniki möhkəmliyini artırmaq üçün amorf matrisanın tərkibinə əlavə olaraq incə dispers alüminium oksid (L-forma) əlavə olunur. Bundan başqa, katalizatorun buxarlanması səbəbindən itkisini aşağı salmaq və sistemlərdə aparatların korroziyasını azaltmaq məqsədilə dövr edən katalizatora maqnezium oksid, kalsium karbonat və kalsium fosfat qarışıqından ibarət yağlayıcı tozlar əlavə edilir. Yüksək temperaturda bu əlavələr katalizatorun səthi ilə qarşılıqlı təsirdə olur və nəticədə katalizator səthində cilalılıq yaranır ki, bu da sürtünməni azaldır.

**Katalitik krekinqin sənaye katalizatorları.** Keçmiş SSRİ-də və indi də MDB-də hərəkət edən şarik formasında katalizator layından istifadə olunmuş və hələ də işlədilən katalizatorlar aşağıdakılardır: SNS-3 (nadir torpaq elementləri

olmayan), AŞNŞ-6, Seokar-4 (hamsı nadir torpaq elemetinə malikdir,  $\text{La}_2\text{O}_3$ ). Mikrosferik seolitli alümosilikat krekinq katalizatorlarında KMSR-2 (2%  $\text{La}_2\text{O}_3$ ), MS-5 və RSQ-6 S(4%  $\text{La}_2\text{O}_3$ ) KMSR-4 (tam yanma promotorlu) və s. istifadə olunur. Qərb ölkələrində istifadə olunan seolitli alümosilikat tipli krekinq katalizatorları Dyurabed (5,6,8,9), Super (D, ekstra D), MZ (1-7), SBZ (1-4), Oktaket -11, Rezitket (20-30) və s.

2000-ci illərin əvvəllərinə olan məlumata görə dünyada hər il krekinq katalizatorlarının istehsalı 400 min tondan çoxdur. İstehsal həcminə görə daha böyük katalizator fabrikləri “Qreys Devison” (ABŞ, Almaniya - 43%), “Engelqard” (ABŞ, Hollandiya - 27%) və “Akzo Nobel” (ABŞ, Hollandiya, Braziliya - 26%) firmalarına aiddir.

Krekinq katalizatorlarının çox hissəsi ənənəvi texnologiya ilə “əlaqələndirici” ilə istehsal olunur. Sintez olunmuş seolit daşıyıcı səthinə (alümosilikat) yerləşdirilərkən, əlaqələndirici komponentdən istifadə olunur. Sonra çiləyici qurutma, termokimyəvi işləmə ilə ion mübadiləsi, promotorların daxil edilməsi, yaradıcı əlavələrin daxil edilməsi, közərtmə, kompaundlaşdırma mərhələləri həyata keçirilir.

Keçən əsrin 90-cı illərinin sonlarında olduqca səmərəli “əlaqələndiricisiz” krekinq katalizatorları nəslə işlənilib hazırlandı və geniş tətbiq olunmağa başladı. Bu katalizatorları “Engelqard” firması işləyib hazırlamışdır (məsələn: DSP 840 tipli katalizator). Bu texnologiya üzrə seolitə sintezi birbaşa daşıyıcının məsələlərində, əlaqələndirici komponent istifadə edilmədən sintez olunur. Bu katalizatorların xarakterik xüsusiyyəti onların tökülmə kütləsinin olduqca yüksək olmasıdır (0,92-0,96 q/ml), bu da siklonların işinin yüksək səmərəliliyini, davamlı və stabil psevdosıxılmanı resirkulyasiyanın tənzimlənən sürətini və böyük miqdarda istiliyin regeneratordan reaktora daşınmasını təmin edir. Həmçinin “Engelqard” firmasının katalizatorlarının aşağıdakı üstünlüklərini də qeyd etmək lazımdır:

- Yüksək aktivlik və termobuxar davamlılığı ;
- Yüksək mexaniki və sürtünmədən yeyilməyə davamlılıq;
- Benzinin yüksək çıxımı (Super D katalizatorundan istifadə olunduğu halda 49% çıxıma qarşı 53% çıxım əldə olunur) və yüksək oktan ədədi (87-yə qarşı 92) və koksun az əmələ gəlməsi;
- Az xüsusi məsrəf (0,34 kq/q-ya qarşı 0,27 kq/q )

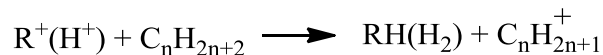
#### **7.4 Katalitik krekinq prosesinin mexanizmi**

Katalitik krekinq prosesində gedən reaksiyalar katalizator səthində karbokation mexanizmi üzrə baş verir. Bu halda karbokationlar karbokation səthinin mənfi yüklənmiş aktiv mərkəzindəki ion cütləri şəklində mövcud ola bilər. Prosesin yüksək temperaturda aparılması parçalanma reaksiyalarının

üstünlük təşkil etməsinə səbəb olur.

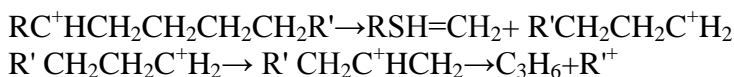
### 7.4.1. Alkanlar.

Alkan molekulundan hidrid-ion qopduqda, uyğun karbokation əmələ gəlir:



Əmələ gələn karbokationun parçalanması ilkin məhsulların tərkibini müəyyən edir. Alkil karbokationların kiçik ionlar əmələ gətirməklə parçalanması, C<sub>4</sub> üçlü ionların əmələ gəlməsi və çoxlu sayda karbon atomlu ionların əmələ gəlməsinə nəzərən çətin getdiyindən, karbon zənciri uzandıqca şaxələnməmiş alkanların katalitik krekinqinin sürəti artır. Belə ki, eyni şəraitlərdə normal alkanların reaksiyasının dərinliyi C<sub>5</sub>H<sub>12</sub> üçün 1%, C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>-də 3%, C<sub>12</sub>H<sub>26</sub>-də 18%, C<sub>16</sub>H<sub>34</sub>-də isə 42% olur.

Birli ionların sürətlə ikili iona çevrilməsi ona gətirib çıxarır ki, aşağıda olan sxem üzrə parçalanma zamanı, etilen propilenə nəzərən xeyli az miqdarda alınır:

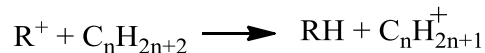


CH<sub>3</sub><sup>+</sup> və C<sub>2</sub>H<sub>5</sub><sup>+</sup> ionlarının ayrılması və parçalanmanın yüksək endotermikliyi ona gətirib çıxarır ki, normal alkanların krekinqinin ilkin məhsullarında C<sub>3</sub> və çoxlu sayda karbon atomlarına malik digər karbohidrogenlər üstünlük təşkil edir. Belə ki, 500°C-də heksadekanın krekinqində əmələ gələn karbohidrogenlərin miqdarı aşağıdakı kimidir (100 mol parçalanmış heksadekana görə əmələ gələn molların sayı):

H <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>
12	5	12	97	102	64	50	8	3	3	2	2	2	1

Parçalanmış heksadekanın karbon atomlarının 83%-ə qədəri C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> karbohidrogenlərə və 2%-dən az metan, etan və etilenə çevrilir. Üçlü karbokationların parçalanması daha asan getdiyindən, 7 və daha çox karbon atomlarına malik alkanların parçalanma məhsullarında izostruktur (izoalkanlar və izoalkenlər) üstünlük təşkil edir.

Alkan molekulundan karbokationun əmələgəlmə reaksiyası:

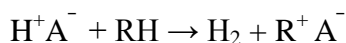


Üçlü karbon atomundan hidrid-ionunu qoparmaq üçün ən az enerji tələb olunur və buna görə üçlü karbon atomuna malik alkanlar şaxələnməmiş alkanlara və yalnız neostrukturlu izoalkanlara nəzərən daha böyük sürətlə krekinqə uğrayır.

Belə ki, eyni şəraitlərdə heksanların krekinq dərinliyi belədir (%):

$\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}$	13,8
$\begin{array}{c} \text{C} \\   \\ \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \end{array}$	24,9
$\begin{array}{c} \text{C} \\   \\ \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \\   \quad   \\ \text{C} \quad \text{C} \end{array}$	25,4
$\begin{array}{c} \text{C} \quad \text{C} \\   \quad   \\ \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \\   \quad   \\ \text{C} \quad \text{C} \end{array}$	31,7
$\begin{array}{c} \text{C} \\   \\ \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \\   \\ \text{C} \end{array}$	9,9

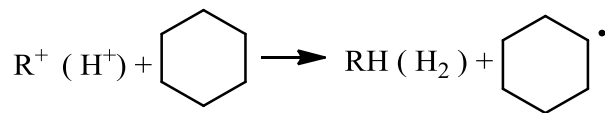
Alkanlardakı katalitik krekinqin sürəti, eyni şəraitdə termiki krekinqidəkindən 1-2 tərtib yuxarıdır və bu fərq alkanların molekul kütləsi artdıqca artır, izoalkanlar üçün bu fərq daha çoxdur. Termiki krekinq ilə müqayisədə hidrogenin çıxımının yüksək olması aşağıdakı reaksiyanın getməsi ilə izah olunur:



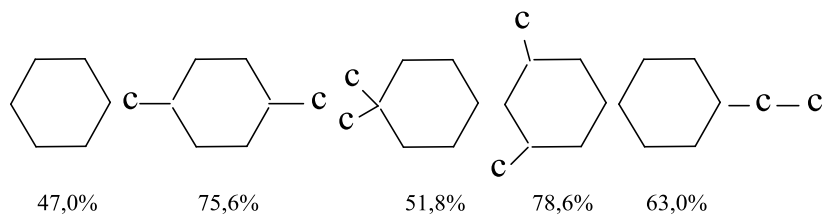
$\text{A}^-$  - katalizatorun anionaktiv mərkəzi;

#### 7.4.2. Sikloalkanlar.

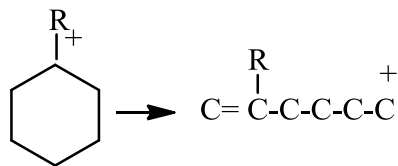
Katalitik krekinq zamanı sikloalkanlar da alkanlar kimi karbokation əmələ gətirir:



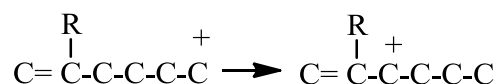
Siklanların katalitik krekinqinin sürəti, eyni sayda karbon atomuna malik alkanların krekinqinin sürətinə yaxındır və molekulda üçlü karbon atomu olduqda, krekinq sürəti artır. Eyni şəraitdə krekinq dərinliyi aşağıdakı kimidir



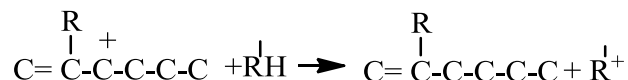
Sikloheksil karbokationunun parçalanması iki yol ilə gedə bilər. C-C əlaqəsi qırılarkən, alkenil – ion əmələ gəlir:



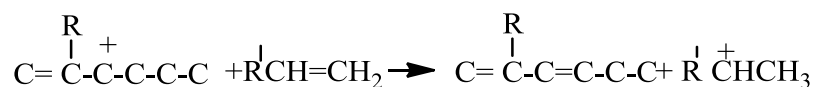
Alkenil karbonat ion allil tipli iona izomerləşir:



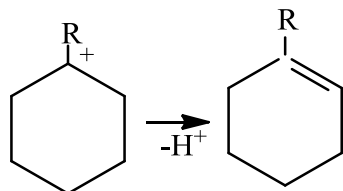
Bu ionun dienə və etilkarbokationa parçalanması energetik olaraq olduqca çətindir və aşağıdakı parçalanma ehtimalı daha çoxdur:



və ya proton ötürülməsi:

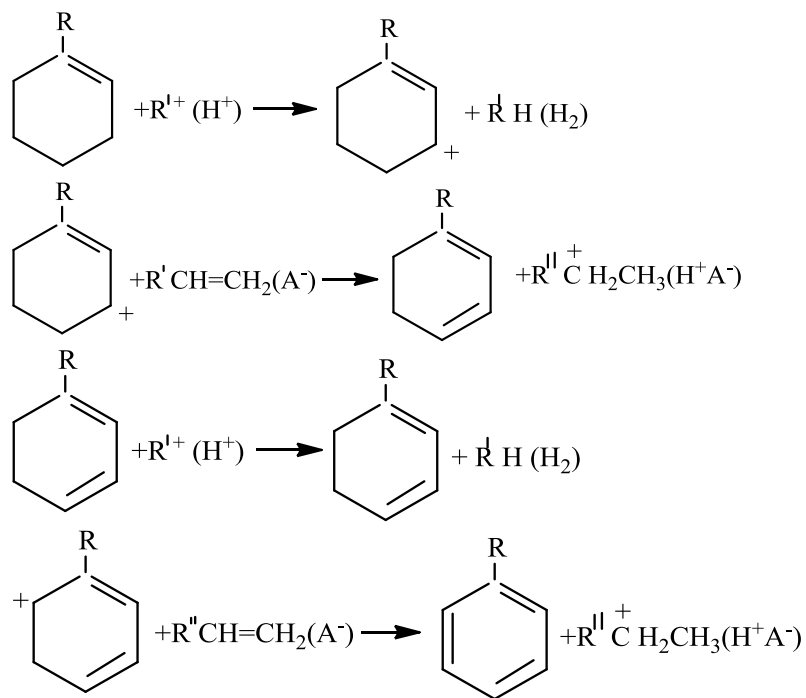


Nəticədə alkenlər əmələ gəlir və sonrakı reaksiyalarda hidrogenin yenidən paylanması və dienlərin sıxlaşması – koks əmələ gəlməsi baş verir. Sikloheksil ionu katalizatora və ya alken molekuluna proton verdikdə, uyğun sikloalkenə çevrilir:

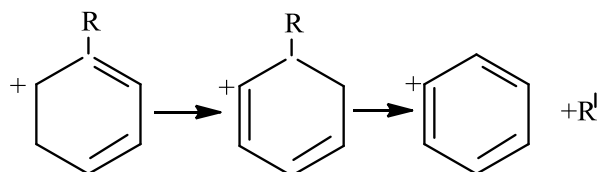


Sikloalkenlər sikloalkanlara nəzərən krekinqə daha sürətlə məruz qalır və böyük çıxım ilə arenlər əmələ gəlir. Görünür ki, hidrid – ionların və protonların ardıcıl verilməsi hesabına arenlər əmələ gəlir:

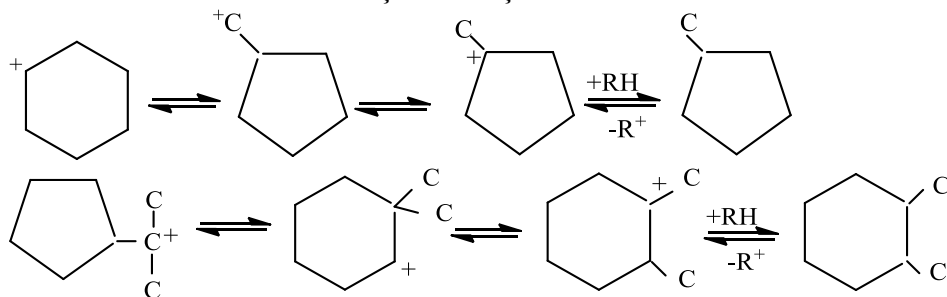




və ya

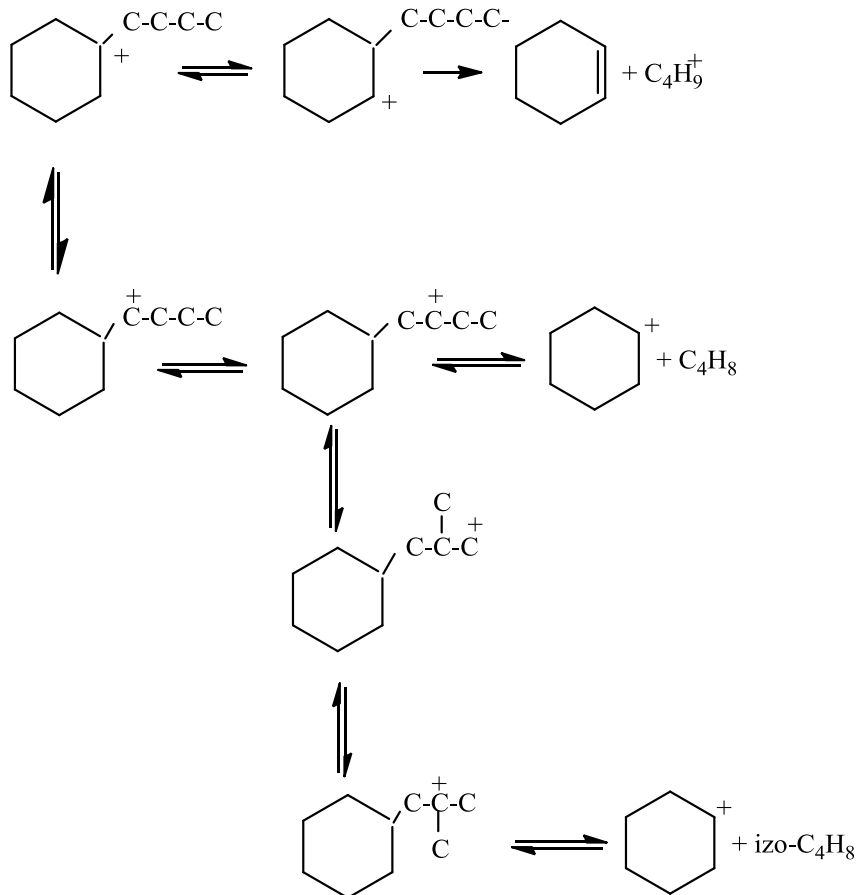


Sikloheksanların çevrilmə məhsullarının 25%-ə qədər arenlərdir, sikloalkanların krekinq qazlarında, alkanların krekinqindən alınan qazlarla müqayisədə daha çox miqdarda hidrogen əmələ gəlir. Həmçinin sikloheksanların siklopentanlara və əksinə izomerləşməsi müşahidə olunur:



Temperatur artdıqca, sikloheksanlar ilə tarazlıq qatılığında siklopentanların miqdarı artır və katalitik krekinq benzinində siklopentanların miqdarı

sikloheksanlardan çoxdur. Alkilsikloalkanlarda digər reaksiyalar ilə yanaşı, dealkilləşmə və alkil zəncirlərinin krekinqi də baş verir.



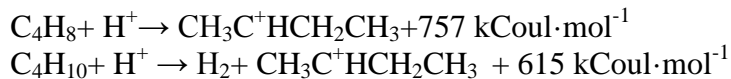
Kondensləşmiş siklə malik bisiklik sikloalkanlar monosiklik alkanlara nəzərən daha çox dərəcədə aromatləşirlər. Belə ki, 500°C-də dekalinin krekinqi zamanı arenlərin çıxımı, çevrilmiş dekalinə görə 33% təşkil edir. Həmin şəraitdə tetralinin krekinqi zamanı daha çox arenlər əmələ gəlir (çevrilmiş tetralinə görə 87,6%, o cümlədən 28% naftalin). Krekinq şəraitində sikloalkanların aromatləşə bilmə qabiliyyəti onunla izah olunur ki, proton vermə reaksiyasına nəzərən, ionların həlqənin açılması ilə parçalanması reaksiyası daha endotermikdir.

### 7.4.3. Alkenlər.

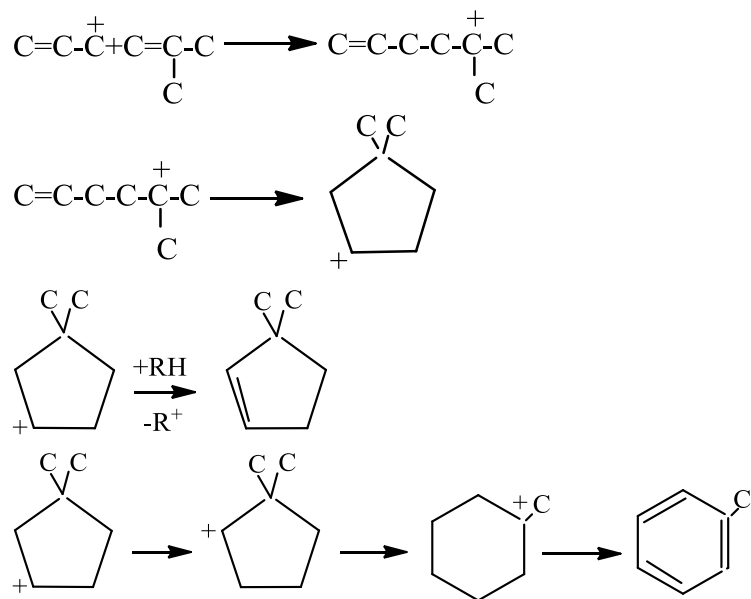
Alken molekuluna proton birləşdikdə alkandan hidrid – ion ayrılır və burada karbokation əmələ gəlir. Lakin alkenlərdə krekinqsürəti, uyğun alkanların krekinq sürətindən 2-3 tərtib yuxarıdır. Bu, onunla izah olunur ki, proton

$\pi$ -əlaqəsinə birləşərkən, alkenlərdən karbokationun əmələ gəlməsi kifayət qədər böyük sürətlə gedir.

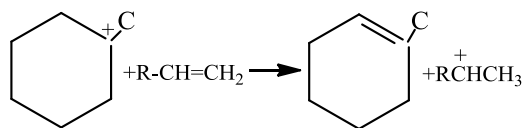
Alkenlərdən və alkanlardan karbokationların əmələ gəlməsi energetikasındakı fərqlər qaz fazasındakı istiliklər fərqi ilə xarakterizə oluna bilər:

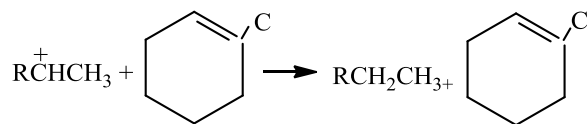


Alkanların krekinqində olduğu kimi, alkil karbokationdan keçməklə alkenlərin katalitik krekinqi kiçik molekullu alkanlar və alkenlər (əsasən izoquruluşlu) əmələ gəlməsi ilə yanaşı sikloalkanların, sikloalkenlərin və arenlərin əmələ gəlməsi də baş verir ki, bu da alkenil ionlarının reaksiyaları ilə əlaqədardır. Katalitik krekinq zamanı sikloalkanların, sikloalkenlərin və arenlərin əmələ gəlməsinin mexanizmi aşağıdakı sxm ilə göstərilə bilər:



Alkenlərin katalitik krekinqində intensiv hidrogen keçidi müşahidə olunur və krekinq məhsullarında alkil ionlarının sadə parçalanmasında olduğu nəzərə alın, alkanların miqdarı daha çox olur. Çox vaxt arenlər əmələ gələrkən hidrogen keçidi baş verir:



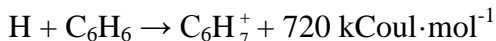
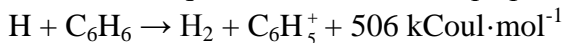


və s.

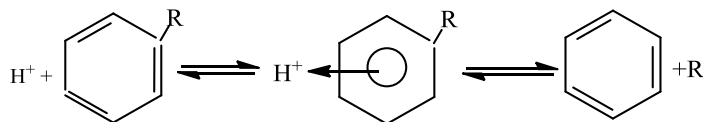
Hidrogenin bir hissəsi alkenilkarbokationlarının dərin dehidrogenləşməsi nəticəsində yerini dəyişir. Dərindehidrogenləşmə zamanı ardıcıl olaraq protonların qopması və dönməz olaraq katalizatora adsorbsiya olmuş kondensləşmə məhsullarının – koksun əmələ gəlməsi baş verir.

#### 7.4.4. Arenlər.

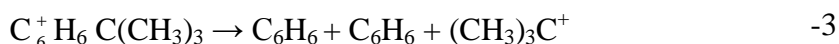
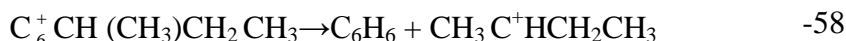
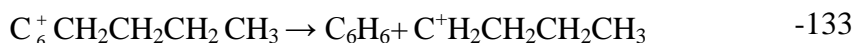
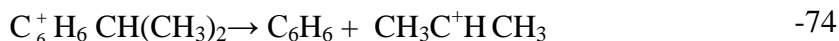
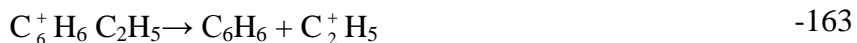
Arenlər  $\pi$ -əlaqələri sisteminə asanlıqla proton birləşdirir.



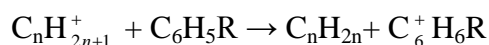
Reaksiyaların istilik effektlərinin (müxtəlif ionların katalizator ilə istiliklərindəki fərqlər nəzərə alınmadan) müqayisəsindən aydın olur ki, aromatik kabohidrogenlərə protonun birləşməsi hesabına karbokationun əmələ gəlməsi ehtimalı, onlardan hidrid-ionunun qopması hesabına yaranmasından daha yüksəkdir. Aromatik həlqənin protona qohumluğu, alkil ionunda olduğundan xeyli çoxdur, nəticədə alkan-arenlərin katalitik krekinqi zamanı dealkilləşməsi baş verir:



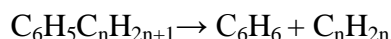
Dealkilləşmənin ikinci mərhələsinin – alkiləvəzləyicilərin karbokationlar şəklində qopmasının istilik effektləri ( $\text{kCoul} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) aşağıdakı qiymətlər ardıcılığına malikdir (müxtəlif ionların katalizator ilə əlaqə enerjilərindəki fərqlər nəzərə alınmamaqla):



Alkiləvəzləyicidə 2-4 karbon atomuna malik alkilbenzollar olduqda, əmələ gələn alkilkarbokationlar parçalanmağa davamlıdır və onlar üçün daha sürətli olan

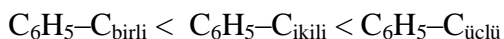


reaksiyası və ya protonu katalizatora verməklə alkenin sadə desorbsiyası xarakterikdir. Onların krekinqində baş verən əsas reaksiya



olmalıdır. Təcrübi yollarla müəyyən edilmişdir ki, etil-, propil- və butilbenzolların krekinqinin 85-95%-i bu reaksiya üzrə gedir.

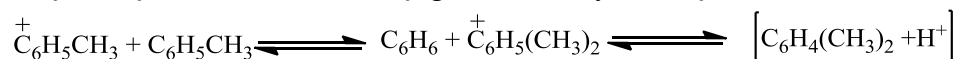
Dealkilləşmənin istilik effektlərinə aid məlumatlardan görünür ki, alkil əvəzləyicisində karbon zənciri böyüdükcə, reaksiyanın sürəti artmalıdır. Bundan başqa, aşağıdakı sıra üçün dealkilləşmə sürəti dəyişir:



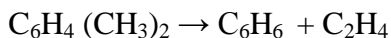
Həqiqətən, toluolun, etilbenzolun, propilbenzolun və izopropilbenzolun eyni şəraitdə krekinqi zamanı çevrilmə dərəcəsi uyğun olaraq 1, 11, 43 və 83,5% olmuşdur. Butilbenzolların eyni şəraitdə krekinq zamanı çevrilmə dərəcəsi belədir:

$C_6H_5CH_2CH_2CH_2CH_3$	–	13,9%,
$C_6H_5CH(CH_3)CH_2CH_3$	–	49,2%
$C_6H_5C(CH_3)_3$	–	80,4%

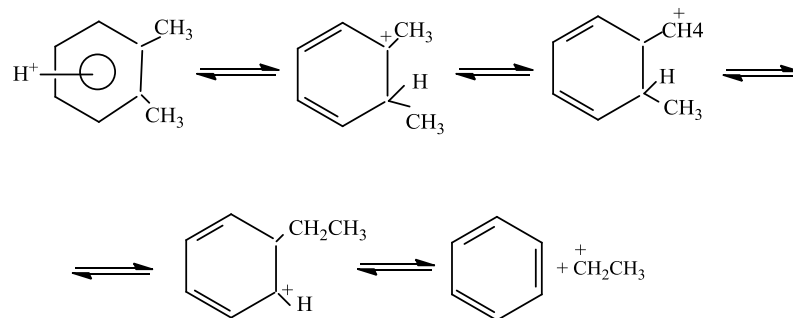
Əgər alkil zəncir uzundursa, onda o, az sayda karbon atomlarına malik alkenlərə və alkanlara parçalanır. Toliol və digər metilbenzollar olduqda, parçalanma reaksiyasının yüksək endotermikliyi səbəbindən, karbokationun qopması çətinləşir. Odur ki, əsasən aşağıdakı reaksiyalar baş verir:



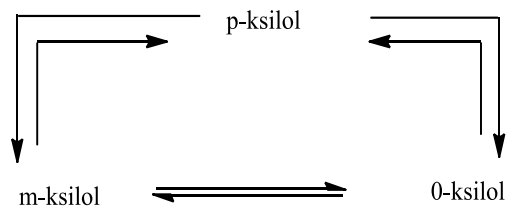
Nəticədə metil qruplarının disproporsiyalaşması baş verir və toluolun katalitik krekinqi zamanı benzol və ksilollar, ksilolların krekinqi zamanı trimetilbenzollar və toluol əmələ gəlir. Polimetilbenzollar üçün aşağıdakı reaksiya müşahidə olunur:



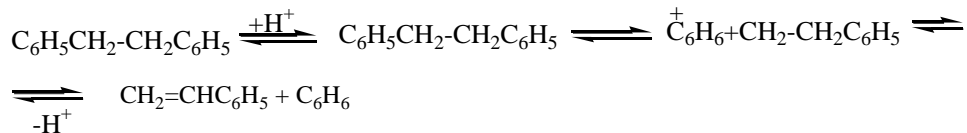
Görünür ki, bu reaksiya aşağıdakı mexanizm üzrə gedir:



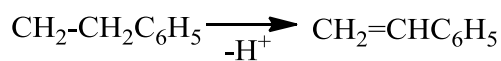
Molekul daxilində metil qrupunun yerdəyişməsi di- və metilbenzolların izomerləşməsinə səbəb olur. Belə ki, ksilollar qarşılıqlı çevrilmələrə məruz qalır:



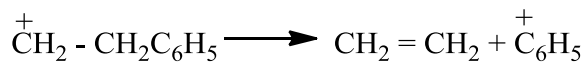
Alkilnaftalinlər katalitik krekinq zamanı özlərini alkilbenzollar kimi aparır. Difeniletan aşağıdakı sxem üzrə parçalanır:



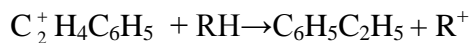
Əsas məhsullar benzol və stiroidur. Bu, aşağıdakı reaksiyaların istilik effektlərinə uyğundur:



və



İkinci reaksiya xeyli endotermikdir. Bundan başqa

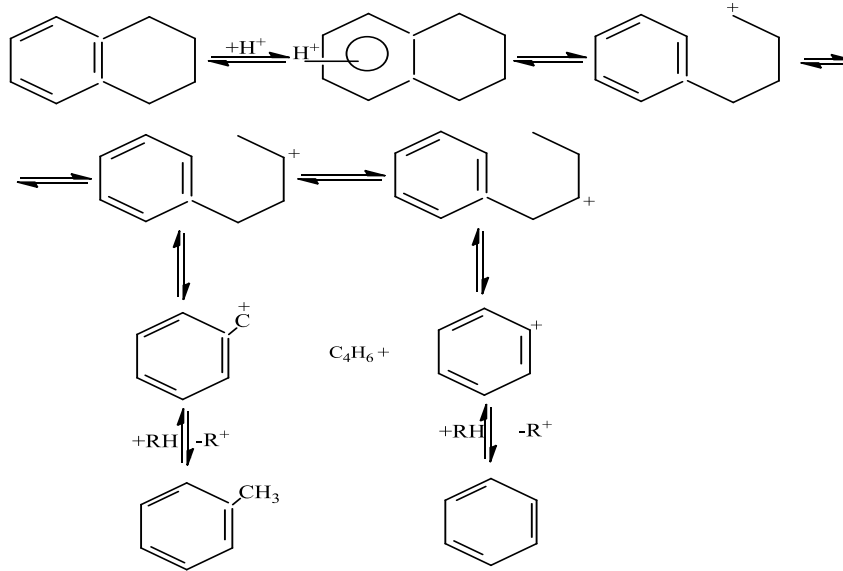


reaksiyası nəticəsində az miqdarda etilbenzol əmələ gəlir.

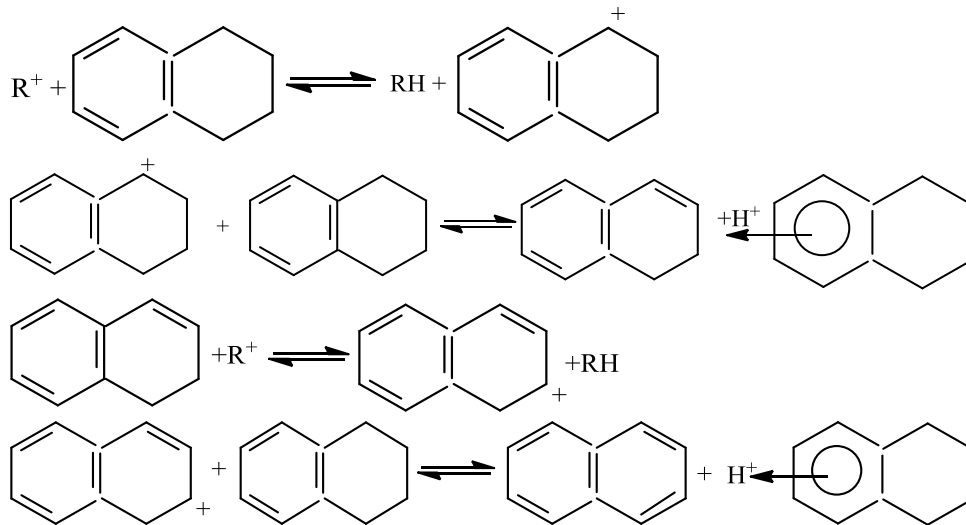
Tetralindən katalitik krekinq zamanı benzol, alkilbenzollar və naftalin əmələ

gəlir. Bu məhsulların əmələ gəlməsi aşağıdakı sxem üzrə izah olunur:

a)



b)



Alkan zəncirində 2 və daha çox karbon atomları olan alkan - arenlər, təxminən alkenlərin krekinqinin sürəti ilə krekinq olunur. Metiləvəzli benzollar və naftalinlər alkanların krekinqi sürətindən bir az artıq sürətlə krekinq olunur, əvəzləyicisiz arenlər isə olduqca davamlıdır. Arenlərin katalitik krekinqi zamanı xeyli miqdarda koks əmələ gəlir.



#### **7.4.5. Koks əmələ gəlməsi.**

Katalizator üzərində əmələ gələn koks, onun aktiv mərkəzlərini təcrid edir və aktivliyini azaldır. Koks nə qədər çox əmələ gəlsə, katalizatorun aktivliyi də bir o qədər azalır. Katalizator üzərinə adsorbsiya olunmuş koks 8-9%-ə qədər hidrogenə malikdir, doymamış və polisiklik karbohidrogenlər qarışığından ibarətdir. Katalizatorun iş müddəti artdıqca, katalizator üzərində koksun miqdarı artır, proton yerdəyişməsi və təmiz dehidrogenləşmə nəticəsində koksda hidrogenin miqdarı azalır. Koksun bir hissəsi hidrogenin alkenlərə keçməsi, digər hissəsi isə qatranlı birləşmələrin və polisiklik arenlərin katalizator səthinə güclü adsorbsiyası, onların tədrici və əsasən təmiz termiki destruksiyası nəticəsində əmələ gəlir. Temperaturun yüksəldilməsi ilə adsorbsiyanın və reaksiya sürətinin atması baş verir və bununla yanaşı, koks əmələgəlməsi minimumdan keçir. Minimum koks əmələgəlmə temperaturu, adətən sənaye proseslərində istifadə olunan temperaturdan aşağıdır və ya bu temperaturun aşağı həddindən bir qədər yüksəkdir.

#### **7.5 Katalitik krekinq qazlarından yüksək oktanlı benzin komponentlərinin sintezi**

Katalitik krekinqin sıxılmış qazları, əsasən C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> karbohidrogenlərindən – normal və izoquruluşlu olefinlərin və parafinlərin qarışığından ibarətdir və krekinqin rejimindən, xammalın keyfiyyəti və katalizatorun seçilməsindən asılı olaraq, onun çıxımı 12-25%(kütlə) təşkil edir.

Bu qazlar çoxtonnajlıdır və onlar əsasında yüksək oktanlı benzin komponentlərinin sintezi daha səmərəlidir, çünki sonda neft xammalının emalının dərinləşməsi baş verir, əmtəlik avia- və avtomobil benzinlərinin ehtiyatları və keyfiyyət göstəriciləri yüksəlir. Hazırda olefinlərdən, xüsusən də propiləndən qiymətli xammal kimi neft-kimya sintezində, məsələn, polipropilenin, izopropilbenzol və digər məhsulların alınmasında geniş istifadə olunur.

Sonralar katalitik krekinq qazlarında olan propilenin dimerləşməsi prosesi (alınan dimer sonradan hidrogenləşdirilir) həyata keçirildi və yüksək oktanlı aviabenzin komponenti (polimerləşmədə katalizator kimi kizelqur üzərində fosfat turşusundan istifadə olunub, reaksiyanın temperaturu 200-230°C, təzyiq 6-7MPa, xammalın həcmi sürəti 2-3 saat<sup>-1</sup>) alındı. Amma daha sonra bu proses benzin istehsalı üçün əhəmiyyətini itirdi. Çünki keçən əsrin 30-cu illərindən başlayaraq dünya neft emalında butilenlərin katalitik polimerləşməsi prosesi geniş yayılmağa başladı və bu proses izobutanın butilen ilə katalitik C-alkilləşməsi kimi daha səmərəli proses tərəfindən sıxışdırılıb istehsaldan çıxarıldı. Alkilatın yüksək oktanlı komponent kimi istifadəsi bir tərəfdən yüksək oktanlı benzinlər almağa imkan verir, digər tərəfdən bu alkilatdan istifadə edilməklə, əməlik benzinlərdə

aromatik karbohidrogenlərin miqdarı aşağı salınmış olur.

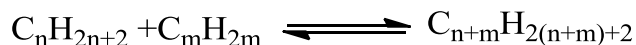
Son illərdə katalitik krekinq qazları əsasında izobutilen və metanoldan metil-üçlübutil efirinin (MTBE) alınma prosesi işlənib hazırlanmış və geniş tətbiq olunur.

### 7.5.1. İzobutanın olefinlərlə katalitik C-alkilləşməsi.

Prosesin təyinatı izobutanın butilenlərlə və ya propilenlə C-alkilləşməsindən yüksək oktanlı izokomponentlərin istehsalı, prosesin məqsədli məhsulları isə tamamilə izoparafintlərdən ibarət olan və yüksək oktan ədədinə (mühərrik üsulu ilə 90-95) malik alkilatların sintezidir. Alkilatın əsas komponenti olan izooktanın (2,2,4-trimetil pentan) oktan ədədi, məlum olduğu kimi 100 qəbul olunmuşdur.

1932-ci ildə V.N.İpatev izobutanın olefin ilə qarşılıqlı təsirinin mümkünlüyünü göstərmişdir. Katalizator kimi əvvəlcə  $AlCl_3$ , sonra sulfat və flüorid turşularından istifadə olunmuşdu. Sulfat turşusu iştirakı ilə ilk C-alkilləşmə qurğusu 1938-ci ildə ABŞ-da, flüorid turşusu ilə isə ilk qurğu 1942-ci ildə işə salınmışdır. Əvvəllər məqsədli məhsul mütləq olaraq aviabenzin komponenti idi və yalnız ikinci Dünya müharibəsindən sonra katalitik krekinq qazlarının katalitik alkilləşməsi bazasında proses əmtəlik avtomobil benzinlərinin keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq üçün istifadə edilməyə başlandı. Keçmiş SSRİ-də sulfat turşusunun katalitik iştirakı ilə ilk alkilləşmə qurğusu 1942-ci ildə Qroznı Neft Emalı zavodunda işə salındı.

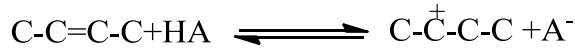
**Prosesin nəzəri əsası.** C-alkilləşmə termini üzvi kimyada alkil qrupunu üzvi maddə molekulundakı ikiqat rabitəyə birləşdirməni ifadə etmək üçün istifadə olunur. Izoalkanların olefinlərlə C-alkilləşməsi, ümumi olaraq belə göstərilə bilər:



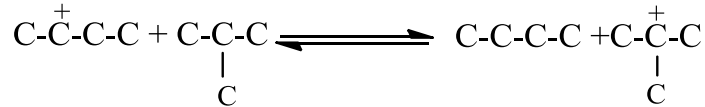
C-alkilləşməsi olefinin və əmələ gələn izoparafinin növündən asılı olaraq 85-90 kCoul/mol (20-22 kkal/mol) istilik ayrılması ilə gedir və odur ki, aşağı temperaturlar bu proses üçün termodinamiki əlverişlidir, həm də 100°C-də və ondan aşağı temperaturlarda bu reaksiya, praktiki olaraq dönməz hesab edilə bilər. Məhz bu şəraitlərdə katalitik alkilləşmənin sənaye prosesləri həyata keçirilir. Parafintlərdən yalnız izoparafintlər – üçlü karbon atomuna malik parafintlər katalitik alkilləşmə qabiliyyətinə malikdir. Olefinlər müxtəlif ola bilər (hətta etilen də), amma daha çox butilenlərdən istifadə olunur. Butilenlər izobutanı alkilləşdirir və izo- $C_8H_{18}$  əmələ gəlir. İzo- $C_8H_{18}$  benzinlərə komponent kimi daha əlverişlidir. C-alkilləşmədə katalitik krekinqdə olduğu kimi karbonium ionu zəncirvari mexanizm üzrə gedir. İzobutanın buten-2 ilə reaksiyası misalında C-alkilləşmənin mexanizminə baxaq:

1. Prosesin birinci mərhələsi (zəncirin yaranması) olefinin

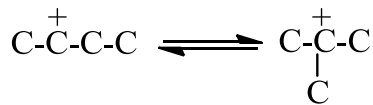
protonlaşmasıdır:



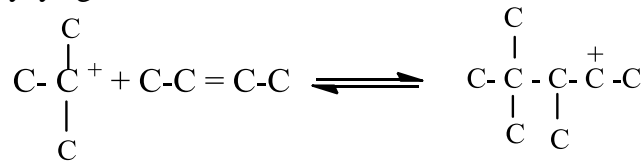
2. İzobutan:buten nisbəti yüksək olduqda, butil karbonium ionu, əsasən izobutan ilə reaksiyaya girir və üçlü karbonium əmələ gəlir:



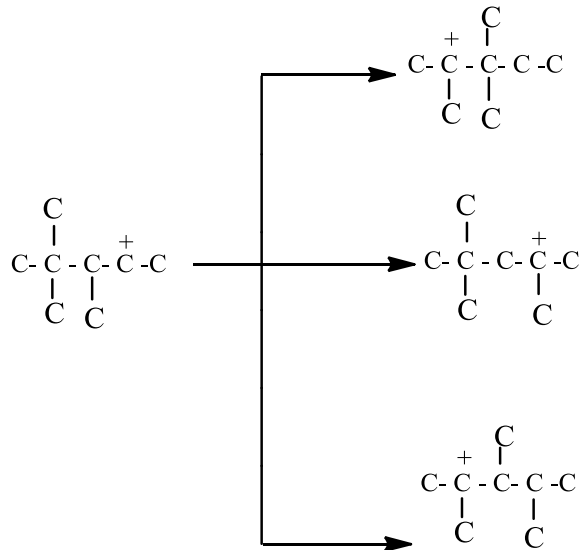
2a. Həmçinin birli-butil kationunun proton mübadiləsi olmadan üçlü kationa izo-merləşməsi də mümkündür:



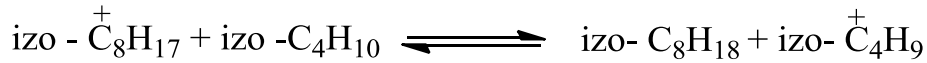
3. 2 və 2a reaksiyaları ilə əmələ gələn üçlü-butil karbonium ionu buten ilə reaksiyaya girir:



4. Sonra ikili-oktil karbokation, daha davamlı üçlü karbokationa izomerləşir:

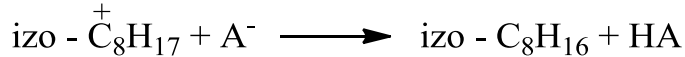


5. İzomerləşmiş oktil-karbokationu izoalkan ilə proton mübadiləsi nəticəsində prosesin məqsədli məhsulu olan 2,2,4-, 2,3,3- və 2,3,4-trimetil pentanlar əmələ gətirir:



2,3,4 və 5-ci reaksiyalar zəncirin manqalarıdır və onların təkrarlanması zəncirvari prosesə gətirib çıxarır.

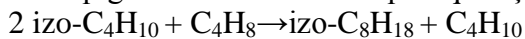
6. Proton karbokationdan turşunun anionuna verildikdə, zəncirin qırılması baş verir:



Izobutanın butilenlərlə əsas C – alkilləşməsi reaksiyası ilə yanaşı, prosesdə əlavə reaksiyalar da gedir ki, bu da məqsədli məhsula nəzərən daha ağır məhsulların əmələ gəlməsinə, ya da katalizatorun aktivliyinin azalmasına və məsrəfinin artmasına səbəb olur. Belə reaksiyalara destruktiv alkilləşmə, izobutanın özü-özünə alkilləşməsi, C<sub>3</sub> və C<sub>5</sub> alkanların və alkenlərin iştirakı ilə C – alkilləşmə, alkenlərin polimerləşməsi, olefinlərin sulfolaşması ilə mürəkkəb efirlərin, turş şlamın əmələ gəlməsi və s. aiddir.

Destruktiv alkilləşmə aralıq karbonium ionunun β-parçalanması nəticəsində baş verir və C<sub>5</sub>-C<sub>7</sub>-karbohidrogenlərin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Temperatur azaldıqca bu reaksiyaların sürəti də aşağı düşür. Alkenlərin turşuların iştirakı ilə polimerləşməsi C<sub>8</sub>-dən çox olan yüksək molekullu kütləli məhsullar verir, izobutanın artıq miqdarı isə bu reaksiyaların getməsinin qarşısını alır.

H-keçidi ilə həyata keçirilən özü-özünü alkilləşdirmə reaksiyası izobutanın yüksək artıqlığı və butilenlərin az qatılıqları şəraitində gedir:



Bu reaksiya arzuolunmazdır, çünki izoparafinin yüksək məsrəfinə və az qiymətli n-butanın əmələ gəlməsinə səbəb olur.

**C–alkilləşmə katalizatorları.** Bütün mümkün turşu katalizatorlardan sənaye alkilləşmə proseslərində yalnız sulfat və flüorid turşuları tətbiq olunur. 100%-li turşular üçün bəzi xassələr aşağıda verilir:

Göstəricilər	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HF
Sıxlıq, kq/m <sup>3</sup>	1830,5(20°C-də)	955(25°C- də)
Temperatur, °C: ərimə	10,4	-83,4
qaynama	296,2	19,4
Özüllük sP(mPas)	33,0(15°C-də)	0,53(0°C-də)
Səthi gərilmə, H/m 10 <sup>3</sup>	55(20°C-də)	8,6(18°C-də)
Qammet turşuluğu funksiyası	-12,2	-10,2
13,3°C-də həll olma, % kütlə:		
izobutanın turşuda	0,10	3,1
turşunun izobutanda	≈0,01	0,6
olefinlərin turşuda	xeyli	xeyli

Maye fazada kataliz üçün əhəmiyyətli olanı, turşularda izobutanın və olefinlərin həllolma göstəricisidir: İzobutanın sulfat turşusunda həll olması çox deyil və təxminən 30 dəfə flüorid turşusunda olduğundan azdır. Olefinlər bu turşularda kifayət qədər yaxşı və tez həll olurlar. Bununla əlaqədar olaraq izobutanın fazalar sərhəddində qatılığı (karbohidrogen-su tipli emulsiya) olefinin qatılığından çox aşağı olur ki, bu da olefinlərin polimerləşmə reaksiyasının getməsi ehtimalını artırır. Bu vəziyyət, həmçinin turşuların, xüsusən də sulfat turşusunun yüksək sıxlığı, özlülüyü və səthi gərilməsindən asılıdır və C-alkilləşmənin diffuziya oblastında getməsinə təmin edir. Reaksiyanın limitləşdirici mərhələsi reaktantların fazalar sərhədi səthinə kütlə keçəlidir.  $H_2SO_4$  və HF mühitində C-alkilləşməni sürətləndirmək üçün reaksiya kütləsinin qarışdırılmasını və dispersləşdirilməsini intensivləşdirmək lazımdır. Məqsəd turşu və karbohidrogen fazalarının səthlərini böyütməkdir.

Ümumi katalitik xassələrinə görə HF, sulfat turşusuna nəzərən daha üstündür. Flüorid turşusunun katalitik iştirakı ilə C-alkilləşmə sulfat turşusu iştirakı ilə C-alkilləşməyə nəzərən aşağıdakı əsas üstünlüklərə malikdir:

- əlavə məhsulların çıxımının xeyli az olması və uyğun olaraq yüksək selektivlik;
- alkilatın daha yüksək çıxımı və keyfiyyəti;
- turşunun məsrəfinin xeyli az olması (bir ton alkilata 100-160 kq  $H_2SO_4$  əvəzinə, cəmi 0,7 kq);
- prosesi daha yüksək temperaturda aparmaq imkanı (sulfat turşusundan olduğundan 25-40°C yüksək) və adi su ilə soyutmaqla;
- izobutan və flüorid turşusunun qarışığının yüksək həll olması hesabına, hərəkət edən və sürtünən hissələri olmayan sadə reaktor qurğularının istifadə imkanı;
- reaktorun böyük olmayan metal tutumu (sulfat turşusu kontaktorunda olduğundan 10-15, kaskad reaktorunkundan 25-35 dəfə az);
- katalizatorun asan regenerasiyası (bu, katalizatorun az məsrəfini təmin edir)

Lakin yüksək uçuculuq və yüksək zəhərlik flüorid turşusunun C-alkilləşmə prosesində istifadəsini məhdudlaşdırır. Rusiya Federasiyasında C-alkilləşmə yalnız sulfat turşusu iştirakı ilə aparılır. ABŞ-ın NEZ-da flüorid turşusu iştirakı ilə C-alkilləşmənin payına ümumi qurğuların gücünün yarıya qədəri düşür.

**Xammal.** Neft emalında C-alkilləşmədə daha çox izobutan və az hallarda izopentandan istifadə olunur (sonuncu avtobenzinin qiymətli komponentidir, tədqiqat üsulu ilə onun oktan ədədi 93-dür). Alkenlərin tərkibi prosesin göstəricilərinə əsaslı təsir göstərir. Etilen praktiki olaraq izobutanı alkilləşdirmir, amma o, sulfatlaşır və polimerləşir. Propilen izobutan ilə asanlıqla reaksiyaya girir, amma oktan ədədi butilen ilə alkilləşmədə olduğundan az olur (Cədvəl 7.5.1).

Yüksək molekullu alkenlər ( $C_5$  və daha böyük) destruktiv alkilləşməyə daha meyillidir, onlar kiçik molekullu və aşağı oktan ədədli məhsullar əmələ gətirir.

**Cədvəl 7.5.1. İzobutanın sulfat turşu iştirakı ilə alkilləşməsinin göstəricilərinin alkenlərin tərkibindən asılılığı**

Göstəricilər	Xammal		
	Propilen	Butilen	Amilen
Alkenə görə alkilatın həcmi çıxımı, %	175÷187	170÷172	155÷160
Alkenə görə izobutanın həcmi məsrəfi, %	127÷135	111÷117	96÷114
Alkilata görə turşunun xüsusi məsrəfi, kq/m <sup>3</sup>	216÷240	48÷72	120
Alkilatın oktan ədədi:			
Mühərrik üsulu ilə	88÷90	92÷94	91
Tədqiqat üsulu ilə	89÷91	94÷96	92÷93

Cədvəldən göründüyü kimi, izobutanın C-alkilləşməsi üçün optimal xammal butilenlərdir. Neft emalında alken xammalı kimi, adətən butan-butilen fraksiyası, alkenlərin ümumi miqdarına görə 50%-dən az propilenə malik propan-propilen fraksiyası ilə qarışıqından istifadə olunur.

C<sub>3</sub>-C<sub>5</sub> normal quruluşlu alkanlar alkilləşmə reaksiyasına girmir və inert əlavədir. Xammalda olan dienlər sulfat turşusu ilə qarşılıqlı təsir nəticəsində mürəkkəb məhsullar əmələ gətirir, turşu fazasında qalaraq onu durulaşdırır və məsrəfini artırır. Odur ki, xammalda dien karbohidrogenləri olmamalıdır. C-alkilləşmə xammalına, həmçinin nəmin və kükürlü birləşmələrin miqdarına da yüksək tələblər qoyulur. Əgər katalitik krekinq xammalı əvvəlcədən hidrotəmizləməyə uğradılmırsa, onda krekinqdən alınan butan-butilen fraksiyası (C-alkilləşmənin xammalı), adətən qələvi ilə və ya Meroks tipli proseslərdə kükürlü birləşmələrdən təmizlənir.

**Sulfat turşusu iştirakı ilə C-alkilləşmə prosesinin idarə olunmasının əsasları.** Material balansına və C-alkilləşmə məhsullarının keyfiyyətinə təsir edən əhəmiyyətli parametrlər təzyiq, temperatur, xammalın həcmi sürəti, turşunun qatılığı, izobutan:olefin və turşu:xammal nisbəti, xammalın turşu ilə qarışdırılma intensivliyidir.

**Təzyiq.** Maye fazada C-alkilləşmə zamanı təzyiqin dəyişməsi prosesə əsaslı təsir göstərmir. Təzyiq kataliz temperaturunda xammal karbohidrogenlərinin buxar elastikliyindən bir qədər çox olmalıdır. Adətən daxili soyutma sistemə malik reaktorlarda izobutanın butilenlərlə C-alkilləşməsi zamanı təzyiq 0,35-0,42MPa həddində saxlanılır. Əgər xammal propan-propilen fraksiyasına malikdirsə, onda reaktorda təzyiq bir qədər də artırılır.

**Temperatur.** Temperaturu artdıqda turşunun və karbohidrogenlərin özlülükləri azalır, onların qarışdırılması və dispersləşdirilməsi üçün əlverişli şərait yaranır. Bu, turşunun böyük sürətlə karbohidrogenləri sorbsiyasına səbəb olur və uyğun olaraq reaksiyaların hamısı sürətlənir. Bu zaman xammalın və katalizatorun qarışdırılmasına enerji məsrəfləri azalır ki, bu da prosesin iqtisadi göstəricilərini yaxşılaşdırır.

Amma temperaturun 15°C-din yuxarı qaldırılması əlavə reaksiyaların –

destruktiv alkilləşmə, polimerləşmə və karbohidrogenlərin yüksək dərəcədə sulfolaşmasının intensivləşməsinə səbəb olur. Bu zaman az şaxələnmiş karbohidrogenlərin miqdarı, turşunun məsrəfi artır, C-alkilləşmə reaksiyasının seçiciliyi azalır və alkilatın keyfiyyəti pisləşir. Temperaturun müəyyən həddə aşağı salınması reaksiyanın selektivliyinə, çıxımına və alkilatın keyfiyyətinə müsbət təsir edir. Reaksiyanın temperaturunun aşağı salınması zamanı limitləşdirici faktor olan turşunun özlülüyünün həddən artıq artması baş verir ki, bu da fazalar sərhəddindəki səthi böyük olan emulsiyaların yaradılmasını çətinləşdirir.

Praktikada C-alkilləşmənin optimal temperatur intervalı izobutanın butilenlə alkilləşmə reaksiyası üçün 5-13°C, izobutanın propilen ilə alkilləşməsi reaksiyası üçün 10-22°C qəbul olunmuşdur. Flüorid turşusunun katalitik iştirakı ilə C-alkilləşməsi su ilə soyudulduğundan, reaksiya istiliyinin kənarlaşdırılması daha səmərəli aparılır və burada temperatur 25-40°C-yə uyğun gəlir.

**İzobutan:olefin** nisbəti C-alkilləşmənin ən əhəmiyyətli parametrlərindən biridir. Aşağıda izobutanın butilen ilə nisbətinin sulfat turşusu iştirakı ilə C-alkilləşmənin çıxış göstəricilərinə təsiri verilir:

	İzobutan : olefin nisbəti		
	7:1	5:1	3:1
Alkilatın çıxımı (q.b.-177°C), % həcm	163	160	156
Alkilatın oktan ədədi (mühərrik üsulu ilə)	93,5	92,5	91,5

Bu nisbətə həddən artıq yüksəldilməsi kapital və istismar məsrəflərini artırır. Odur ki, nisbəti 10:1-dən çox artırmaq rentabelli deyil.

**Turşunun qatılığı.** Butan-butilen karbohidrogenlərin C-alkilləşməsi üçün tərkibində 88-dən 98%-ə qədər monohidrat olan sulfat turşusundan istifadə olunur. İşin gedişində onun qatılığının azalması yüksək molekullu polimer birləşmələrin və xammal ilə sistemə daxil olan suyun hesabına baş verir. Əgər turşunun qatılığı 88%-dən aşağı düşürsə, bu zaman alkilatın keyfiyyətini pisləşdirən əlavə reaksiyalar güclənir.

Propilen ilə C-alkilləşmə zamanı, qatılığı 100-101% olan turşudan istifadə olunması məqsədəuyğundur. Sulfat turşusunun su ilə durulaşması yüksək molekullu birləşmələrlə durulaşmaya nisbətən, katalizatorun aktivliyini daha intensiv azaldır. Bununla əlaqədar olaraq xammalın və sistemdə dövr edən karbohidrogenlərin dəqiqliklə qurudulması təklif olunur.

**Sulfat turşusu:xammal** nisbəti reaksiya qarışığında katalizatorun və xammalın qatılığını xarakterizə edir. Katalizator:xammal nisbəti optimal hədlərdə olmalıdır. Həmin optimal nisbətdə yüksək keyfiyyətli alkilatın maksimum çıxımı əldə olunur. Bu nisbətə optimal qiyməti (həcm ilə) 1,5-ə yaxındır.

**Xammalın verilməsinin həcmi sürəti** reaktorda katalizator həcminə vahid zamanda verilən xammalın nisbəti ilə ifadə olunur. Bu parametrin

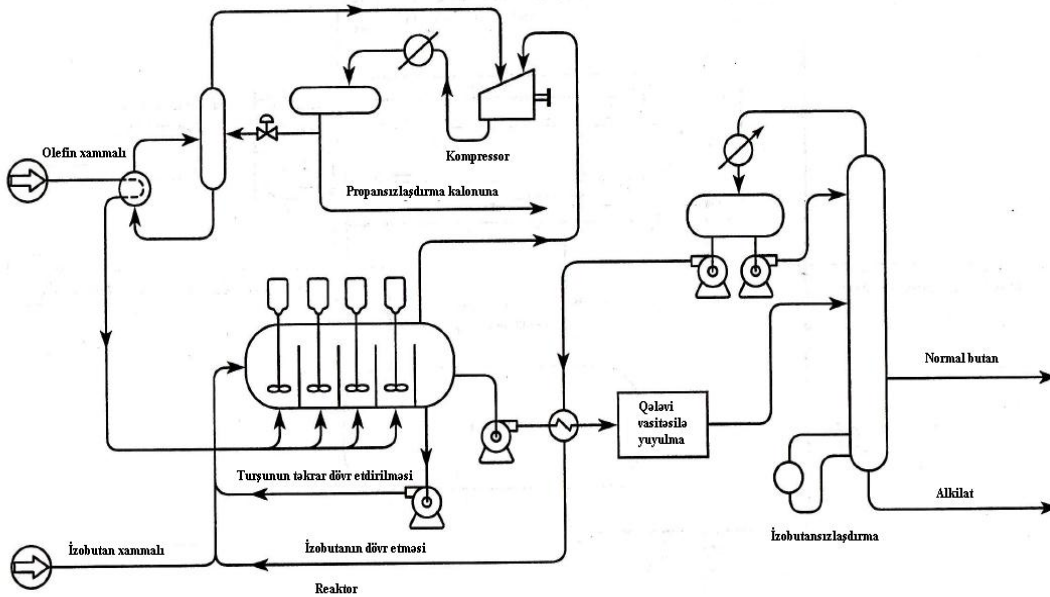


C-alkilləşməsinin nəticələrinə təsiri reaktorun konstruksiyasından daha çox asılıdır. Prosesə qarışdırıcı qurğusunun təsiri çox böyükdür və bu səbəbdən, əgər qarışdırma kifayət qədər səmərəli deyilsə, onda ola bilər ki, turşu kütləsinin hamısı karbohidrogen xammal ilə kontaktda olmasın. Eksperimental olaraq müəyyən edilmişdir ki, bütün operativ parametrlərin optimal qiymətlərində xammalın reaktorda olma müddəti 200-1200 s olur ki, bu da olefinlərin verilməsinin 0,3-0,5 saat sürətinə uyğun gəlir.

### 7.5.2. Sulfat turşusu iştirakı ilə alkilləşmə prosesləri.

Katalizator kimi sulfat turşusundan istifadə olunan əsas alkilləşmə prosesləri: **Exxon Mobil Research and Engineering** firmasının lisenziyalaşdırdığı özü-özünü soyutma prosesi və **Strat-ford Engineering** firmasının lisenziyalaşdırdığı maye axınla soyutma prosesidir. Bir neçə köhnə konstruksiyalı qurğular da var. Bu qurğularda qapalı konturlu, axının qismən götürülməsi ilə işləyən reaktorlardan istifadə olunur, amma artıq belə qurğular layihələşdirilmir.

Özü-özünü soyutmalı və axın ilə soyudulan proseslər başlıca olaraq reaktorların konstruksiyaları ilə və reaksiyanın istiliyin kənarlaşdırmaq üçün propanın və izobutanın buxarlanma nöqtələri ilə fərqlənilir. Özü-özünə soyutma ilə olan prosesin texnoloji sxemi şəkil 7.5.2.1-də verilmişdir.



Şəkil 7.5.2.1. Özü-özünü soyutma ilə sulfat turşusunun katalitik iştirakı ilə alkilləşmə

Özü-özünü soyutma ilə alkilləşmə prosesinin hər pilləsində turşu



karbohidrogen qarışığını emulsiyalaşdırmaq üçün qarışdırıcı kaskad reaktordan istifadə olunur. Olefin və ya izobutan qarışığı qarışdırıcı bölməyə verilir və burada onlar turşu ilə qarışdırılır ki, katalizatorun xammal ilə kontaktı və reaksiyanın seçiciliyi təmin olunsun. Temperaturu 5°C-ə yaxın saxlamaq üçün reaksiya 69 kPa-ya yaxın təzyiqdə aparılır.

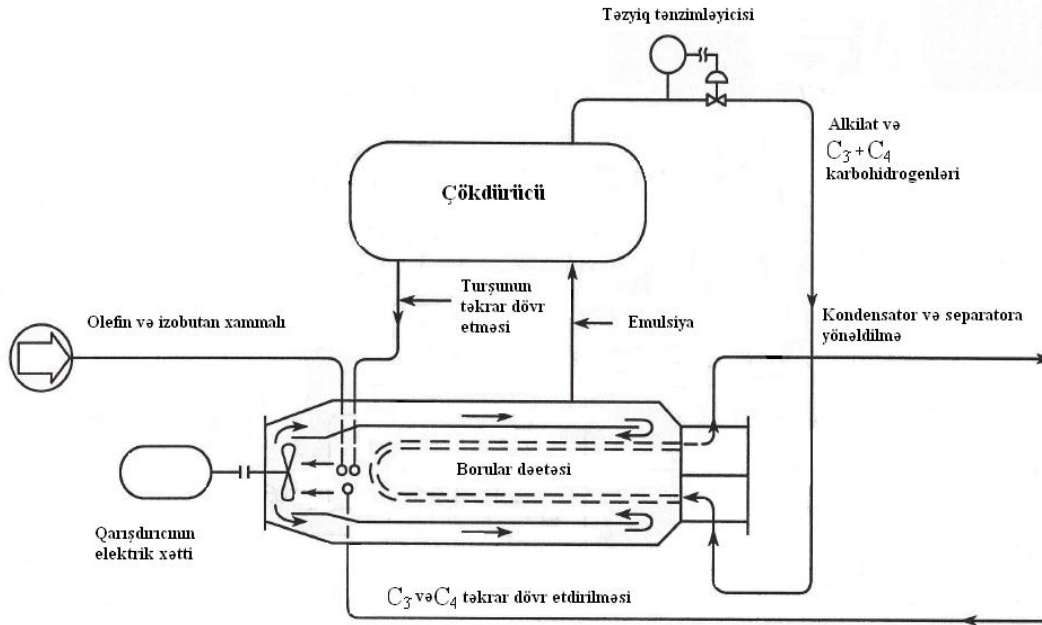
**Stratko** qurğularında və ya analoji reaktorlu digər qurğularda təzyiq kifayət qədər yüksək (310-420kPa) saxlanılır. Bu karbohidrogenlərin buxarlanmasının qarşısını alır. **Exxon Mobil** prosesində turşu və izobutan reaktorun birinci pilləsinə verilir və ardıcıl olaraq digər pillələrə keçir. Olefin bir neçə axına ayrılır və hər bir pilləyə verilir. **Exxon** qurğusunda olefin dövr edən izobutan ilə qarışdırılır və katalizator ilə kontakt üçün reaktorun ayrıca bölməsinə verilir.

Reaksiyanın istiliyini kənarlaşdırmaq üçün buxarlandırılan qaz kompromisləşdirilir və sıxılır. Bu mayenin bir hissəsi ekonomayzərdə buxarlandırılır ki, olefin xammalı reaktora verilməzdən əvvəl soyudulsun. Buxarlar ikinci dəfə kompromisləşdirməyə qaytarılır. Qalan maye propansızlaşdırma kolonuna göndərilir ki, sistemdə toplanmış artıq miqdarda propan kənarlaşdırılsın. Maye izobutan kolonun aşağısından çıxarılaq reaktorun birinci pilləsinə qaytarılır.

Reaktotun sonuncu pilləsindən turşu – karbohidrogen emulsiyası çökdürücüdə turşu və karbohidrogen fazasına ayrılır. Turşu regenerasiya üçün sistemdən çıxarılır. Karbohidrogen fazası natrium hidroksid ilə, sonra su ilə yuyulur ki, turşu qalığı kənarlaşdırılsın və sonra izobutansızlaşdırma kolonuna göndərilir. İzobutansızlaşdırma kolonuna verilən karbohidrogenlər izobutana (reaktora qaytarılır), normal butana və alkilata ayrılır.

Axin ilə soyutma prosesində (**Stratko**) birpilləli reaktordan istifadə olunur. Bu reaktorda temperatur soyuducu ilanvari borular vasitəsi ilə tənzimlənir (şək. 7.5.2.2).

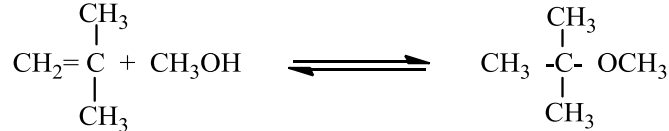
Reaktor qarışdırıcı ilə təchiz olunmuşdur və o, turşu-karbohidrogen qarışığını emulsiyalaşdırır və reaktorda dövrtməni həyata keçirir. Reaktorda orta qalma müddəti 20-dən 25 dəqiqəyə qədər olur. Reaktordan kənarlaşdırılan emulsiya fazalara ayrılmaq üçün çökdürücüyə göndərilir. Turşu prosesə qaytarılır, karbohidrogen fazanın təzyiqi azaldılır ki, o, qismən buxarlandırılınsın və bunun hesabına mayenin temperaturu, mənfi 1°C-yə qədər aşağı salınsın. Soyuq maye reaktorun borular dəsti üçün soyuq daşıyıcı kimi istifadə olunur. Buxarlanmış qazlar kompromisləşdirilir, sıxılır və propansızlaşdırma kolonuna göndərilir və burada maye propana və izobutana ayrılır, izobutan reaktora qaytarılır. Reaktorun borular dəstəsindən karbohidrogen maye izobutansızlaşdırma kolonuna verilir və burada izobutana, normal butana və alkilata ayrılır. İzobutan reaktora qaytarılır, normal butan və alkilat isə məhsul kimi götürülür.



Şək.7.5.2.2. Stratko kontakt reaktoru.

## 7.6 Metanolun izobutilen ilə o-alkilləşməsi

Prosesin təyinatı yüksək oktanlı oksigenli komponentin metanolun izobutilen ilə o-alkilləşməsi ilə alınmasıdır:



O-alkilləşmə, alkil qrupunun üzvü maddənin karbon-oksigen əlaqəsinə daxil edildiyi reaksiyalara aid edilir.

Prosesin məqsədli məhsulu metil-üçlü-butil efiridir (MTBE). Onun xassələri aşağıdakı kimidir:

Sıxlıq, $d_4^{20}$	0,7405
Temperatur, °C:	
qaynama	55,2
donma	-108,6
Buxarlanma istiliyi, kCoul/kq	342,3
Oktan ədədi:	
tədqiqat üsulu	115-135
mühərrik üsulu	98-101

Alkilat ilə müqayisədə MTBE daha yüksək oktan ədədinə malikdir və onun qaynama temperaturu aşağıdır. Bu da baza benzinin, əsasən baş fraksiyasının oktan ədədini artırmağa və bununla da detonasiya davamlılığının onun fraksiyalarında bərabər paylanmasına səbəb olur.

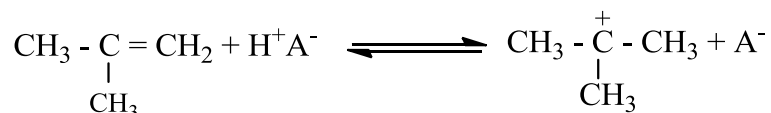
Əmtəlik avtobenzinlərə MTBE 5-15% miqdarında əlavə olunur və aşağıdakı üstünlükləri ilə fərqlənir: Efirə malik benzinlər oktan ədədini yüksəltməklə yanaşı, əlavə olaraq yanacaqların tam yanmasını təmin edir və üstü qazlarındakı zəhərli qazların miqdarını aşağı salır.

Bu səmərəli oktan artıran benzin komponentinin sənayedə istehsalı üçün neft xammalından (kömürdən və ya oduncaqdan) alınan, kifayət qədər ehtiyatı olan metanoldan və katalitik krekinq və ya piroliz (piroqazdan dienlər kənarlaşdırıldıqdan sonra) qurğularında alınan izobutandan istifadə olunur.

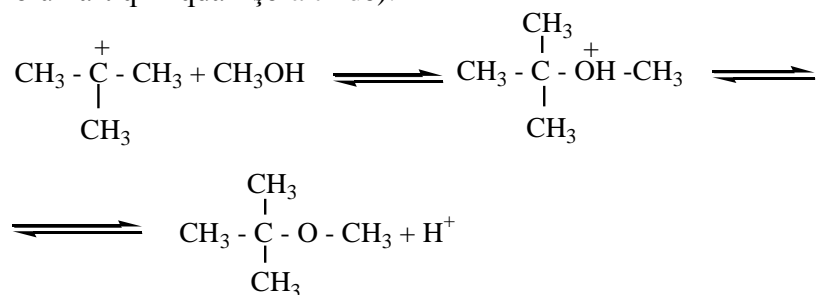
MTBE istehsalı üçün ilk sənaye qurğusu 1973-cü ildə İtaliyada istifadəyə verilib və onun illik gücü 100 min ton olub. Sonra analoji qurğular 1976-cı ildə Almaniya Federativ Respublikasında və 1980-cı ildə ABŞ-da istifadəyə verilib. O zamandan dünyada MTBE istehsalı fasiləsiz olaraq artmışdır. 1990-cı ildə dünyada MTBE istehsalı 7,5 milyon ton, o cümlədən ABŞ-da 1,5 milyon tona yaxın olmuşdur.

**Prosesin nəzəri əsası.** MTBE-nin izobutiləndən və metanoldan sintezi reaksiyası C-alkilləşmə reaksiyası kimi zəncirvari karbonium mexanizmi üzrə, 66 kCoul/mol istilik ayrılmaqla gedir və onun tarazlığı təzyiq artdıqda və temperatur azaldıqda sağa yerini dəyişir:

1. Metanolun izobutilen ilə O-alkilləşməsinin birinci mərhələsində izobutenin turş katalizatorun hidrid - ionu ilə protonlaşması baş verir:

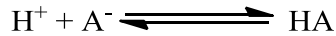


2. Əmələ gələn üçlü buten karbonium ionu metanol ilə reaksiyaya girir (metanolun artıq miqdarı şəraitində):



3. Əmələ gələn proton, sonradan izobuten ilə 1-ci mərhələdə olduğu kimi reaksiyaya girir.

4. Zəncirin qırılmasına səbəb protonun katalizatora qayıtması ola bilər:



MTBE sintezi zamanı əsas O-alkilləşmə ilə yanaşı, aşağıdakı əlavə reaksiyalar da gedir:

- izooktilen əmələ gəlməklə, izobutenin dimerləşməsi;
- ilkin xammalda olan su ilə izobutilenin hidratasiyası nəticəsində izobutil spirti əmələ gəlir;

- metanolun dehidrokondensləşməsi:



- əgər karbohidrogen xammalda izoamilen olarsa, onda onun metanol ilə O-alkilləşmə nəticəsində üçlü-amil efiri əmələ gəlir;

- əgər etanol olarsa, onda etil-tret-butil efiri (ETBE) əmələ qəlir.

**O-alkilləşmə katalizatorları.** Təklif olunmuş homogen (sulfat, fosfat, borat turşuları) və heterogen (alüminium oksid, seolitlər və s.) turşu katalizatorlardan başqa, MTBE sənaye sintezi proseslərində daha geniş yayılan sulfolaşmış iondəyişdirici qatranlardır. Sulfokationların polimer matrisası kimi müxtəlif tip polimerlərdən istifadə olunur: polikondensləşmiş (fenolformaldehid), polimerləşmə (stirolun divinil benzol ilə birləşməsi), flüorlaşmış polietilen, aktivləşmiş şüşə liflər və s.

Bunlar içərisində ən geniş yayılanlar iki tip stirol – divinilbenzol matrisalı sulfokationitlərdir: yüksək xüsusi səthli,  $1m^3/q$  (Daueks-50, KU-2) və makroməsəmli inkişaf etmiş xüsusi səthli ( $20-400 m^2/q$ ) (Amberlist-15, KU-23).

Sənayedə MTBE-nin sintezində sulfokationitdən istifadə edildikdə, yaranan çətinlik katalizator təbəqəsinin böyük hidrodinamik müqaviməti ilə əlaqədardır. Lazımi katalizləşdirici, kütlə mübadiləsi və hidrodinamik xassələr məcmusu əldə etmək üçün Rusiya Federasiyasında yüksək səmərəliliyə malik formalaşdırılmış ionit tipli KİF-2 katalizatoru yaradılmışdır. Bu katalizatorun qranulları böyük ölçülü olub yüksək mexaniki möhkəmliyə malikdir. KİF-2 kifayət qədər yüksək aktivlik, uzun xidmət müddəti, əlverişli ölçüləri və formaları ilə fərqlənir ki, bu da onun eyni zamanda rektifikasiya nasadkası kimi də istifadə edilməsinə və bir reaksiya-rektifikasiya aparatında reaktorun rektifikasiya ilə əlaqəli olmasına imkan verir:

- reaksiya zonasından fasiləsiz olaraq çıxarılması yolu ilə termodinamik tarazlığı aradan qaldırmaq hesabına, praktiki olaraq tam konversiya;

- prosesi daha aşağı təzyiqdə aparmağa və rektifikasiya proseslərini reaktorda aparmaq üçün reaksiyanın istiliyinin səmərəli istifadə edilməsi (prosesin enerji tutumunu azaldaraq);

- aparat tərtibatının sadələşdirilməsi və prosesin metal tutumunun xeyli azaldılması təmin olunur.

**Xammal.** MTBE sintezi prosesində karbohidrogen xammalı kimi daha çox

iki prosesin (katalitik krekinq və pirolizin) butan - butilen fraksiyasından (BBF) istifadə olunur. Bu fraksiyaların tərkibi belədir, (% kütlə):

Komponent	Katalitik krekinqin BBf fraksiyası	Pirolizin BBF fraksiyası (butadiendən təmizləndikdən sonra)
$\sum C_3$	1,9	<1,0
izobutan	32,0	2,0
n-butan	10,0	12,0
Buten-1+ buten-2	44,4	37,0
Izobutilen	10,0	48,0
$\sum C_5$	1,7	<0,1

Yanaşı qazlarda və ya qaz kondensatında olan n-butanın dehidrogenləşməsi və butilenlərin sonrakı izomerləşməsi ilə MTBE istehsalı üçün izobutilen ehtiyatını artırmaq olar.

**MTBE sintezi prosesinin ikinci xammal reagenti.** A markalı metanol (ГОСТ 2222-78) və onun tərkibi aşağıdakı kimidir:

Xarici görünüşü	rəngsiz şəffaf maye
Sıxlıq, q/sm <sup>3</sup>	0,792
Qaynama temperaturu, °C	64-65,5
Kütlə payı, % kütlə:	
metanol	99,92
su	0,05
sərbəst turşular (qarışqa turşusuna hesablanmaqla)	0,015
aldehidlər və ketonlar (asetona hesablanmaqla)	0,003
etil spirti	0,0001

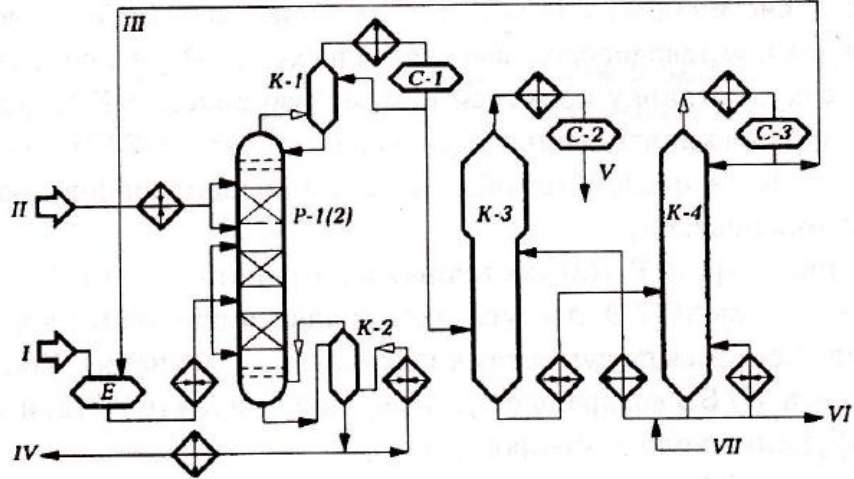
**Metanolun izobutilen ilə O-alkilləşməsi prosesinin idarə olunmasının əsasları.** MTBE-nin çıxımına və keyfiyyətinə təsir edən əhəmiyyətli operativ parametrlər: temperatur, təzyiq, xammalın verilməsinin həcmi sürəti və metanol:izobuten. Aşağıda MTBE-nin sintezi parametrlərinin optimal hədləri verilir:

Reaksiya zonasında temperatur	60-70°C
Təzyiq	0,7-0,75 MPa
BBF-in verilməsinin həcmi sürəti (katalitik krekinqin BBF-i)	1,5 saat <sup>-1</sup>
Metanol:izobutan nisbəti	10:1
Metanolun izobutenə görə dövriliyi	9,4:1

Bu şəraitlərdə rektifikasiya – reaktor aparatında izobutilenin konversiyası 99,5% kütlə təşkil edir.

Rusiya Federasiyasında metanolun izobuten ilə O-alkilləşməsi qurğusunun

texnoloji sxemi şəkil 7.6.1.-də verilir.



**Şəkil 7.6.1. Metil-üçlü-butil efirinin alınması qurğusunun prinsiplə texnoloji sxemi**  
 I - xammal (butan-butilen fraksiyası); II - təzə metanol ; III - dövr edən metanol; IV-metil-üçlü-butil efiri; V - işlənmiş butan-butilen fraksiyası ; VI - suyun atılması; VII - qələvi məhlulu

MTBE-nin alınması rektifikasiya – reaktor aparatında həyata keçirilir. Aparat orta reaktor zonasından, hər birində iki boşqab olan yuxarı və aşağı zonadan ibarətdir. Orta zona 3 katalizator təbəqəsinə ayrılmışdır. Qurğuda iki belə aparat var: bunlardan biri katalizator aktivliyini itirdikdən sonra (4000 saat işlədikdən sonra) ilkin xammal qarışığını kükürd və azotlu əlavələrdən, həmçinin dəmir ionlarını təmizləmək üçün (avadanlığın korroziyası səbəbindən dövr edən metanola keçən dəmir ionları) istifadə olunur. Beləliklə, növbə ilə birinci aparatda işlənmiş katalizator üzərində xammalın forkontakt rejimdə təmizlənməsi, digərində təzə katalizator üzərində MTBE-nin sintezi aparılır. Fortontakt aparatından (sxemdə göstərilməyib) boşaldılan katalizator regenerasiya olunmur (basdırılmağa göndərilir). Katalitik krekinq qurğusunda alınan butan-butilen fraksiyası merkaptansızlaşdırıldıqdan sonra dövr edən metanol E tutumundan keçərək forkontakt təmizləmə reaktorunun yuxarı hissəsinə verilir. Təmizlənmiş qarışıq istilikdəyişdiricidə 60°C-yə qədər qızdırılır və sintez zonasına, hər bir katalizator layının altına verilir (P-1(2)). Katalizatorun ifrat qızmasının qarşısını almaq üçün reaksiya zonasının yuxarı hissəsinə istilikdəyişdiricidə 50-60°C-yə qədər qızdırılmış təzə metanol verilir.

MTBE-dən metanol və karbohidrogen əlavələr olan maye məhsul P-1(2) kubundan çıxarılır və buxar ilə qaynadıcıya malik K-2 buxarlanma kalonuna göndərilir ki, burada əlavələrin quru buxarlandırılması həyata keçirilsin. Məqsədli məhsul MTBE K-2 kubundan çıxarılır və istilik dəyişdiricidən və soyuduculardan keçdikdən sonra əmtəə parkına göndərilir. P-1(2)-nin buxar fazası işlənmiş BBF,

metanol və MTBE-nin izlərindən ibarətdir. Onlar K-1 kalonuna (faktiki olaraq qarışdırma kondensatorudur) daxil olur ki, orada MTBE kondensləşsin. Kondensləşmiş MTBE P-1(2)-nin yuxarı boşqabına qaytarılır və soyuq suvarma funksiyasını yerinə yetirir.

K-1-in yuxarisından işlənmiş BBF-in və metanolun kondensləşməmiş buxarları kənarlaşdırılır, soyuducularda soyudulduqdan sonra C-1 separatorun tutumuna daxil olur. C-1-də işlənmiş BBF və metanola bölünməsi üçün kondensat K-3 ekstraktorunda (40°C və 0,9 MPa təzyiqdə) su ilə erstraksiya olunur. İşlənmiş BBF K-3-ün yuxarisından çıxarılır, soyuducuda soyudulduqdan sonra sistemin təzyiqi ilə əmtəə parkına və sonra emal üçün göndərilir (məsələn, C-alkilləşməyə). Dövr edən metanolun suda qovulması K-4 rektifikasiya kalonunda 0,02-0,06 MPa təzyiqdə və kubun temperaturu 120°C və kalonun yuxarisında temperatur 70°C olmaqla aparılır. K-4-ün yuxarisından çıxan metanol hava və su kondensator-soyuducularında soyudularaq kondensləşdirilir və C-3 reflyuks tutumuna yığılır. Metanolun bir hissəsi soyuq suvarma kimi K-4-ə verilir, qalan hissəsi E tutumuna verilir. K-4-dən çıxan su istilik dəyişdiricidə və soyuducuda soyudulduqdan sonra K-3 erstraktora göndərilir.

## VIII. NEFT XAMMALININ EMALININ HİDROKATALİTİK PROSESLƏRİNİN NƏZƏRİ ƏSASLARI VƏ TEXNOLOGİYASI

### 8.1 Hidrokatalitik proseslərin təsnifatı, təyinatı və əhəmiyyəti

Neft emalında hidrogen mühitində, katalizator iştirakı ilə aparılan proseslər hidrokatalitik proseslərə aiddir. Katalitik təsirin spesifikliyinə görə hidrokatalitik proseslər aşağıdakı tiplərə təsnif oluna bilər:

1. Neft xammalının hidrokatalitik reforminqləşdirilməsi:

a) düzqovulma benzinlərinin katalitik aromatləşdirilməsi (katalitik riforminq);

b) yüngül ( $C_4-C_6$ ) normal alkanların katalitik izomerləşməsi;

Bu proseslərin əsas məqsədi benzinlərin oktan ədədinin qaldırması, fərdi aromatik karbohidrogenlərin və ya yüngül izoparafinlərin alınmasıdır.

2. Neft xammallarının zənginləşdirilməsi üçün katalitik hidrogenləşməsi prosesləri :

a) yanacaq fraksiyalarının hidrotəmizlənməsi;

b) yüksək temperaturda qaynayan və qalıq fraksiyaların (vakuüm qazoylu, yağlar, parafinlər və neft qalıqları) hidrokükürdsüzləşdirilməsi.

Bu proseslər neft xammallarından hetero-üzvi birləşmələrin kənarlaşdırılması üçün tətbiq olunur.

3. Neft xammallarının katalitik destruktiv hidrogenləşməsi prosesləri (hidrokrekinq):

a) neft xammalının (yanacaq fraksiyaları, yağlar, hidravlik mayelər) selektiv hidrokrekinqi;

Bu prosesin məqsədi avtobenzinlərin oktan ədədini artırılması və hidroparafinsizləşdirmə yolu ilə aşağı temperaturda donan neft məhsullarının alınmasıdır;

b) vakuüm qazoyllarının və aşağı oktanlı benzinlərin yüngül hidrokrekinqi; uyğun olaraq katalitik krekinq xammalının hidrohazırlanması (eyni zamanda dizel fraksiyası almaqla) və benzində izoparafin karbohidrogenlərinin miqdarının artırılması;

c) distillat xammalının (vakuüm qazoylları) və neft qalıqlarının, neftin emalını dərinləşdirməsi məqsədi ilə dərin hidrokrekinqi;

d) reaktiv yanacaqlarının yağ distillatlarının hidroaromatiksizləşdirilməsi.

Müasir dünya neft emalında hidrokatalitik proseslər ikinci emal prosesləri arasında daha geniş yayılmışdır. Katalitik riforminq və hidrotəmizləmə istənilən NEZ-nin tərkibinə mütləq mənada daxil olan proseslərdir (xüsusən də kükürlü və yüksək kükürlü neftlərin emalı zamanı). Bu, aşağıdakı səbəblərlə bağlıdır:

- ümumi balansda kükürlü və yüksək kükürlü neftlərin payının fasiləsiz



olaraq çoxalması;

- təbiətin qorunmasına və neft məhsullarının keyfiyyətinə tələblərin sərtləşməsi;

- aktiv katalizatorlardan istifadə edilməklə katalitik proseslərin inkişafı və əvvəlcədən xammalın dərin hidrozənginləşdirilməsi (məsələn, katalitik riforminq və katalitik krekinq prosesləri üçün)

- neftin emalının daha da dərinləşdirilməsi ehtiyacı və s.

Neft xammalının yuxarıda göstərilən hidrokatalitik prosesləri üçün ümumi olan əlamətlər aşağıdakılardır:

1) Onlarda kimyəvi çevrilmələr bir prosesdə əmələ gələn (məsələn, katalitik riforminqdə) və digər prosesdə istifadə olunan hidrogenin təzyiqi altında aparılır;

2) Neft xammalının hidrokatalitik proseslərdə kimyəvi çevrilmələri bir və çoxfunksiyalı katalizator üzərində aparılır;

3) Müstəsna olmadan, hidrokatalitik proseslərin katalizatorlarının hamısının tərkibində hidrogenləşmə-hidrogensizləşmə homolitik reaksiyalarının getməsinə məsul olan komponentlər (Pt, Pd, Co, Ni və s.) vardır. İkinci komponent kimi izomerləşmə, siklləşmə, krekinq və s. heterolitik proseslərin həyata keçirilməsinə məsul olan (prosesin tipindən asılı olaraq) alüminium oksid, promotorlaşdırılmış turşu, alümosilikat, seolit, həmçinin molibden və volframin sulfidlərindən istifadə olunur (onlar p-keçiriciliyinə malikdir).

## **8.2 Katalitik riforminqin nəzəri əsasları və texnoloji prosesləri**

Katalitik riforminq prosesi benzinlərin oktan ədədini artırmaq və aromatik karbohidrogenlərin (benzol, toluol, ksilollar) alınması üçün nəzərdə tutulur. Prosesdə ucuz hidrogenin alınması əhəmiyyətlidir, çünki hidrogen digər katalitik proseslərdə də geniş istifadə olunur.

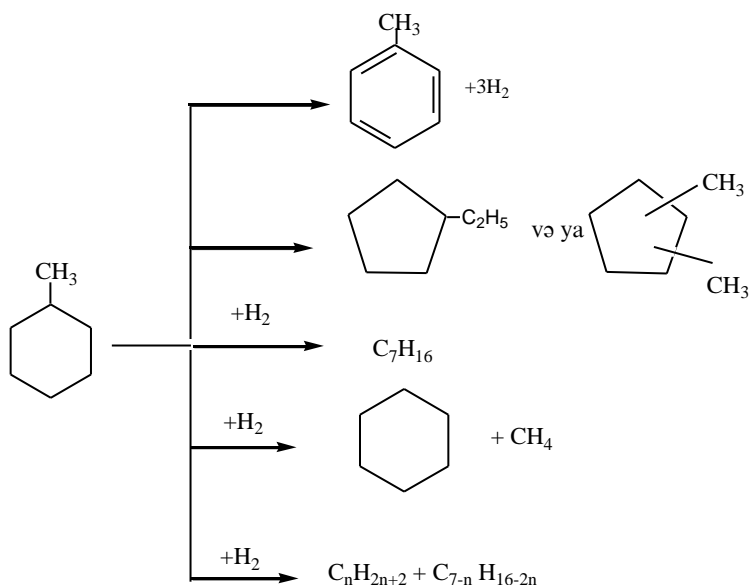
Əksər neftlərin benzin fraksiyaları 60-70% parafin, 10% aromatik və 20-30% beş- və altıüzvlü naften karbohidrogenlərindən ibarətdir.

Katalitik krekinq xammalı kimi düzqovulma benzini ilə yanaşı, ikinci proseslərin – koklaşmanın və termiki krekinqin (dərin hidrozənginləşdirmədən sonra), həmçinin hidrokrekinq benzinlərindən də istifadə olunur.

Düzqovulma benzinlərin çıxımı çox deyil (neftə nəzərən 15-20%-ə qədər). Bundan başqa benzinin bir hissəsi başqa məqsədlər üçün istifadə olunur (piroloz xammalı, hidrogen istehsalı, həlledicilərin alınması və s.). Odur ki, katalitik riforminq qurğularında emal olunan xammalın ümumi miqdarı, adətən neftlərdəki benzin fraksiyalarının potensial miqdarından çox olmur.

### 8.2.1. Prosesin termodinamikası və mexanizmi.

**Sikloalkanlar.** Sikloheksanlar reforminq şəraitində uyğun arenlərə qədər dehidrogenləşir, siklopentanlara izomerləşir, hidrogenolizə və hidrokrekinqə uğrayır. Reforminq zamanı metilsikloheksanın reaksiyaları aşağıdakı sxem üzrə gedir:



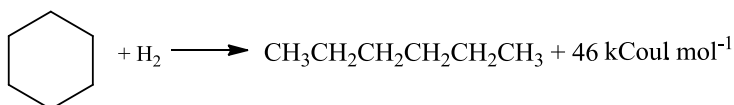
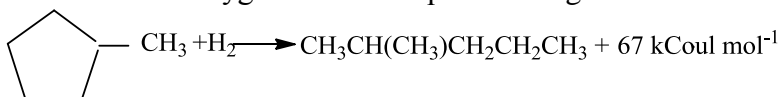
Sikloheksanın və onun törəmələrinin dehidrogenləşmə reaksiyası endotermikdir.



Temperaturun artması arenlərin tarazlıq çıxımını artırır.

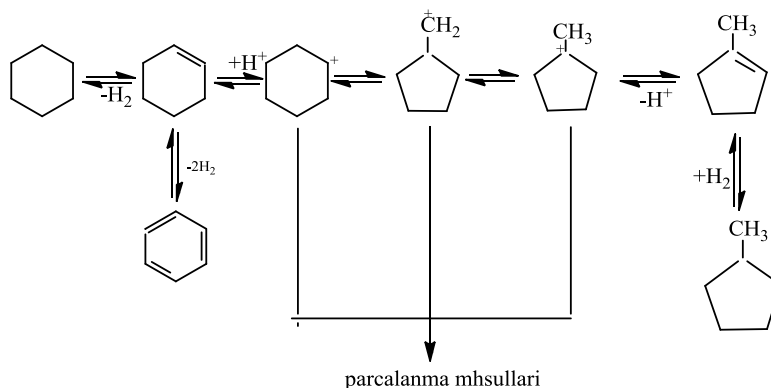
**Sikloheksanların siklopentanlara izomerləşməsi.** Proses endotermikdir, reaksiyasının tarazlığı  $20\text{K}\cdot\text{Coul}\cdot\text{mol}^{-1}$ -da baş verir. Temperatur artdıqca, tarazlıq siklopentanlara doğru yerini dəyişir.

Sikloalkanların uyğun alkanlara qədər hidrogenolizi ekzotermikdir:

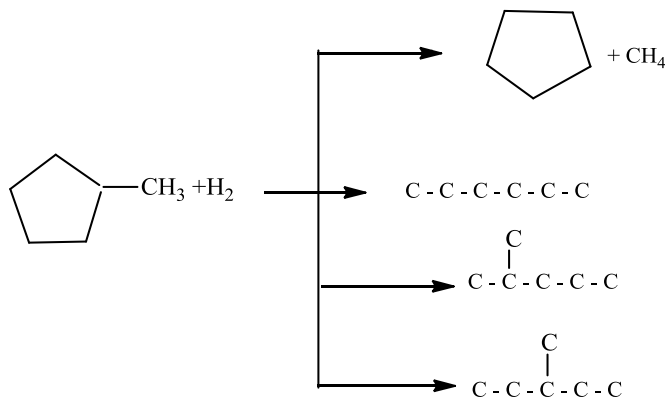


Temperatur artdıqca tarazlıq sikloalkanların alınması tərəfə yerini dəyişir. Təzyiq və hidrogenin miqdarı artdıqda, hidrogenoliz termodinamiki cəhətdən daha əlverişli olur.

Hidrokrekinq istilik ayrılması ilə gedir. Katalitik krekinq zamanı sikloheksanın reaksiyalarının mexanizmi, yaxınlaşmış olaraq aşağıdakı sxem üzrə təsvir oluna bilər:



Paralel olaraq dehidrogenləşmə, izomerləşmə və krekinq reaksiyaları da baş verir, sonra doymamış karbohidrogenlər hidrogenləşir, eyni zamanda aktiv hidrogenləşmə - dehidrogenləşmə mərkəzində müəyyən dərəcədə hidrogenoliz baş verir:



Hidrogenləşmə-dehidrogenləşmə reaksiyaları katalizatorun oksidləşdirici-reduksiyaedici aktiv mərkəzlərində, karbokation reaksiyalar isə turş mərkəzlərdə gedir.

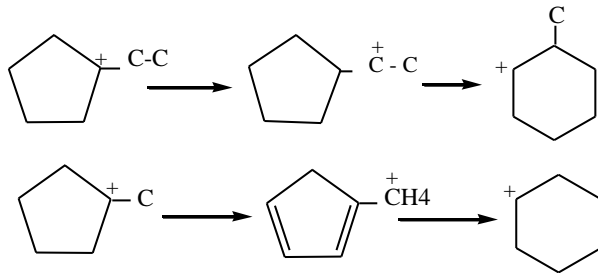
Arenlərin, izomerləşmə və parçalanma məhsullarının çıxımlarının nisbəti katalizatorun xassələrindən və reaksiyaların aparılma şəraitindən asılıdır.

Verilmiş temperaturda təzyiq artıqca, sikloheksanın çevrilmə dərəcəsi və çevrilmiş sikloheksana görə benzolun çıxımı kəskin azalır, metilsiklopentanın çıxımı isə artır. Bu, onunla izah olunur ki, sikloheksanın dehidrogenləşməsi

reaksiyası izomerləşmə reaksiyasına nəzərən xeyli böyük sürətlə gedir. Təzyiqin artması benzolun termodinamiki mümkün olan çıxımını azaldır və bu halda, ümumi çevrilmə izomerləşmənin sürəti ilə müəyyən olunur.

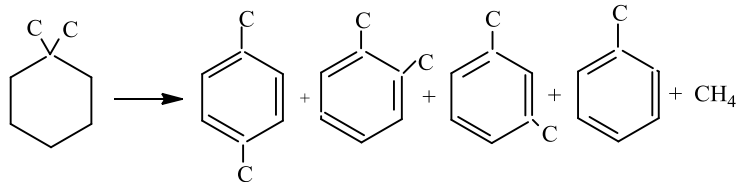
Katalizatorun yüksək turşu aktivliyi sikloheksanların siklopentanlara izomerləşməsi hesabına, arenlərin çıxımının azalmasına səbəb ola bilər.

Alkilsiklopentanlar riforminq zamanı yuxarıda sikloheksan üçün göstərilmiş sxem üzrə çevrilmələrə məruz qalır. Metilsiklopentanın aromatikləşmə sürəti və çevrilmiş metilsiklopentana nəzərən benzolun çıxımı sikloheksanda olduğundan az, krekinq məhsullarının çıxımı işə çoxdur. Temperatur yüksəldikcə metilsiklopentanın benzola çevrilməsi, digər şəraitlər eyni qaldığı halda artır. Etilsiklopentan metilsiklopentana nəzərən xeyli asan aromatikləşir. Bu, izomerləşmənin metilsiklopentanın izomerləşməsindən az endotermikliyi ilə izah olunur:

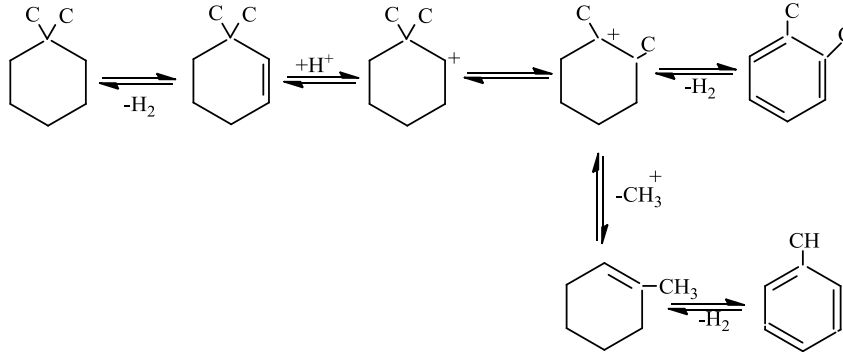


Birinci reaksiyada üçlü-karbokation ikili karbokationa, ikinci reaksiyada isə üçlü-karbokation birli karbokationa izomerləşir.

Qem-əvəzli sikloheksanlar ya alkil qrupunun qopması və ya miqrasiyası ilə izomerləşir:



Gördüyünüz reaksiya, əsasən bu sxem üzrə gedir:



Qem-əvəzli sikloheksanların aromatikləşməsi uyğun alkilsikloheksanlara nəzərən daha çətin gedir.

Molekulunda karbon atomlarının sayı 10-dan çox olan sikloalkanlar riforminq şəraitində yüksək çıxımla naftalinlərə və digər kondensləşmiş aromatik karbohidrogenlərə çevrilir.

**Alkanlar.** Alkanlar riforminq zamanı izomerləşmə, dehidrogenləşmə və hidrokrekinq reaksiyalarına məruz qalır.

Dehidrogenləşmə  $251 \pm 7 \text{ kCoul} \cdot \text{mol}^{-1}$  istilik udulması ilə gedir.



Alkanların dehidrosiklləşməsi sikloalkanların aromatikləşməsinə nəzərən xeyli çətin gedir; arenlərin verilmiş çıxımı sikloalkanlarda olduğuna nəzərən xeyli yüksək temperaturlarda termodinamiki cəhətdən mümkündür. Alkanın karbon zənciri böyüdükcə, dehidrosiklləşmə reaksiyasının tarazlıq sabiti artır.

Təzyiqin artması alkanların dehidrogenləşməsi zamanı arenlərin termodinamiki mümkün çıxımını sikloheksanlara nəzərən nəzərə çarpacaq dərəcədə azaldır:



reaksiyası üçün tarazlıq sabiti aşağıdakı kimi ifadə oluna bilər:

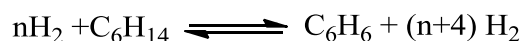
$$K_p = \frac{P_p^{\text{C}_6\text{H}_6} (P_p^{\text{H}_2})^3}{P_p^{\text{C}_6\text{H}_{12}}} = \frac{x (3x + n)^3}{(1-x) (1+3x+n)^3} p^3$$

$P_p^i$  - i komponentinin parsial təzyiqi (termodinamiki tarazlıq qarışığında);

$P$  - ümumi təzyiq;

$X$  - tarazlıqda çevrilmə dərəcəsi.

Analoji olaraq



reaksiyası üçün

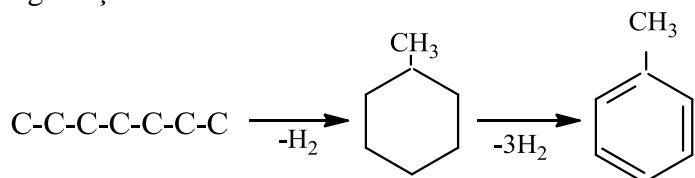
$$K_p = \frac{P_p^{\text{C}_6\text{H}_6} (P_p^{\text{H}_2})^4}{P_p^{\text{C}_6\text{H}_{14}}} = \frac{x (4x + n)^4}{(1-x) (4x+n+1)^4} p^4$$

Təzyiq  $m$  dəfə artdıqda  $K_p$ -nin qiyməti, verilmiş  $x$  çevrilmə dərəcəsinə çatması üçün lazım olan miqdarda artır. Sikloheksanların dehidrogenləşməsi zamanı  $m^3$ , alkanların dehidrogenləşməsi zamanı  $m^4$  dəfə artır. Lakin temperatur artdıqca, dehidrogenləşmənin tarazlıq sabiti dehidrogenləşmədə olduğuna nəzərən daha çox artır, çünki birinci reaksiyanın istilik effekti  $42 \text{ kCoul} \cdot \text{mol}^{-1}$ -dur.

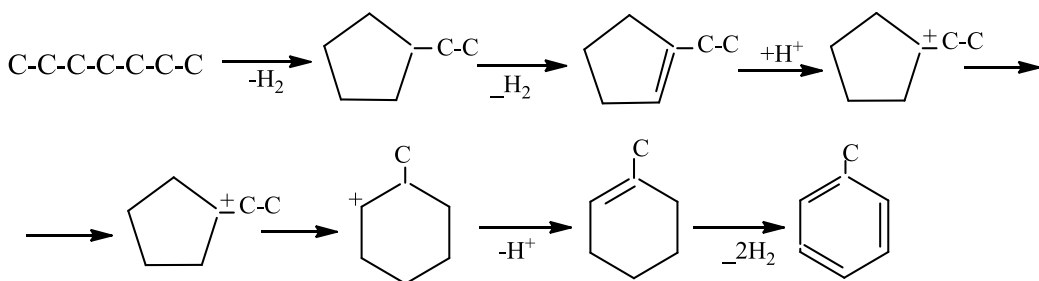
Alkanların aromatikləşmə mexanizmi sikloalkanların aromatikləşməsi

mexanizminə nəzərən az öyrənilmişdir. Aşağıdakı aromatləşmə yolları mümkündür:

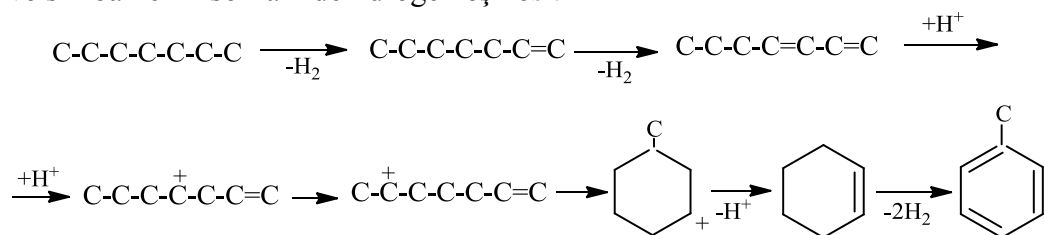
1. Uyğun sikloalkana metallik aktiv mərkəz üzərində siklləşmə, sonra dehidrogenləşmə:



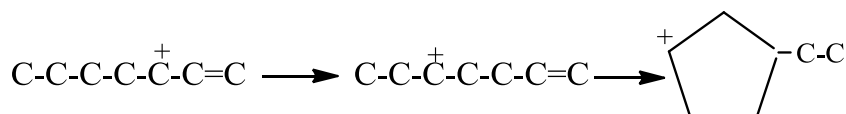
2. Metallik aktiv mərkəzlər üzərində uyğun siklopentana siklləşmə, sonra metallik və turşu aktiv mərkəzlərdə alkilsiklopentanların çevrilmələri:



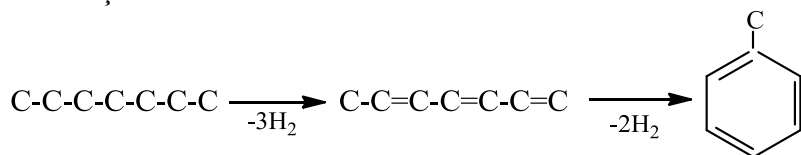
3. Dehidrogenləşmə, alkenilkarbokationun əmələ gəlməsi, onun siklləşməsi və sikloalkenin sonrakı dehidrogenləşməsi:



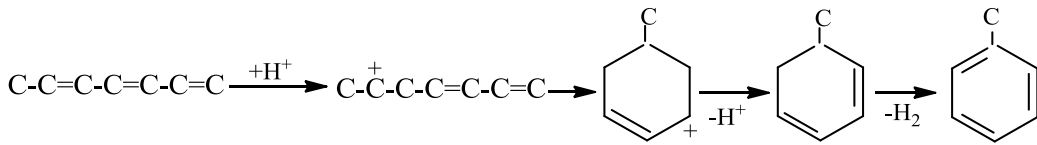
və ya



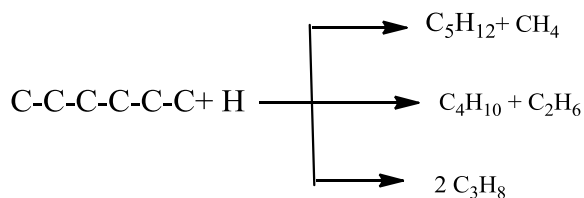
4. Trienə qədər dehidrogenləşmə, metallik və turşu aktiv mərkəzlər üzərində sonrakı siklləşmə:



və ya

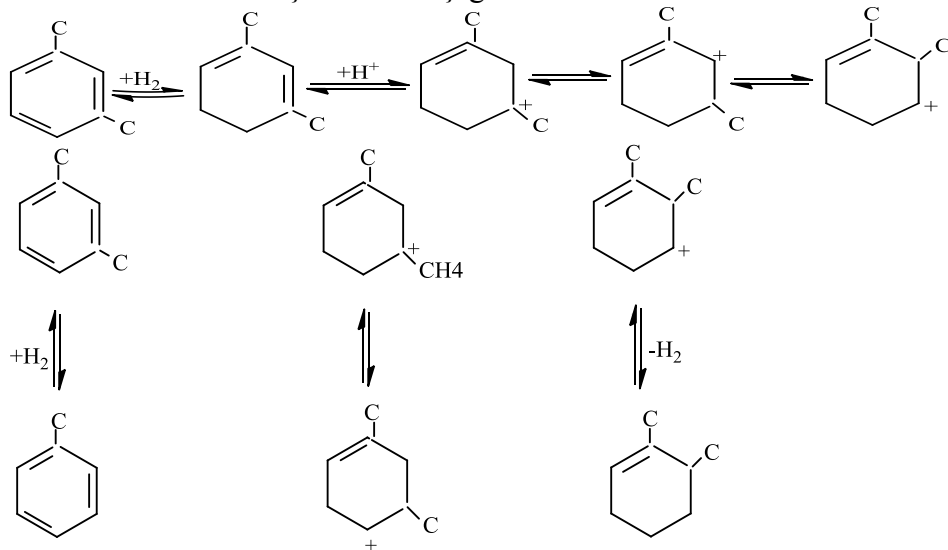


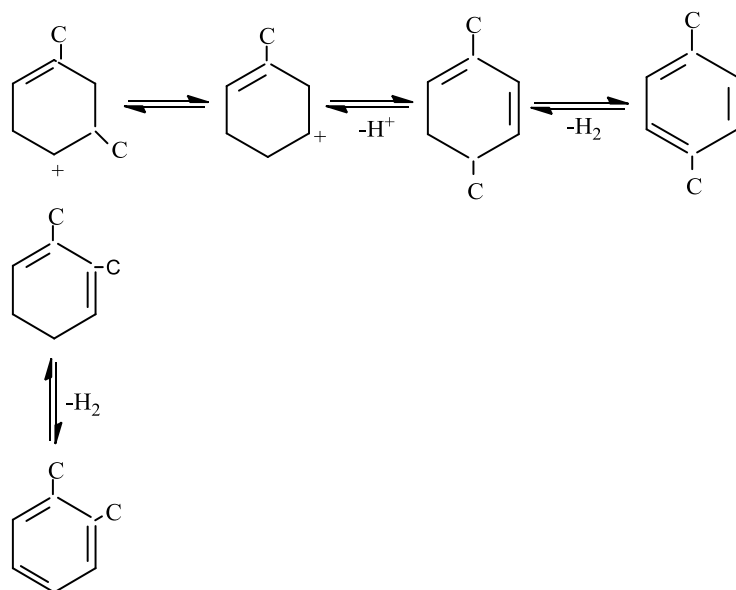
Eksperimental məlumatlar göstərir ki, aromatikləşmə bu yollar ilə gedə bilər, lakin aktiv turşu mərkəzlərinə malik olmayan katalizator üzərində bu proses az sürətlə gedir. İzomerləşmə və karbokationun parçalanması izoalkanların əmələ gəlməsinə səbəb olur. Metallik aktiv mərkəzlər üzərində hidrogenoliz kiçik molekullu alkanlar verir:



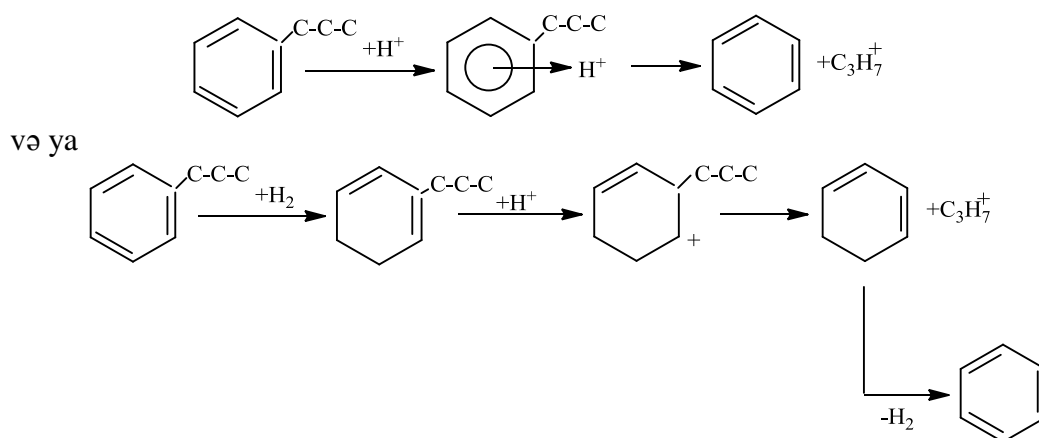
Alkanların riforminqi zamanı arenlərin çıxımı sikloalkanlarda olduğundan xeyli az, hidrokrekinq məhsullarında çoxdur. Alkan molekulunda karbon atomlarının sayı və temperatur artdıqda, eyni zamanda təzyiq azaldıqda arenlərin çıxımı artır. Molekul kütləsi artdıqca alkanların çevrilmələri artır. Eyni şəraitlərdə temperatur yüksəldikcə hidrokrekinq məhsullarının çıxımı artır və ilkin alkanın izomerlərinin çıxımı azalır. Təzyiqin artması hidrokrekinq və izomerləşmə məhsullarının çıxımını artırır.

**Arenlər.** Katalitik riforminq zamanı arenlər izomerləşməyə və dealkilləşməyə məruz qalır. Təzyiqin artması izomerləşməni və dealkilləşməni sürətləndirir. M-kisillərin çevrilməsi aşağıdakı sxem üzrə təsvir oluna bilər:





Aktiv turşu mərkəzləri üzərində metilbenzolların dealkilləşməsi prosesi yüksək endotermikliyə malik olduğu üçün, çətin gedir və görünür ki, aktiv mərkəzlər üzərində hidrogenləşmə-dehidrogenləşmə baş verir. Alkil-zəncirində 3 və daha çox karbon atomları olan alkilbenzollar üçün aktiv turşu mərkəzləri üzərində dealkilləşmə baş verir:



### 8.3 Katalizatorlar, onların təsir mexanizmi

Katalitik riforminq prosesi bifunksional katalizatorlar üzərində aparılır və burada katalizator turşu və hidrogenləşdirici funksiyalarını həyata keçirir.

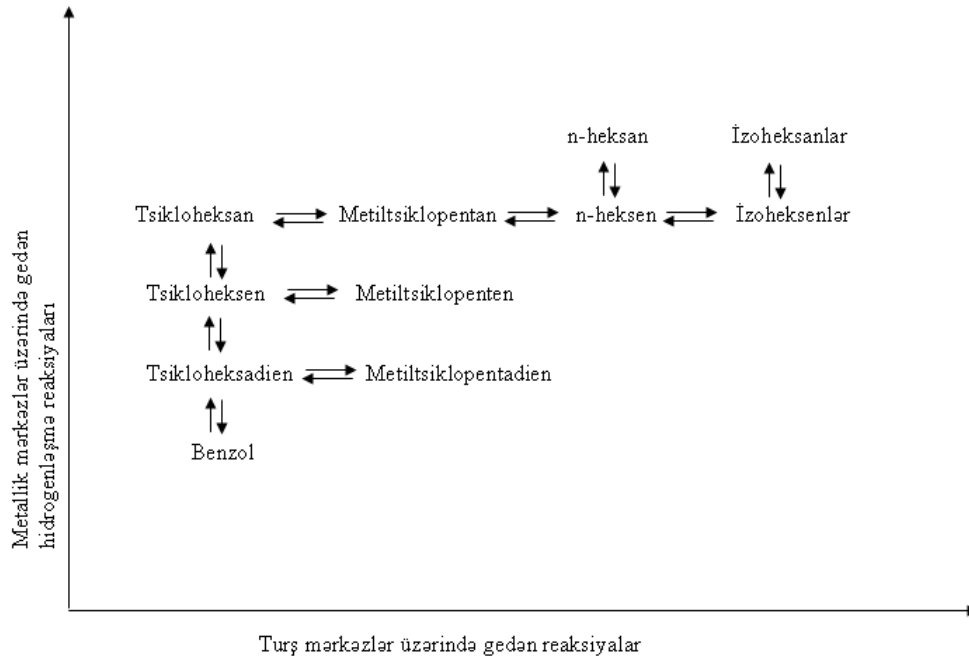


Homolitik hidrogenləşmə və dehidrogenləşmə reaksiyası platin və ya renium, iridium, qalay, qallium, germanium ilə promotorlaşdırılmış platin metal mərkəzlərində gedir. Bu metallar incə dispersləşmiş vəziyyətdə daşıyıcı üzərində yerləşdirilir.

Riforminqin sənaye katalizatorlarında turşu funksiyasını daşıyıcı oynayır. Daşıyıcı kimi alüminium oksiddən istifadə olunur. Daşıyıcının turşu funksiyasını gücləndirmək və tənzimləmək üçün katalizatorun tərkibinə hallogen: flüor və ya xlor əlavə olunur. Hazırda yalnız xlorlu katalizatorlardan istifadə olunur. Xlorun miqdarı 0,4– 2,0% (kütlə) təşkil edir.

Bifunksional mexanizmi sübut etmək üçün əvvəlcə yalnız turş mərkəzlərə, sonra isə yalnız metallik mərkəzlərə malik olan katalizatorlardan istifadə olunmuş və hər iki halda katalizatorlar olduqca az aktivliyə malik olmuşlar. Əksinə, onların ikisinin mexaniki qarışıqları kifayət qədər aktiv olur. Bifunksional kataliz sayəsində ilkin benzinin karbohidrogen tərkibini köklü şəkildə dəyişmək və onun oktan göstəricisini 40-50 punkt qaldırmaq olur.

Şəkil 8.3.1.-də n-hekstanın nümunəsində bifunksional riforminq katalizatoru üzərində ardıcıl gedən reaksiyalar sxematik olaraq göstərilmişdir.

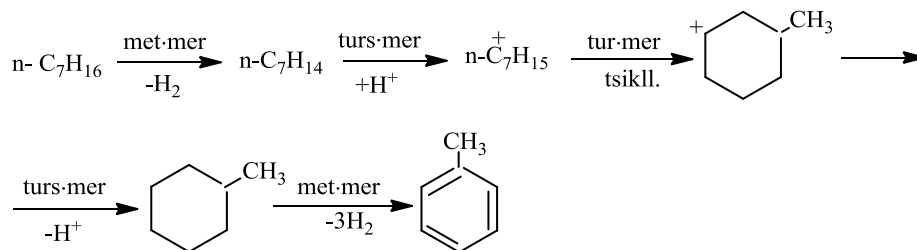


**Şəkil 8.3.1. Bifunksional katalizator üzərində C<sub>6</sub> karbohidrogenlərin ardıcıl reaksiyaları**

Şəkildə absis oxuna paralel verilmiş reaksiyalar (izomerləşmə, siklləşmə) turşu mərkəzlər üzərində, ordinat oxuna paralel göstərilmiş reaksiyalar metallik hidrogenləşdirmə – dehidrogenləşmə mərkəzləri üzərində baş verir. Bu sxemə uyğun olaraq, n-heksan əvvəlcə metallik mərkəzlər üzərində dehidrogenləşir və heksen əmələ gəlir ki, o da qonşu turşu mərkəzə miqrasiya olunur (yerini dəyişir) və burada protonlaşaraq ikili karbonium ionu əmələ gətirir, sonra izoheksenə izomerləşir və ya metil siklopentana siklləşir və sonradan sikloheksenə izomerləşir (izoheksenin dərhal sikloheksana siklləşməsi də mümkündür). Sikloheksan metallik mərkəzlər üzərində dehidrogenləşərək, son məhsul olan benzola çevrilir.

Aromatik karbohidrogenlərin əmələ gəlməsinin digər marşrutları da mümkündür.

n-Heptanın dehidrosiklləşməsi reaksiyasının sxemi aşağıdakı şəkildə göstərilə bilər:



Riforminq katalizatoru üzərində platin təkcə hidrogenləşmə – dehidrogenləşmə reaksiyalarını sürətləndirmir, həm də onun səthində koks əmələgəlməni ləngidir. Bu, onunla əlaqədardır ki, platin səthinə adsorbsiya olunmuş hidrogen əvvəlcə dissosiasiya, sonra aktiv hidrogen katalizatorun turşu mərkəzlərinə diffuziya olunur. Koksogenlər hidrogenləşir və səthdən desorbsiya olunur. Bu səbəbdən digər bərabər şəraitlərdə koksun əmələ gəlməsi simbat olaraq hidrogenin təzyiqindən asılı olur. Odur ki, riforminq katalizatorlarında platinin minimum miqdarı hər şeydən əvvəl elə müəyyən edilir ki, təkcə daşıyıcının səthində lazımi sayda aktiv mərkəzlər əmələ gətirməyə yox, həm də katalizatorun səthini “təmiz” saxlamağa kifayət etsin.

Monometallik alümin platin riforminq katalizatorlarında platinin miqdarı 0,3-0,8% kütlə olur. Çox əhəmiyyətlidir ki, platin daşıyıcı üzərinə kifayət qədər yaxşı dispersləşsin. Platinin dispersliyi yüksəldikcə, katalizatorun aktivliyi də artır.

Son illərdə riforminq prosesində olan inkişaf bimetallik və sonralar isə polimetallik katalizatorların işlənilməsi və hazırlanması və tətbiqi ilə bağlıdır. Belə katalizatorlar yüksək aktivliyə, selektivliyə və stabilliyə malik olur.

Promotorlaşdırma üçün istifadə olunan katalizatorları iki qrupa ayırmaq olar. Onlardan birincisinə VIII qrupun metalları – **renium** və **iridium** daxildir.

Onlar hidrodəhidrogenləşmə və hidrogenoliz katalizatorları kimi tanınır. Modifikatorların digər qrupuna riforminq reaksiyalarında praktiki olaraq aktiv olmayan **germanium, qalay və qurğuşun (IV qrup elementləri), qallium, indium və nadir torpaq elementləri (III qrup) və kadmium (II qrup) elementi**), bimetallik katalizatorlara **platin-renium və platin-iridium** aiddir və onların tərkibinə 0,3-0,4% kütlə platin və təxminən bir o qədər də renium və iridium daxildir. Renium və iridium platin ilə bimetallik ərinti əmələ gətirir (daha doğrusu, Pt-Re-Re-Pt tipində klaster). Proses uzun müddət aparıldıqda bu klasterlər platin kristallarının iriləşməsinə rektistallaşmasına mane olur. Katalitik aktivliyə malik bimetallik klaster katalizatorlar, adətən, nəcib metalların yüksək inkişaf etmiş səthə malik daşıyıcı üzərinə daxil edilməsi ilə alınır və yüksək termiki davamlılığı ilə yanaşı, daha bir əhəmiyyətli üstünlüyə – molekulyar hidrogenin dissosiasiyasına və atomar hidrogenin miqrasiyasını həyata keçirmək qabiliyyətinə malikdir. Nəticədə koks çökməsi katalizatorun metallik mərkəzlərində deyil, digər sahələrdə əmələ gəlir və bu da kokslaşmanın yüksək olduğu hallarda belə (katalizator üzərində 20%-ə qədər koks) katalizatorun aktivliyinin saxlanması səbəb olur. Bimetallik katalizatorlardan platin-iridium katalizatoru parafinlərin dehidrosiklləşməsi reaksiyalarında stabilliyə və aktivliyə görə tək-cə monometallik yox, həm də platin-renium katalizatorundan üstündür. Bimetallik katalizatorların istifadəsi riforminq prosesində təzyiqi azaltmağa (3,5-dən 2-1,5MPa-ya qədər) və oktan ədədi tədqiqat üsulu ilə 95 punkta qədər olan benzinin çıxımını 6%-ə qədər artırmağa imkan verir. Polimetallik klaster katalizatorlar bimetallik katalizatorlarda olduğu kimi stabildir, amma yüksək aktivliyi, selektivliyi ilə seçilir və onlar riformatın daha böyük çıxımını təmin edir. Onların istifadə müddəti 6-7 ildir və bu üstünlük onunla əlaqədardır ki, modifikatorlar platin ilə (və ya promotorlarla) kristallik strukturlu, səthdə incə dispersləşmiş klasterlər əmələ gətirir ki, bu da multiplet xemosorbsiyadan keçməklə aromatizləşmə reaksiyasının getməsi üçün daha əlverişlidir (həndəsi daha uyğun və energetik daha əlverişli struktur əmələ gəlməsi hesabına). Polimetallik katalizatorların digər üstünlükləri arasında platinin çox az miqdarda olduqda belə yaxşı işləyə bilməsi və regenerasiya olunması da qeyd edilməlidir. Polimetallik katalizatorların uğurla istifadəsi yalnız müəyyən şərtləri yerinə yetirdikdə əldə olunur:

- riforminq xammalında kükürdün miqdarı  $1 \cdot 10^{-4}$ % (kütlə)-dən çox olmamalıdır və bunun üçün ilkin hidrotəmizləmə blokunda dərin hidrozənginləşdirmə tələb olunur;

- dövr edən qazda nəmin miqdarı  $(2-3) \cdot 10^{-3}$ % (mol)-dan artıq olmamalıdır;

- təzə və rəqenerasiya olunmuş katalizatora malik qurğu işə salınarkən, inert qaz kimi təmiz azot (məsələn, maye havanın qovulması ilə alınan azot) istifadəsi tələb olunur;

- katalizatoru reduksiya etmək üçün elektrolitik hidrogen istifadəsi daha

əlverişlidir.

Hazırda Rusiya Federasiyasında riforminq katalizatoru kimi monometallik (АП-56 və АП-64), bimetallik (КР-101 və КР-102), polimetallik (КР-104, КР-106, КР-108 və платин erionit (СГ-3П) katalizatorları istehsal olunur.

#### **8.4 Riforminq prosesinin idarə olunmasının əsasları**

Riforminq xammalının keyfiyyəti benzinin fraksiya və kimyəvi tərkibi ilə müəyyən olunur.

Xammalın fraksiya tərkibi prosesin məqsədindən asılı olaraq seçilir. Əgər riforminq fərdi aromatik karbohidrogenlər istehsal etmək məqsədi ilə aparılırsa, onda benzol, toluol və ksilollar üçün  $C_6$  (62-85°C),  $C_7$  (85-105°C) və  $C_8$  (105-140°C) uyğun fraksiyalarından və yüksək oktanlı benzin komponenti almaq üçün aparılırsa, onda adətən,  $C_7$ - $C_{10}$  karbohidrogenlərə uyğun gələn 85-180°C fraksiyadan istifadə olunur.

Fraksiyanın orta molekul kütləsi və uyğun olaraq onun qaynama temperaturu artdıqca, riformatın çıxımı tədricən yüksəlir (bu, xüsusən də daha sərt şəraitində (495°C) hiss olunur). Yalnız 120-140° və 140-180°C-də qaynayan fraksiyaların riforminqi həyata keçerildikdə, onda riformatın çıxımı praktiki olaraq eyni qalır. Fraksiya tərkibindən və fraksiyanın orta molekul kütləsindən analoji olaraq asılılıq aromatik karbohidrogenlərin çıxımında və riformatın oktan ədədində müşahidə olunur.

Benzinin 85°C-ə qədər qaynayan fraksiyasının riforminqi zamanı az qiymətli benzol və əsasən, hidrokrekinq məhsulları əmələ gəlir.

Məlumdur ki, aromatik karbohidrogenlərin qaynama temperaturu, ondakı karbon atomlarının sayına uyğun gələn parafinlərin və naftenlərin qaynama temperaturundan 10-15°C yuxarı olur. Odur ki, benzinin kənar fraksiyaları asan və dərin aromatləşsə də, riforminq xammalının son qaynama temperaturu uyğun olaraq aşağı olmalıdır. Xammalın fraksiya tərkibi, həmçinin katalizatorun kokslaşmasına əsaslı təsir göstərir. n-Parafinlərin, naftenlərin və aromatik karbohidrogenlərin molekullarında karbon atomlarının sayı və daha dar benzin fraksiyalarının orta qaynama temperaturu riforminq katalizatorlarının kokslaşmasına da təsir edir. Molekulunda karbon atomlarının sayı 5-ə qədər olduqda, koks əmələgəlmə artır, karbon atomlarının sayı 7-dən çox olduqda zəifləyir və 10-dan başlayaraq isə bu proses daha da intensivləşir.

Aromatik karbohidrogenlərin riforminqi zamanı, molekulda karbon atomlarının sayının artması ilə koksun miqdarı fasiləsiz olaraq artır. Naftenlərdən siklopentan və metilsiklopentanın riforminqi zamanı daha çox koks əmələ gəlməsi müşahidə olunur. Altıüzvlü naftenlər daha aşağı koksogenliyi ilə fərqlənir ki, bu da onların asanlıqla benzola və onun analoqlarına dehidrogenləşmələri ilə əlaqədardır.

Riforminq prosesində xammalın kimyəvi tərkibi də böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bir qayda olaraq naften və aromatik karbohidrogenlərin xammalda ümumi miqdarı artdıqca, riformatın və hidrogenin çıxımı artır.

**Prosesin temperatur rejimi və katalizator həcmnin reaktor boyunca paylanması.** Riforminq prosesi güclü endotermik olduğundan, xammal qızdırılmaqla proses üç-dörd reaktor kaskadında aparılır.

Birincidə xammal hərəkət etdikcə, əsasən daha böyük sürətlə gedən və güclü endotermikiyə malik olan naftenlərin dehidrogenləşməsi reaksiyası baş verir. Sonuncu reaktorda, əsasən dehidrosiklləşmə (endotermik) və kifayət qədər intensiv şəkildə parafinlərin krekinq reaksiyası (ekzotermik) gedir. Odur ki, birinci reaktorda girişdən çıxışa qədər aralıqda daha çox temperatur azalması (30-50°C), sonuncu reaktorda isə ən az temperatur fərqi yaranır. Riforminqin birinci reaktorlarında yüksək temperatur qradientini tənzimləmək üçün, onlarda baş verən aromatikləşmənin dərinliyini azaltmaq lazımdır və bu, verilmiş temperaturda xammalın katalizator ilə kontak müddətini azaltmaqla əldə oluna bilər. Bu səbəbdən sənaye riforminq qurğularında birinci reaktor az həcm katalizatorla, sonuncu reaktor daha böyük həcmdə katalizatorla yüklənir. Üç reaktorlu blok üçün pillələr üzrə katalizatorun həcmnin paylanması 1:3:7 (xammalın kimyəvi tərkibindən və prosesin təyinatından asılı olaraq) və dörd reaktorlu blok üçün isə bu paylanma 1:1,5:2,5:5 ola bilər.

Temperaturu qaldırıqda aromatikləşməyə nəzərən hidrokrekinq reaksiyası daha çox dərəcədə sürətlənir. Adətən, başlanğıc temperatur 480-500°C intervalında, yalnız sərt şəraitlərdə iş zamanı temperatur 510°C-yə qaldırılır. Koklaşma getdikcə və katalizatorun aktivliyi azaldıqca, temperatur reaktorların girişində tədricən artırılır (katalizatorun stabil keyfiyyəti saxlanılmaqla), həm də temperaturun artma sürətinin orta qiyməti regenerasiya siklləri arasında, ayda 0,5-2,0°C təşkil edir. Stasionar katalizator layına malik son reaktorun girişində maksimum temperatur 535°C-yə, fasiləsiz regenerasiyalı qurğunun reaktorlarının girişində isə 543°C-yə çatır.

**Təzyiq.** Təzyiq temperatur ilə yanaşı tənzimlənən əsas parametrlərdən olub, riforminq məhsullarının keyfiyyətinə və çıxımına əsaslı təsir göstərir.

Digər parametrlər identik saxlandıqda, hidrogenin parsial təzyiqi azaldıqda xammalın aromatikləşməsinin termodinamiki və kinetik mümkün dərinliyi, eyni zamanda ən əhəmiyyətlisi odur ki, parafin karbohidrogenlərinin çevrilmələrinin selektivliyi də artır. Belə ki, təzyiqin azalması aromatikləşmə reaksiyasının gedişinə əlverişli təsir edir və hidrokrekinq reaksiyasını ləngidir.

**Hidrogenə malik dövr edən qazın həcmnin (normal şəraitlərə gətirilmiş, 0,1; 0,4MPa) vahid zamanda reaktorlardan keçən xammalın həcminə (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>) nisbəti də mühüm əhəmiyyət kəsb edir.**

Hidrogenə malik qazda, onun miqdarının geniş intervalda – 65-90%(həcm) dəyişdiyini, xammalın orta molekulyar kütləsinin fraksiya və kimyəvi tərkibdən asılı

olduğunu nəzərə alaraq hidrogen və xammalın mol nisbətindən (bəzən hidrogen molunun xammalın karbon moluna nisbəti kimi) istifadə etmək məqsədəuyğundur.

Hidrogenin xammala mol nisbəti artdıqca, riforminq katalizatorunun aktivliyi zəif sürətlə azalır və uyğun olaraq regenerasiyaarası müddəti artır.

Stasionar katalizatora malik qurğularda polimetallik katalizatorlardan istifadə edildikdə, hidrogenin xammala mol nisbəti 5-6 götürülür və bu regenerasiyaarası siklin müddətini 12 aya qədər artırmağa imkan verir.

Katalizatorun fasiləsiz regenerasiya olduğu qurğularda, hidrogenin xammala olan mol nisbəti 4-5 həddində saxlanılır.

Katalizatorun daha sürətlə passivləşməsi sonuncu reaktorda gedir. Çünki bu reaktora daxil olan reaksiya mühitində aromatik karbohidrogenlərin miqdarı çox və riforminq rejimi daha sərt olur. Reaktorlarda koklaşma səviyyəsini bərabərləşdirmək üçün bəzi model riforminq qurğularında (məsələn, maqnaforminq) sonuncu reaktora əlavə olaraq hidrogenə malik qaz verilir. Bunun nəticəsində birinci reaktorun girişində hidrogen:xammal nisbəti (3-5):1 olduğu halda, sonuncu reaktorun girişində bu nisbət (9-12):1 təşkil edir.

**Xammalın reaktora verilməsinin həcmi sürəti** riforminq prosesinə xammalın katalizator ilə kontakt müddətinin tərs qiyməti kimi təsir edir. Kimyəvi kinetikanın qanunlarına uyğun olaraq həcmi sürət artdıqca (başqa sözlə kontakt müddəti azaldıqca) aromatikləşmə reaksiyasının dərinliyi azalır və bu azalma daha çox parafinlərin hidrokrekinqi reaksiyalarında baş verir. Uyğun olaraq hidrokrekinq məhsullarının çıxımı (yüngül hidrogen qazlar) və katalizator üzərində koksun miqdarı azalır. Aromatik karbohidrogenlər, əsasən naftənlərin hidrogensizləşməsi hesabına əmələ gəlir (bu reaksiya digər reaksiyalara nəzərən daha sürətlə gedir). Xammalın verilməsinin həcmi sürətinin artması aşağıdakılara səbəb olur:

- riformatın çıxımı artsa da, oktan ədədi və riformatda aromatik karbohidrogenlərin miqdarı azalır;
- tərkibində hidrogen olan qazın çıxımının azalması;
- prosesin selektivliyinin azalması və regenerasiyalararası sikl müddətinin artması.

Digər tərəfdən, xammalın həcmi sürətinin azalması ilə xammala görə riforminq qurğularının məhsuldarlığı simbat olaraq aşağı düşür. Həcmi sürətin optimal qiyməti riforminq xammalının keyfiyyəti, prosesin sərtliyi və katalizatorun stabilliyi nəzərə alınmaqla müəyyən edilir. Adətən, benzinlərin riforminqi prosesində həcmi sürət 1,5-2,0 saat<sup>-1</sup> olur.

**Katalizatorlarda xlorun miqdarı.** Turş promotoru xlor olan riforminq katalizatorlarının stabil aktivliyi yalnız xlorun katalizatorlarda kifayət qədər olduğu və reaksiya sistemində nəmliyin az olduğu halda mümkündür. Dövr edən hidrogenə malik qazda nəmin həcmi miqdarı, adətən (10-30)·10<sup>-6</sup> həddində

saxlanılır. Katalizatorun daşıyıcısının xlorlaşması və xloruzlaşması tarazlıq prosesidir: katalizatorda xlorun miqdarı qaz fazada su buxarının hidrogen xloridə mol nisbətindən asılıdır. Katalizatorun oksidləşdirici rejinirasiyası zamanı xlor itkisi oksixlorlaşma prosesində bərpa olunur. Bunun üçün xlor 2-10 saat müddətində, 500-520°C-də, katalizatorun kütləsinə nəzərən 0,5-1,5% olmaqla verilir. Buraxılış əməliyyatında (qurudulma və katalizatorun reduksiyası, xammal siklinin başlanması) xlor itkisini tənzimləmək üçün bir neçə saat müddətində, 350-450°C temperaturda, katalizator kütləsinə nəzərən 0,1-0,3% miqdarında xlor ya xammal axınına və ya hidrogenli qaz qarışığına verilir. Katalizatorda xlorun optimal qatılığını sabit saxlamaq üçün xammal siklinə xlor dövrü və ya fasiləsiz olaraq xammala görə 1-5 mq/kq doza ilə verilə bilər (xlor-üzvi birləşmələr şəklində, məsələn  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ ).

### 8.5 Katalitik riforminq sənaye qurğuları

Alüinoxrommolibden katalizatoru üzərində hidrogenin təzyiqi 4-4,5MPa və  $\approx 540^\circ\text{C}$ -də katalitik riforminq aparmaq üçün ilk sənaye qurğusu 1940-cı ildə işə salınmış, ABŞ və Almaniyanın neft emalı zavodlarında öz inkişafını tapmışdır. Hidroriforminqin **əsas təyinatı avto- və aviabenzinlər üçün** yüksək oktanlı komponentlərin (tədqiqat üsulu ilə oktan ədədi 80 punkt), ikinci dünya müharibəsi illərində isə trinitrotoluolun sintezi üçün xammal olan toluolun alınması idi.

1949-cu ildə **“UOP”** tərəfindən işlənib hazırlanmış monometallik, flüorlaşdırılmış alümoqlatin katalizatoru üzərində riforminq prosesini aparmaq məqsədi ilə birinci sənaye qurğusu işə salındı (Platforminq).

1960-1970-ci illərdə fasiləsiz olaraq texnologiyanın və katalizatorların təkmilləşdirilməsi (xlorlaşdırılmış alümoqlatin, bimetallik platin-renium, sonra yüksək aktivliyə, selektivliyə və stabilliyə malik polimetallik katalizatorlara keçid) nəticəsində müxtəlif nəsil stasionar katalizator təbəqəsinə malik yüksək məhsuldarlıqlı və daha səmərəli olan platforminq prosesləri yarandı və tətbiq olunmağa başladı.

Qərb ölkələrində yaranmış və stasionar katalizator təbəqəsinə malik bir neçə nəsil katalitik riforminq qurğularının müqayisəsi cədvəl 8.4.1-də verilir. Riforminq prosesinin inkişafında və intensivləşməsində əhəmiyyətli mərhələ katalizatorun fasiləsiz rejenirasiyasına malik daha mütərəqqi katalitik riforminq texnologiyasının “UOP” tərəfindən işlənib hazırlanması və 1971-ci ildə tətbiqidir. Keçmiş SSRİ-də platforminq qurğuları 1962-ci ildən başlayaraq geniş inkişaf tapdı və benzin variantı ilə işləyən katalitik riforminq qurğularının göstəriciləri cədvəl 8.4.2-də verilir.

**Cədvəl 8.4.1. Stasionar katalizator laylı katalitik riforminq sənaye qurğularının iş reimpləri və ümumi xarakteristikalar**

Göstəricilər	Regenerativ olmayan platforminq	Katalizatorun dövrü olaraq regenerasiyası ilə riforminq				
		Ehtiyat reaktorlu		III pillənin ehtiyat reaktoru ilə	Maqna-forminq	Reniforminq
		Ultra-forminq	Ponetforminq			
Katalizator	Al-Pt	Al-Pt	Al-Pt	Al-Pt	Al-Pt	Al-Pt-Re
Temperatur, °C	470-524	470-520	480-538	470-525	450-525	450-530
Təzyiq, MPa	2,4-3,2	1,4-2,1	2,1-3,0	2,5-3,0	1,4	1,4-3,5
Hidrogenəmalik qazın dövriyyəsi, $\text{nm}^3/\text{m}^3$ xammal	900-1400	600-1100	700-1100	900-1400	400-1100	1000
Xammalın verilməsinin həcmi sürəti, $\text{saat}^{-1}$	1,5-2,0	1-3	1-4	1-3	2-2,5	1,5-2,0
İstehsal gücü, min ton/il	-	1900	1650	700		500-1000
Oktan ədədi (tədqiqat üsulu ilə)	95	95	100	90	94-98	98-101
Butansızlaşdırmadan sonra benzinin çıxımı, % kütlə	86,5	77,1	66,2	78,5	82	62-67

**Cədvəl 8.4.2. Riforminq qurğularının xarakteristikası.**

Qurğunun tipi	Güç, on min t/il	Reaktorlar		Rejim parametrləri (layihə)				Layihə üzrə katalizatorlar	Benzinin oktan ədədi	
		Pillələrin sayı	Tip	Təzyiq, MPa	Həcmi sürət, $\text{saat}^{-1}$	Xammalın dövretmə həcmi nisbəti, $\text{m}^3/\text{m}^3$ xammal	Maksimum temperatur, °C		Mühərrik üsulu	Tədqiqat üsulu
Z-35-5	300	3	Aks	4,0	1,5	1500	520	AP-56 AP-64 (KP) AP-56	75	-
Z-35-11/300	300	3-4	Aks	4,0	1,5	1500-1800	520	AP-4(KP) AP-56	78	-
ZQ-35-11/300	300	3	Aks	4,0	1,5	1500	520	AP-64(KP)	78	-
ZQ-35-11/300-95	300	3	Aks	3,5	1,5	1800	530	AP-64(KP) AP-56	85	95
Z-35-11/600	600	3	Aks	3,5-4,0	1,2-1,5	1500	525	AP64(KP)	80	-
ZÇ-35-11/600	600	3	Rad	3,5	1,2-1,5	1500	530	AP64(KP)	85	95
Z-35-11/1000	1000	3	Rad	3,5	1,5	1800	530	AP-64(KP)	85	95
ZÇ-35-11/1000	1000	3	Rad	1,5	1,8-1,9	1200	530	KP	85	95
ZF3511/1000 fasiləsiz regenerasiya ilə	1000	4	Rad	0,9	1,5	800-900	543	R-30 R-32 AP-56	-	100
Z-35-8/300 B	300	3	Aks	2,0	1,5	1200	525	AP-64(KP)	-	-
	300	3	Rad	2,0	1,5	1600	535	AP-64	-	-
ZQ-35-8/300 B	300	3	Rad	2,0	1,5	1600	535	AP-64 (KP)		
Z-35-12/300	300	4	Aks	2,0	1,5	1200	525	AP-64 (KP) AP-56		
Z-35-13/300	300	3	Aks	3,0	1,5	1500	535	AP-64	-	-



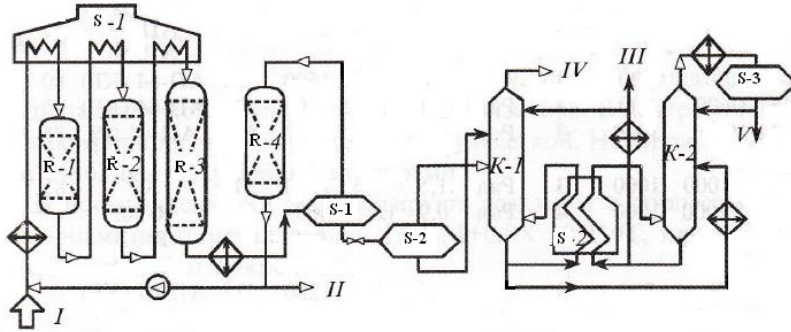
### 8.5.1. Stasionar katalizator laylı katalitik riforminq qurğuları.

Bu tip qurğular hazırda benzinlərin katalitik riforminqi prosesləri arasında daha geniş yayılmışdır. Onlar bir il və daha çox müddətdə regenerasiya olunmadan fasiləsiz işləməyə hesablanmışdır. Katalizatorun oksidləşdirici regenerasiyası eyni zamanda bütün reaktorlarda aparılır. Stasionar katalizator layına malik qurğunun boş dayanmalarının ümumi müddəti ildə 20-40 sutka olur (regenerasiya sikli və avadanlıqların təmiri də daxil olmaqla). Qurğuya verilən xammal öncədən kükürlü, azotlu və digər birləşmələrdən təmizlənməsi üçün dərin hidrotəmizlənməyə məruz qalır, ikinci emal proseslərinin benzinlərindən istifadə olunduqda isə, eyni zamanda doymamış karbohidrogenlərin hidrogenləşməsi də aparılır.

Bütün tiplərdən olan katalitik riforminq qurğuları aşağıdakı bloklara malik olur: xammalın hidrotəmizlənməsi, hidrogenə malik qazın təmizlənməsi, reaktor bloku, qazın separasiyası və katalizatorun stabilləşməsi.

Hidrotəmizlənmiş və qurudulmuş xammal dövr edən hidrogenə malik qaz ilə qarışdırılır, istilikdəyişdiricidə, sonra isə II-1 sobasının bölməsində qızdırılır və P-1 birinci pillə reaktoruna verilir.

Stasionar katalizator layına malik platforminq qurğusunun (xammalın hidrotəmizlənmə bloku olmadan) prinsipial texnoloji sxemi şəkil 8.5.1.1.-də verilir.



Şəkil 8.5.1.1. Katalizatorun stasionar layına malik katalitik krekinq qurğusunun prinsipial texnoloji sxemi:

I - hidrotəmizlənmiş xammal; II - hidrogenə malik qaz; III - stabil katalizat;  
IV- quru qaz; V- baş fraksiya

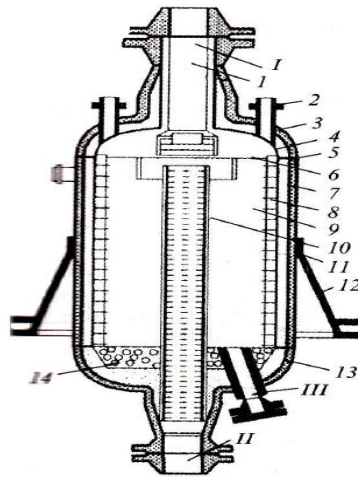
Qurğuda üç-dörd adiabatik reaktor və reaksiya qarışığını pillələrarası qızdırılması üçün II-1 çoxkəmərali sobanın uyğun sayda bölmələri vardır. Sonuncu reaktorun çıxışında qarışıq istilik dəyişdiricidə və soyuducuda 20-40°C-yə qədər soyudulur və C-1 yüksək təzyiqliq separatoruna göndərilir ki, dövr edən hidrogenli qaz katalizatorundan ayrılınsın. Hidrogenli qazın bir hissəsi P-4

adsorberində seolit ilə qurudulur və dövretmə kompressorunun girişinə, artıq miqdarı isə benzinin əvvəlcədən hidrotəmizləmə blokuna və digər hidrogen istehlakçılara verilir. Qeyri-stabil katalizat C-1-dən C-2 aşağı təzyiqliq separatoruna verilir və burada ondan yüngül karbohidrogenlər ayrılır. C-2 separatorunda ayrılan qaz və maye fazalar K-1 fraksiyalaşdırıcı absorberə göndərilir. Absorbent kimi stabil katalizattan (benzin) istifadə olunur. Absorberin aşağısı II-2 sobasından keçməklə qaynar axın ilə qızdırılır. Absorberdən təzyiqliq 1,4 MPa-dır, aşağısında temperatur 165°, yuxarisında 40°C olmaqla quru qaz ayrılır. K-1-in aşağısından çıxarılan qeyri-stabil katalizat istilikdəyişdiricidə qızdırılaraq K-2 stabilləşmə kalonuna verilir. K-2-nin aşağısında lazım olan istilik stabil kondensatın bir hissəsini dövr etdirməklə və II-2 sobasında qızdırılmaqla təmin edilir. Stabilləşmənin baş fraksiyası kondensləşdikdən və soyudulduqdan sonra C-3 qəbuledicisinə verilir, oradan bir hissə suvarma üçün K-2-yə verilir, artıq miqdarı isə qurğudan kənarlaşdırılır.

Stabil katalizatın bir hissəsi istilikdəyişdiricidə soyudulduqdan sonra, K-1 fraksiyalaşdırıcı absorberə verilir, onun balansdan artıq miqdarı isə qurğudan çıxarılır.

Katalizatorun dövri regenerasiyası ilə işləyən katalitik riforminq qurğusunun əsas reaksiya aparatı stasionar katalizator layına malik şaxta tipli adiabatik reaktordur. Müasir qurğularda, əsasən axınların radial hərəkət ilə kənarlardan mərkəzə doğru olan reaktorlardan istifadə olunur. Radial reaktorlar, aksial reaktorlara nisbətən daha az dərəcədə hidravlik müqavimətə malikdir.

KU ZK-bu riforminq seksiyalarında istifadə olunan radial reaktorun konstruksiyası şəkil 8.5.1.2.-də verilir.



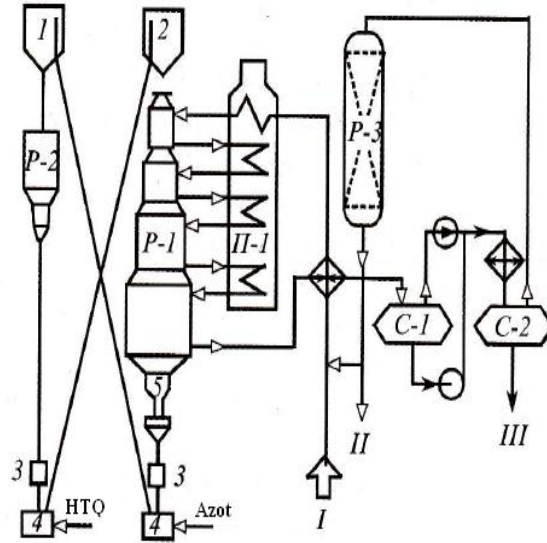
**Şəkil 8.5.1.2. Riforminq reaktoru**

1-paylayıcı; 2 - termocüt üçün ştuser; 3 -yuxarı dib; 4 - köynək; 5 - korpus; 6 - boşqab; 7 - futer; 8 - nov; 9 - katalizator; 10 - mərkəzi boru; 11- dayaq qurşağı; 12 - dayaq; 13 - aşağı dib; 14 - farfor şarlar; I - xammalın daxil olması; II - məhsulun çıxması; III - katalizatorun çıxarılması.

Reaktora daxil olan qaz fazada xammal və hidrogen kənar dəşiklərə malik nov vasitəsi ilə katalizator təbəqəsinə buraxılır (mərkəzi boruya) və sonra aparatdan kənarlaşdırılır. Katalizator bərabər sıxlıqlı bir təbəqə şəklində olur. Yuxarı hissə boşqab ilə təchiz olunur. Bu boşqab xammalın birbaşa katalizator təbəqəsinə düşməsinə mane olur. Mərkəzdə dəşiklərə malik tor ilə dartılmış boru yerləşdirilir. Reaktorun aşağı hissəsi farfor şarlarla doldurulur.

### 8.5.2. Katalizatorun fasiləsiz regenerasiyası ilə işləyən katalitik riforminq qurğusu.

Belə riforminq qurğusunun prinsipial texnoloji sxemi şəkil 8.4.2.1.-də verilir.



Şəkil 8.5.2.1. Katalizatorun fasiləsiz regenerasiyası ilə işləyən qurğunun prinsipial texnoloji sxemi

- 1– koklaşmış katalizator bunker; 2- regenerasiya olunmuş katalizator bunker; 3 - şlüz;  
4 - dozator; 5 - boşaldıcı qurğu; I - hidrotəmizlənmiş xammal; II - hidrogenə malik qaz;  
III - stabiləşməyə verilən riformat

Dörd riforminq reaktoru (P-1) bir-birinin üzərində yerləşdirilir və öz aralarında kiçik diametrlı borular sistemi ilə əlaqələndirilir. Kürəcik formasında diametri 1,6 mm olan katalizator ağırlıq qövvsinin təsiri ilə bir reaktordan digərinə axır. Katalizator dördüncü pillə reaktorundan kürəli klapanlı sürgülər sistemindən keçərək qidalandırıcı – dozatora daxil olur, oradan azot ilə regenerasiya qovşağının koklaşmış katalizator bunkerinə verilir. Regenerator (P-2) üç texnoloji zonaya bölünmüş, reaksiya qazlarının radial axınına malik aparatdır: yuxarı zonada (oksigenin mol miqdarı 1%-dən az olmaqla) koksun

yandırılması aparılır. Orta zonada oksigenin miqdarı 10-20% olmalıdır və katalizatorun oksidləşdirici xlorlaşdırılması xlor-üzvi birləşmə verməklə həyata keçirilir. Aşağı zonada quru hava axınında katalizator közərdilir. Zonaların ayrılması hidravlikdir. Katalizator bütün zonaları (bölmələri) ağırlıq qüvvəsinin təsiri ilə keçir. Reaktordan şlüz – sürgülərdən keçməklə katalizator pnevmonəqledicinin qidalandırıcı dozatoruna daxil olur və hidrogenə malik qaz ilə o, bunker-doldurucuya verilir. Bunker-doldurucu birinci reaktorun üzərində yerləşir. Regenerasiya prosesi avtomatlaşdırılmışdır və elektron hesablama maşını ilə idarə olunur. Lazım olduqda xammalın piforminq rejimini pozmadan, regenerasiya sistemini dayandırmaq olar.

Katalizatorun fasiləsiz regenerasiyası ilə işləyən katalitik riforminq qurğusunda proses aşağı təzyiqdə (0,4-0,9MPa) aparıldığından, digər tip qurğularda olduğundan fərqli əməliyyatlar sistemi həyata keçirilir. Katalizat reaktorlardan və xammal istilik dəyişdiricidən sonra C-1 aşağı təzyiq separatoruna verilir. Ondan ayrılan qaz və maye fazalar uyğun olaraq kompressor və nasos ilə C-2 yüksək təzyiq separatoruna göndərilir. Bu separatorada yüksək miqdarda hidrogenə malik qaz ayrılır. Qeyri-stabil katalizatorun stabilləşməsi stasionar katalizator layına malik katalitik riforminq qurğusunda olduğu kimi aparılır.

## **8.6. Neft xammalının zənginləşdirilməsinin – katalitik hidrogenləşmə proseslərinin nəzəri əsasları və texnologiyaları**

### **8.6.1. Hidrogenləşmə proseslərinin inkişafının tarixi haqqında qısa məlumat.**

İlk dəfə olaraq 1927-ci Almaniyada qatran və kömürün “destruktiv hidrogenləşməsi” prosesi sənaye miqyasında tətbiq olunmuş, bir qədər sonra analogi qurğular (neft xammalından süni maye yanacaqlar almaq məqsədilə) İngiltərədə işə salınmışdır.

Bərk yanacaqların katalitik və qeyri-katalitik hidrogenləşməsi sahəsində ilk tədqiqat işləri XX əsrin əvvəllərində Fransada P.Sabate, Rusiyada V.M.İpatev və Almaniyada F.Berqius tərəfindən aparılmışdır.

Kömrün destruktiv hidrogenləşməsi qurğuları bahalı avadanlıqlara malik və çoxpilləli mürəkkəb proses idi. Proses yüksək təzyiqdə (30-70 MPa) və temperaturda (420-500°C) aparılırdı. Əvvəllər az aktiv və ucuz, regenerasiya olunmayan dəmir katalizatorlardan istifadə olunurdu, sonralar proses aktiv volfram sulfid əsaslı katalizator üzərində aparılırdı. İstifadə olunan hidrogen dəmirin su buxarına təsirindən alınır, proses çox bahalı, az məhsuldarlıqlı idi.

Müharibədən sonrakı illərdə nəhəng neft yataqlarının kəşfi və dünyada neft hasilatının sürətlə atması nəticəsində kömürdən mühərrik yanacağının alınması prosesləri öz sənaye əhəmiyyətini itirdi (neft yanacaqları ilə müqayisədə rəqabət

qabiliyyətini itirdiyinə görə).

Öz növbəsində, sürətlə inkişaf edən neft emalında katalitik proseslər (əvvəlcə yanacaq fraksiyalarının hidrotəmizlənməsi, sonra yüksək temperaturda qaynayan distillatların və neft qalıqlarının destruktiv hidrogenləşməsi) geniş istifadə olunmağa başlandı.

Hidrokrekinq prosesi mülayim təzyiqdə (3-20MPa) hidrogenin və katalizatorun az miqdarında aparılır. Amma bu prosesdə ucuz neft xammalının, kömürün hidrogenləşməsi ilə müqayisədə daha yüksək çevrilməsi əldə olunur. Bundan başqa, yalnız hidrokrekinq ilə reaktiv yanacaqları və yüksək indeksli sürtgü yağları almaq mümkündür. Hidrozənginləşdirmə proseslərinin məqsədi olduqca müxtəlifdir. Mühərrik yağları hidrotəmizləməyə məruz qalır ki, kükürdün, azotun, oksigenin, arsenin, hallogenlərin, metalların hetero-üzvi birləşmələri kənarlaşdırılsın, doymamış karbohidrogenlər hidrogenləşdirilsin və bununla da, onların istismar xassələri yaxşılaşdırılsın. Xüsusi halda, hidrotəmizləmə imkan verir ki, yanacaqların korroziya aktivliyi, çöküntü əmələ gətirməyə meyilliliyi və ətraf mühitə atılan zərərli qazların miqdarı azaldılsın. Benzin fraksiyalarının dərin hidrotəmizlənməsi o məqsədlə aparılır ki, platin riforminq katalizatorlarının karbohidrogen olmayan birləşmələrlə zəhərlənməsinin qarşısı alınsın. Katalitik krekinqin xammalı olan vakuum qazoylunun hidrokükürdsüzləşdirilməsi nəticəsində krekinq məhsullarının çıxımı və keyfiyyəti yaxşılaşır, kükürd oksidləri ilə atmosferin çirklənməsi azalır.

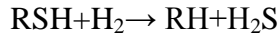
Neft yağlarını şəffaflaşdırmaq, koklaşmanın, turşuluğun və emulsiyalaşmanın azaldılması üçün bu yağlar dərin olmayan hidrokükürdsüzləşməyə cəlb olunur. Yüksək özlülüklü yağ xammalının solvent ilə təmizlənməsinin (məsələn, deasfaltizatın) hidrokrekinq ilə əvəz olunması, yüksək özlülük indeksinə (105-dən çox) malik yağ almağa imkan verdi. Hidrotəmizlənmiş yağ məhsulları rənglərinə, stabilliklərinə, iyinə, qarışıqların icazə verilən miqdarına, digər ekoloji və istismar göstəricilərinə görə standartın tələblərinə cavab verir.

### **8.6.2. Xammalın heteroüzvi birləşmələrinin hidrogenoliz reaksiyalarının kimyası, termodinamikası və kinetikası.**

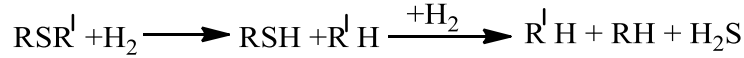
Hidrozənginləşdirmə proseslərində hetero-üzvi birləşmələrin hidrogenolizi C-S, C-N, C-O əlaqələrin qırılması, heteroatomların və neft xammalının karbohidrogenlərində əmələ gələn ikiqat əlaqələrin hidrogenləşməsi nəticəsində baş verir. Bu zaman kükürd, azot və oksigen uyğun olaraq  $H_2S$ ,  $NH_3$  və  $H_2O$  şəklində ayrılır, xammalda olan doymamış birləşmələr parafin karbohidrogenlərinə qədər hidrogenləşir. Proseslərin şəraitlərindən asılı olaraq polisiklik aromatik karbohidrogenlərin və qatran-asfalten birləşmələrin qismən hidrogenləşməsi və hidrokrekinqi mümkündür. Xammalın metal-üzvi birləşmələri

parçalanır və ayrılan metallar katalizatorun üzərinə çökür.

**Kükürlü üzvi birləşmələrin hidrogenolizi.** Merkaptanlar hidrogen sulfidə və uyğun karbohidrogenlərə hidrogenləşir:



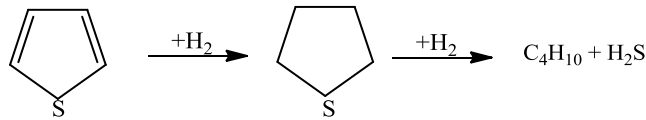
Sulfidlər merkaptanlardan keçməklə hidrogenləşir:



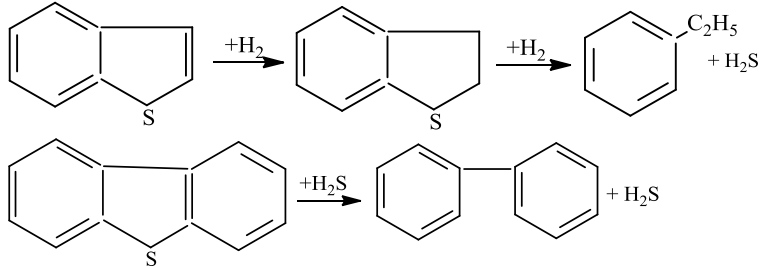
Disulfidlər analogi olaraq hidrogenləşir:



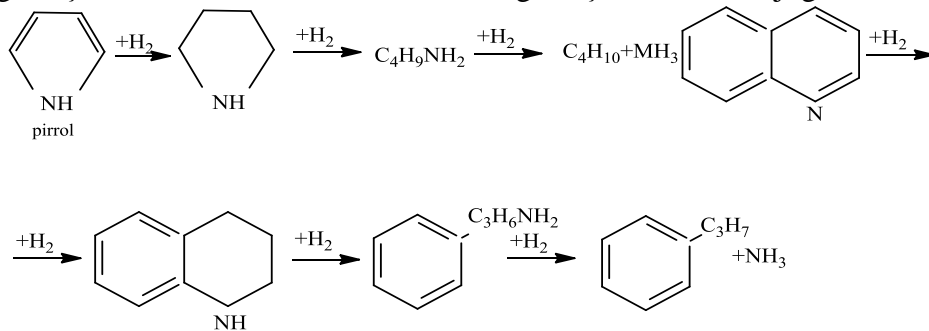
Siklik sulfidlər, məsələn, tiofan və tiofen uyğun alifatik karbohidrogenlər əmələ gətirməklə hidrogenləşir:



Benz- və dibenztiofenlər aşağıdakı sxem üzrə hidrogenləşir:

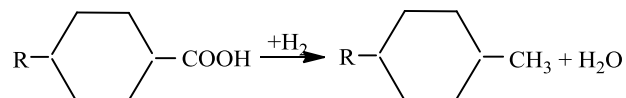


**Azot-üzvi birləşmələrin hidrogenolizi.** Neft xammalında azot, əsasən heterosikllərdə pirrol və piridin tərəcələri şəklində olur. Onların hidrogenləşməsi ümumilikdə sulfidlərin hidrogenləşməsi ilə analogi gedir:



**Oksigenli birləşmələrin hidrogenolizi.** Yanacaq fraksiyalarında oksigen spirtlər, efirlər, fenollar və neft turşuları tipində birləşmələr şəklində ola bilər. Qazoyl fraksiyalarında və neft qalıqlarında oksigen, əsasən körpü əlaqələrində və polisiklik aromatik birləşmələrin və neftin qatran-asfalten birləşmələrinin sikllərində olur.

Oksigenli birləşmələri hidrogenləşdirdikdə uyğun karbohidrogenlər və su əmələ gəlir:



Heteroatomlu birləşmələrin hidrogenolizi ekzotermikdir, həcm dəyişmədən və ya doymamış heteroatomlu birləşmələrin hidrogenolizi zamanı (məsələn, tiofenin törəmələri) həcm azalması ilə gedir və daha yüksək ekzotermik effektə malikdir və bütün hallarda heteroatomlu üzvi birləşmələrin hidrogenolizi termodinamiki olaraq aşağı temperaturdadır. Təzyiq ya qaz fazada fraksiyaların tarazlığına təsir etmir, ya da hidrogenoliz məhsullarının əmələ gəlməsinə şərait yaradır.

Temperatur artdıqca hidrogenoliz reaksiyalarının tarazlıq sabiti azalır, bu hal tiofen və onun törəmələri üçün daha güclüdür. Bununla belə, praktikada işlədilən temperatur intervalında reaksiyaların tarazlığı, tiofen müstəsna olmaqla, bütün hetero-üzvi birləşmələr üçün təmənilə sağa doğru yerini dəyişir. Tiofenlər üçün termodinamiki məhdudiyyət hiss olunacaq dərəcədə olduğundan, hidrogenləşməni yüksək aktivliyə malik katalizatorlar üzərində, aşağı temperaturlarda aparmaq lazımdır.

Aşağıda tiofenin 4MPa təzyiqdə, stexiometrik miqdarda hidrogenin iştirakı ilə müxtəlif temperaturlarda hidrogenolizin tarazlıq dəriniyi verilir:

Temperatur , K	500	600	700	800
°C	<b>227</b>	<b>327</b>	<b>427</b>	<b>527</b>
Hidrogenoliz dərəcəsi, % kütlə	100	99,8	99,0	98,6

Xammal kimi istifadə olunacaq ilkin benzində kükürdün miqdarı 200-1000 milyon<sup>-1</sup> olduqda, müasir katalitik reforminqdə istifadə olunacaq hidrotəmizlənmiş benzində kükürdün qalıq miqdarı  $\approx 1 \cdot 10^{-6}$ -dan az olmamalıdır (təmizlənmə 99,8% təşkil edir). Beləliklə, hidrogenolizin belə dəriniyini təmin etmək üçün proses 350°C-dən aşağı temperaturda aparılır.

Hidrogenoliz reaksiyasının kinetikasına hetero-üzvi birləşmələrin tipi və quruluşu güclü təsir edir. Ümumilikdə hidrogenolizin sürəti

tiofenlər < tiofanlar < sulfidlər < disulfidlər < merkaptanlar

sırası üzrə artır. Aromatik və sikloparafin həlqələrinin sayının kükürd-üzvi birləşmə molekulunda artması ilə onların hidrogenoliz reaksiyasına girmək qabiliyyəti azalır. Belə ki, eyni şəraitlərdə tiofen, benziofen və dibenziofen üçün



hidrogenolizin nisbi sürəti uyğun olaraq 2,9; 2,8 və 1,0 təşkil edir.

Eyni quruluşlu olduqda, hidrogenoliz reaksiyasına girmək qabiliyyəti hetero-üzvi birləşmələrdə aşağıdakı sıra üzrə azalır:

Azotlu üzvi birləşmələr > oksigenli üzvi birləşmələr > kükürlü üzvi birləşmələr

Azot atomu sikldə olduqda, onun hidrogenolizi amin qruplarının hidrogenolizinə nəzərən xeyli çətindir. Neft fraksiyalarının kükürdsüzləşməsi reaksiyasının sürəti aşağıdakı tip formal kinetik tənlik ilə kafi təsvir olunur:

$$W = K p_s^{n_1} p_{n_2}^{n_2}$$

$p_s$  və  $p_{n_2}$  - kükürlü birləşmələrin və hidrogenin parsial təzyiqidir.

Fərdi kükürlü üzvi birləşmələrin hidrogenolizi və dar neft fraksiyalarının kükürdsüzləşməsi zamanı xammala görə hidrokükürdsüzləşmə tərtibi, adətən  $n_1=1$  olur, geniş reaksiya tərkibli xammalın hidrokükürdsüzləşməsi zamanı bir-birindən reaksiya qabiliyyətinə görə güclü fərqlənən kükürlü birləşmələr olduğundan, kükürd görə tərtib 1-dən 2-yə və daha çox dəyişə bilər. Hidrokükürdsüzləşmə reaksiyasının hidrogenə görə tərtibi ( $n_2$ )-də xammalın xassələrindən və prosesin şəraitindən asılı olaraq müxtəlif ola bilər. Hidrogenin qaz fazalı hidrozənginləşmə proseslərində parsial təzyiq ( $P_{H_2}$ ) artdıqca  $n_2$  1-dən 0-a qədər dəyişə bilər ( $P_{H_2}$  0,1-dən 3,5MPa-ya qədər olduqda). Hidrokükürdsüzləşməni limitləşdirən mərhələ – hidrogenin maye qatından keçməklə katalizator səthinə nəqli mərhələsi olan maye fazalı proseslərdə təzyiq 10MPa olana qədər hidrogenoliz prosesində hidrogenə görə tərtib vahidə bərabərdir.

### **8.6.3. Hidrogenləşmə proseslərinin katalizatorları və onların təsir mexanizmləri.**

Sənaye hidrogenləşmə proseslərində istifadə olunan katalizatorlar mürəkkəb kompozisiyadan ibarət olub, onların tərkibinə bir qayda olaraq aşağıdakı komponentlər daxildir:

- 1) VIII - qrupun metalları: Ni, Co, Pt, Pd, bəzən də Fe;
- 2) VI - qrup elementlərinin (Mo, W, bəzən də Cr) oksidləri və ya sulfidləri;
- 3) İnert və ya tərs xassəli inkişaf etmiş xüsusi səthə malik termiki daşıyıcılar.

Nikel, kobalt, platin və ya palladium katalizatorlara dehidrogenləşdirici xassə verir, amma onlar kontakt zamanı zəhərlərin təsirinə qarşı davamlı deyildir və hidrogenləşmə proseslərində ayrılıqda istifadə oluna bilmir.

Molibden, volfram və onların oksidləri  $\pi$ -yarımkeçiricilərdir (Ni, Co, Pt, və Pd kimi). Onların oksidləşmə-reduksiya reaksiyalarına münasibətdə katalitik aktivlikləri, onların səthində sərbəst elektronların olması ilə əlaqədardır. Sərbəst elektronlar üzvi molekulların adsorbsiyasına, xemosorbsiyasına, homolitik parçalanmasına kömək edir. Lakin Mo və W dehidrogenləşdirici aktivliyinə görə Mo və Co-a, xüsusən də Pt və Pd-a nisbətən xeyli zəifdir. Mo və W sulfidləri



p-yarımkeçiriciləridir (deşik keçiriciliyi). Onlarındeşik keçiriciliyi heterolitik (ion) reaksiyalarının, xüsusən C-S, C-N və C-O əlaqələrinin parçalanması reaksiyalarının getməsinə şərait yaradır.

Ni və ya Co-ın Mo və ya W ilə birlikdə istifadəsi, onların qarışıqlarına və ərintilərinə bifunksionallıq xassəsi verir. Belə sistemlər, eyni zamanda homolitik və heterolitik reaksiyaları həyata keçirmək qabiliyyətinə malikdir və çox əhəmiyyətli keyfiyyətləri ondan ibarətdir ki, bu sistemlər neft xammalında olan kükürlü və azotlu birləşmələrin zəhərləyici təsirinə qarşı davamlıdır.

Daşıyıcıların istifadəsi katalizatorlarda aktiv komponentlərin (xüsusən də bahalı metalların) miqdarını azaltmağa imkan verir. Reaktorların tipindən asılı olaraq katalizatorlar daşıyıcı üzərində tabletlər, kürəciklər və ya mikrosferlər şəklində hazırlanır.

Neytral təbiətli daşıyıcılar (alüminium, silisium, maqnezium oksidləri), onlar əsasında hazırlanmış katalizatorlara əlavə katalitik keyfiyyətlər vermir.

Turşu xassəli daşıyıcılar (məsələn, sintetik amorf və kristallik alümosilikatlar, seolitlər, maqnezium- və sirkonium silikatlar, fosfatlar) katalizatorlara əlavə olaraq izomerləşdirici və parçalayıcı (krekinq edən) xassə verir. Buradan aydın olur ki, nə üçün yüksək temperaturda qaynayan və qalıq neft fraksiyalarının hidrokükürdsüzləşdirilməsi, xüsusən də hidrokrekinq katalizatorları turşu-aktiv daşıyıcılardan istifadə edilməklə hazırlanır.

Belə daşıyıcılar üzərində VI və VIII qrup metalları olan katalizatorlar əslində polifunksionaldır.

Dünya praktikasında hidrogenləşmə proseslərində daha geniş istifadə olunan katalizatorlar alümonikobaltmolibden (AKM), alümonikelmolibden (ANM) və qarışıq alümonikelkobaltmolibden (ANKM), həmçinin alümonikelmolibden silikat (ANMS) katalizatorlarıdır. Parafinlərin və yağ fraksiyalarının azotlu və aromatik karbohidrogenlərinin dərin hidrogenləşməsi üçün alümonikel- və ya alümonikobaltvolfram katalizatorlarından (ANV və ya AKV) istifadə olunur. Son 15 ildə hidrokükürdsüzləşdirmə və hidrokrekinq üçün seolitə malik katalizatorlardan istifadə olunmağa başlanmışdır.

AKM və ANM hidrotəmizləmə katalizatorları 2-4% kütlə Co və ya Ni, 9-15% kütlə MoO<sub>3</sub>-ə malik olur və onlar γ-alüminium oksid üzərində yerləşdirilir. Buraxılmış əməliyyatlar mərhələsində və ya xammal siklinin başlanğıcında, onlar sulfidləşdirilir (kükürləşdirilir). Bu proses H<sub>2</sub>S və H<sub>2</sub> axınında aparılır və nəticədə onların katalitik aktivlikləri əsaslı dərəcədə yüksəlir.

AKM və ANM katalizatorların aktivliyi, onlarda olan hidrogenləşdirici komponentlərin ümumi miqdarından (Co+Mo və ya Ni+Mo), həm də Co/Co+Mo və Ni/Ni+Mo nisbətindən asılıdır. Qərb ölkələrində istehsal olunan əksər hidrotəmizləmə və hidrokükürdsüzləşmə katalizatorlarında hidrogenləşdirici komponentlərin miqdarı 16-21% kütlə, Co(Ni)/Co(Ni)+Mo nisbəti isə 0,17-0,28 həddində olur. Rusiya Federasiyasında istehsal olunan AKM, ANM və ANMS

katalizatorlarda bu göstəricilər uyğun olaraq 16 və 0,52-dir. Rusiya Federasiyasında istehsal olunan hidrotəmizləmə və hidrokükürdsüzləşmə üçün əsas katalizatorların xarakteristikaları cədvəl 8.5.3.1.-də verilir.

**Cədvəl 8.5.3.1. Rusiya Federasiyasının distillat fraksiyalarının hidrotəmizlənməsi üçün katalizatorların xarakteristikası**

Göstərici	AKM	ANM	ANMS	QO-3070	QKD202	QK-35	QO-117	QS-168Ş
Səpilmə sıxlığı, kq/m <sup>3</sup>	680	680	680	750	650	800	830	750
Xüsusi səth, m <sup>2</sup> /q	120	120	120	220	230	207	-	-
Miqdar, %, kütlə:								
CoO, az olmadan	4,0	0	0	0	0,4	0	0	0
NiO, az olmamaqla	0	4,0	4,0	4,0-5,0	5,0	7,0-8,5	7,0	3,5
MoO, az olmamaqla	12,0	12,0	12,0	17,0-19	13	18-19	21	14,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , çox olmadan	0,16	0,16	0,16	0,25	-	-	0,16	-
Ma <sub>2</sub> O, çox olmadan	0,08	0,08	0,08	0,1	0,4	0,4	0,08	-
Daşıyıcı	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Alümo-seolit silikat+ seolit	Alümo-seolit silikat+ seolit	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Alümoseolit silikat
Dənələrin diametri, mm	4-5	4-5	4-6	4-5	1,5-2,2	3,5	4,0	3-5
Möhkəmlik indeksi, kq/mm	1,1	1,1	1,2	1,2	2,2	1,8	1,8	1,9
Kükürdsüzləşməyə görə nisbi aktivlik şərti vahid, >	95	95	95	-	92	85	-	-
Regenerasiyalar üzrə dövr, ay	11	11	11	11	22-24	11-20	11	22
Ümumi xidmət müddəti, ay	36	36	36	48	48-60	48	48	36-48
Təmizlənen fraksiya	yanacaq	yanacaq	yanacaq	benzin	dizel	dizel	vakuüm qazoylu	vakuüm qazoylu

**AKM** katalizatoru kükürlü birləşmələrin hidrogenolizi reaksiyasında yüksək aktivliyə malikdir və kifayət qədər yüksək termiki stabilliyi ilə fərqlənir. O, xammalın doymamış karbohidrogenlərinin, azotlu və oksigenli birləşmələrinin hidrogenləşməsi reaksiyasında kifayət qədər aktivdir və neftin bütün yanacaq fraksiyalarının hidrotə-mizlənməsi üçün istifadə oluna bilər. Lakin kobaltın az tapılan olması onun istifadəsini məhdudlaşdırır.

**ANM** katalizatoru AKM ilə müqayisədə aromatik karbohidrogenlərin və azotlu birləşmələrin hidrogenləşməsi reaksiyasında daha fəal, doymamış karbohidrogenlərin doyması reaksiyalarında az aktivdir. Lakin termiki davamlılığa və mexaniki möhkəmliyə görə onun göstəriciləri bir qədər aşağıdır.

**ANMS** katalizatoru ANM-də olduğu kimi hidrogenləşdirici komponentlərə malikdir. Daşıyıcıya (γ-alüminium oksid) 5-7% kütlə silisim dioksid əlavə olunmaqla hazırlanır. Bu zaman onun mexaniki möhkəmliyi və termiki

davamlılığı artır, hidrogenləşdirici aktivliyi isə az dəyişir.

**QO-30-70 və QO-117** katalizatorları yuxarıda göstərilən katalizatorlardan hidrogenləşdirici komponentlərin yüksək miqdarı (28% kütləyə qədər) və bir qədər yüksək katalitik aktivlik və mexaniki möhkəmlik göstərməsi ilə fərqlənir.

**QS-168ş və QK-35** katalizatorları onların daşıyıcılarının tərkibinə uyğun olaraq alümosilikat və Y tipli seolit əlavə edilməklə promotorlaşdırılmışdır. Odur ki, onlar yüksək parçalayıcı aktivliyə malikdir; dizel və qazoyl fraksiyalarının hidrozənginləşdirilməsi, həmçinin distillat xammalın hidrokrekinqi üçün istifadə olunur.

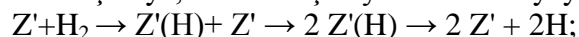
**QKD-202** katalizatoru QK-35-dən hidrogenləşdirici metalların az miqdarı ilə (18% kütlə) fərqlənir; daşıyıcı kimi seolit əlavə edilməklə alümosilikatdan istifadə olunur; mexaniki məhkəməliyə, regenerasiyalar arası iş müddətinə və katalizatorun xidmət müddətinə görə ən yaxşı göstəricilərə malikdir; kükürdsüzləşdirmə reaksiyalarında aktivliyə görə AKM və ANM katalizatorları ilə bir səviyyədədir. Bu katalizator reaktiv və dizel fraksiyalarını hidrotəmizlənməsi prosesləri üçün baza katalizatorudur.

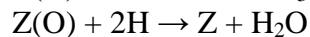
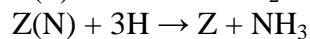
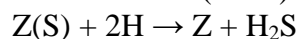
Dünyanın bir çox ölkələrində müxtəlif fiziki kimyəvi üsulların kompleks istifadəsi ilə aparılan çox illik tədqiqatlara baxmayaraq, hələ də müəyyən edilməmişdir ki, katalizatorun hansı strukturları və faza tərkibləri onların katalitik aktiv vəziyyətinə uyğun gəlir.

Kobalt (nikel) və molibden (volfram) öz aralarında mürəkkəb həcmi və səth birləşmələr (kobalt və nikel molibdatlar və volframatlar şəklində) əmələ gətirir. Sulfidləşdirilərkən onlarda sulfid tipli  $\text{Co}_x \text{MoSy}$  ( $\text{Ni}_x \text{MoSy}, \text{Co}_x \text{WSy}$ ) katalitik aktiv strukturlar əmələ gəlir. Həmçinin daşıyıcı  $\text{Al}_2\text{O}_3$  üzərində katalitik aktiv olmayan nikel (kobalt) alüminat və alüminium molibdat (volframat) tipli şpinel fazalar da əmələ gələ bilər.

Sulfidləşdirilmiş AKM katalizatorlarında, onların bifunksional katalitik xassələrinə məsul olan daha ehtimalı struktur  $\text{CoMoS}_2$  fazası hesab olunur.

Platin üzərində həyata keçirilən katalitik riforminq proseslərində karbohidrogenlərin və buxar konversiyası reaksiyalarının mexanizminə analoji olaraq ehtimal etmək olar ki, AKM və ANM katalizatorlar üzərində heteroatomlu üzvi birləşmələrin hidrogenoliz reaksiyası, həmçinin çox mərhələlidir, kobalt (nikel), həm də molibden aktiv mərkəzlər üzərində reaktantların xemosorbsiyasından keçməklə baş verir, bu zaman kobalt (nikel) üzərində  $\text{H}_2$ -nin aktivləşməsi və atomar aktiv hidrogenin spillover, molibden üzərində isə kükürdləşmə, azotlaşma və oksidləşmə gedir və  $\text{Mo(S)}$ ,  $\text{Mo(N)}$  və  $\text{Mo(O)}$  səth birləşmələri əmələ gəlir ki, onlar da aktivləşmiş hidrogenin təsiri ilə kükürdsüzləşməyə, azotsuzlaşmaya və reduksiyaya məruz qalır:





Z' və Z - uyğun olaraq kobalt (nikel) və molibden aktiv mərkəzləridir.

#### 8.6.4. Hidrogenləşmə proseslərinin idarə olunmasının əsasları.

**Temperatur.** Temperaturun yüksəldilməsi hidrogenləşmə reaksiyasının sürətini artırır. Lakin adətən istifadə olunan təzyiqlərdə temperaturun 400-420°C-dən yuxarı qaldırılması mümkün olan təmizlənmə dərəcəsi tiofenlərin və ehtimal ki, xinolin, benzoxinolin və digər tip azotlu birləşmələrin hidrogenləşməsinin termodinamiki tarazlığa çatması ilə məhdudlaşır. Temperaturun artması ilə alüminokobaltmolibden katalizatoru üzərində doymamış karbohidrogenlərin və polisiklik sikloalkanların dehidrogenləşmə məhsullarının termodinamiki mümkün olan və real əldə olan çıxımı artır. İlk xammalın keyfiyyətindən və təmizlənmiş məhsulun tələb olunan keyfiyyətindən asılı olaraq proses 250-420°C temperaturda aparılır və minimal temperaturdan hidrokrekinq və dehidrogenləşmə reaksiyalarının yolverilməz olduğu halda istifadə olunur.

Neftin düzqovulması zamanı alınan liqroinlər üçün (katalitik riforminq üçün xammal) əsas məsələ kükürd və azotdan dərin təmizləməsidir. Alkanların və sikloalkanların səthi dehidrogenləşməsi və hidrokrekinqi də əhəmiyyət kəsb etmir. Maksimum təmizlənmə sürətini təmin etmək üçün prosesi 400-420°C temperaturda aparmaq olar. Aviasiya kerosinlərinin təmizlənməsi zamanı alkenlərin əmələ gəlməsi yolverilməzdir və bəzən naftalinlərin də səthi hidrogenləşməsi lazımdır. Adətən istifadə olunan hidrogenin parsial təzyiqlərində 370°C-dən yuxarı temperaturda dekalın və tetralinin dehidrogenləşməsi zamanı naftalinin termodinamiki mümkün olan çıxımı kəskin artır və təmizləmə, adətən 350-360°C-də aparılır. Dizel yanacağı kimi istifadə olunan fraksiyaları 400-420°C-də təmizləmək olar. Temperaturun daha da yüksəldildiyi halda bi- və polisiklik sikloalkanların dehidrogenləşməsi nəticəsində setan ədədi azalır, krekinq məhsullarının – qaz və benzinin çıxımı yüksəlir və hidrokrekinq reaksiyası nəticəsində hidrogenin məsrəfi kəskin artır. Bu halda təmizlənmənin aşağı temperatur həddi xammalın ağır fraksiyalarının kondensləşməsi imkanı ilə müəyyən olunur; maye fazanın əmələ gəlməsi hidrogenləşməni kəskin ləngidir.

Yağların hidrotəmizlənməsi zamanı qeyristabil birləşmələrdən olan kükürd və azotun kənarlaşdırılması, doymamış karbohidrogenlərin tam hidrogenləşməsi, turşuluğun azaldılması və kondensləşmiş arenlərin qismən doyması lazımdır. Bu halda məqsədəuyğundur ki, yüksək olmayan temperaturdan istifadə olunsun. Belə temperaturda dehidrogenləşmə termodinamiki, hidrokrekinq isə kinetik olaraq mümkün deyil. Yağların hidrotəmizlənməsi zamanı (kontakt yekun təmizlənmənin

əvəzinə) temperatur intervalı, adətən 280-300°C olur.

Vakuum qazoylu və katalitik krekinqin dövr edən qazoylu hidrotəmizləməyə uğradılmaqla kükürd və azotun miqdarı azaldılır və polisiklik arenlər monosiklik arenlər qədər hidrogenləşdirilir. Bu, benzinin çıxımını artırmağı və krekinq zamanı koks əmələgəlməni azaltmağı və kükürdün miqdarına görə qoyulan tələbləri ödəyən krekinq məhsullarını almağı təmin edir. Yüksək temperatur arenlərin hidrogenləşməsinin termodinamiki mümkün olan dərinliyini məhdudlaşdırır və odur ki, prosesi 370-390°C-dən yuxarı temperaturda aparmaq məqsədəuyğun deyil.

Neft qalıqları az kükürlü soba yanacaqları almaq üçün hidrotəmizləməyə çətin məruz qalır və qəbul olunan təmizlənmə dərəcəsi əldə etmək üçün yüksək temperatur (420-450°C) tətbiq olunur. Hidrotəmizləmə ilə yanaşı məhsul xeyli dərəcədə hidrokrekinqə də uğrayır. Hidrotəmizləmə proseslərində gedən reaksiyalar ekzotermik olsa da, adətən istiliyi kənarlaşdırmaq lazım gəlmir, çünki reaktorun çıxışında məhsullarda temperatur yüksəlişi 10°C-dən artıq olmur.

**Ümumi təzyiq və hidrogenin parsial təzyiqi.** Qaz fazada prosesin temperaturuna uyğun temperaturda olan benzin fraksiyasının hidrotəmizlənməsi zamanı kükürlü, azotlu birləşmələrin və alkenlərin hidrogenləşməsinin termodinamiki məhdudluqları hidrogenin 2,5-3,0MPa-dan aşağı təzyiqlərdə hidrotəmizlənmənin dərinliyini müəyyən edir. Hidrogenin daha yüksək parsial təzyiqlərində termodinamiki məhdudluqlar olmur. Verilmiş hidrogen:xammal nisbətində ümumi təzyiqin sonrakı artımı təmizlənmə dərəcəsinə az təsir edir, ona görə ki, katalizatorun səthi hidrogen ilə doymuş olur, bu halda təzyiqin artması reaksiya müddətini artırır. Ümumi təzyiq sabit qalmaqla hidrogenin parsial təzyiqi artırıldıqda, hidrogen:xammal nisbətinin artması nəticəsində xammalın parsial təzyiqi azaldığından, təmizlənmə dərəcəsi də azalır. Ümumi təzyiq 4-5MPa və hidrogenin parsial təzyiqi 3,5-4,0MPa olduqda, neftin düzqovulma benzininin çox dərin təmizlənməsi əldə olunur.

200-350°C-də qaynayan fraksiyanın hidrotəmizlənməsi zamanı verilmiş hidrogen:xammal nisbətində ümumi təzyiqin artırılması, maye fazanın ayrılması zamanı prosesin nəticələrini pisləşdirir; xammalın kondensləşmə təzyiqindən aşağı təzyiqlərdə təzyiqin artması hidrotəmizlənmənin dərinliyini artırır. Maye faza olduğu halda, hidrogenin katalizator səthinə nəqli mərhələsi prosesin limitləşdirici mərhələsidir və hidrogenin parsial təzyiqinin artırılması diffuziya sürətini artırır. Xammal tam buxarlandıqdan sonra ümumi təzyiq dəyişməz qalmaqla, hidrogenin parsial təzyiqi altında xammalın parsial təzyiqinin azalması səbəbindən hidrotəmizlənmə dərinliyi azalır. Ümumi təzyiq 4-5MPa və hidrogenin parsial təzyiqi 3-4MPa olduqda, yüngül qazoylların yaxşı təmizlənməsi əldə olunur.

350°C-dən yuxarıda qovulan xammal hidrotəmizləmə zamanı, əsasən maye fazada olur və hidrogenin parsial təzyiqinin çox yüksək qiymətə qədər

qaldırılması, maye fazadan keçməklə hidrogenin katalizator səthinə nəqlini sürətləndirərək, hidrotəmizləmə sürətini artırır. Qurğunun bahalaşması səbəbindən təzyiqin artırılması məhdudlaşdırılır; adətən o, 7-8MPa-dan çox olmur, amma daha yüksək təzyiqlərdən də istifadə olunur. Hidrogenin parsial təzyiqi 1,3-1,5MPa-ya qədər azaldıldığı halda, 400-420°C-də benzin fraksiyalarının təmizlənməsi avtohidrotəmizlənmə rejimində gedir, başqa sözlə, kükürlü birləşmələrin hidrotəmizlənməsi üçün lazım olan hidrogen sikloalkanların və alkanların dehidrogenləşməsi zamanı əmələ gəlir və xaricdən hidrogen daxil edilməsinə ehtiyac qalmır. Bu halda kükürdsüzləşmənin dərinliyi, hidrogenin yüksək parsial təzyiqi şəraitindəki dərinliyə nisbətən azdır, aktiv hidrogenləşmə - dehidrogenləşmə mərkəzlərinin koklaşması 600-1000 saata qədər azalır. Xammal ağırlaşdıqca xaricdən hidrogen daxil edilmədikdə, hidrogenin parsial təzyiqi kəskin azalır (yüksəkdə qaynayan fraksiyalarda arenlərin miqdarının çox olması səbəbindən), odur ki, ağır fraksiyalar üçün avtohidrotəmizləmə tətbiq oluna bilməz, çünki bu halda kükürdsüzləşmə dərinliyi azalır və katalizator sürətlə passivləşir. Ümumiyyətlə, avtohidrotəmizləmə az hallarda – xaricdən hidrogen verilməsi mənbəyi olmadıqda və ya təmizlənmiş məhsulların keyfiyyətinə aşağı tələblər qoyulduqda özünü doğruldu.

**Xammal.** Xammal ağırlaşdıqca, prosesin verilmiş şəraitlərində onun təmizlənmə dərəcəsi azalır. Bu, aşağıdakı səbəblərdən baş verir. Fraksiyanın orta molekül kütləsi artdıqca, hidrogenləşməyə münasibətdə davamlı olan tiofen, benzo- və dibenzotiofenə oxşar strukturlarda olan kükürdün miqdarı, bir qayda olaraq artır. Xammal ağırlaşdıqca (350°C-dən yuxarıda qaynayan fraksiya üçün) hidrotəmizləmə şəraitlərində, onun daha çox hissəsi maye fazada olur ki, bu da hidrogenin katalizator səthinə nəqlini çətinləşdirir. Maye fazada hidrotəmizləmə zamanı xammal ağırlaşdıqca özüllük yüksəldiyindən, hidrogenin həll olması və maye fazadan keçməklə katalizator səthinə diffuziya sürəti azalır. Xammalda polisiklik arenlərin, qatranların və asfaltenlərin miqdarının artması da hidrotəmizləmənin dərinliyini azaldır, çünki onlar katalizator səthinə möhkəm adsorbsiya olunur və hidrogenləşməyə münasibətdə yüksək davamlılığa malikdirlər. Müəyyən edilmişdir ki, vakuum qudronundan asfaltenin miqdarının 20% kənarlaşdırılması kükürdsüzləşmə sürətini 4 dəfədən çox artırır.

Neft emalı qalıqlarının hidrotəmizlənməsi çətinliklə həyata keçirilir. Bu halda xammal, hidrogen və katalizator arasında əlaqə yaranması çətinləşir. Katalizator üzərinə xammalın bərabər paylanmaması səbəbindən, katalizatorun səthinin ayrı-ayrı yerlərində hidrogen çatışmamazlığı mümkündür ki, bu da hidrogenləşmə - dehidrogenləşmə aktiv mərkəzlərinin koklaşmasına səbəb olur. Bu problemi həll etmək üçün bir sıra hallarda hidrotəmizləmə katalizatorun qaynar təbəqəsində aparılır: xammal və hidrogen qarışığı katalizator təbəqəsindən aşağıdan yuxarıya elə sürətlə keçir ki, katalizator “qaynayan təbəqə” vəziyyətində olur. Eyni fraksiya tərkibi olduqda belə ikinci emal məhsullarının (koklaşma,



katalitik krekinq) kükürddən təmizlənməsi xeyli çətin gedir, çünki krekinqə məruz qalmış məhsullar daha stabil, çətin hidrogenləşən heteroatomlu birləşmələrə malik olur. Bundan başqa, ikinci emal proseslərinin məhsullarında çoxlu miqdarda arenlər və doymamış birləşmələr vardır və onlar da katalizator səthinə yüksək adsorbsiya olunma qabiliyyətinə malikdir ki, nəticədə heteroatomlu birləşmələrin hidrogenləşməsi çətinləşir. Xammalın keyfiyyətindən, tələb olunan təmizləmə dərəcəsi və prosesin şəraitindən asılı olaraq xammalın verilmə sürəti geniş hədlərdə dəyişə bilər (0,5-dən  $10^{-1}$  saata qədər). Ağır və ikinci mənşəli xammallarda həcmi sürət ən aşağı olur və bu göstərici azaldıqca, təmizlənmiş məhsulun metallsızlaşma dərəcəsi artır.

### **8.6.5. Neft fraksiyalarının hidrozənginləşməsinin sənaye prosesləri.**

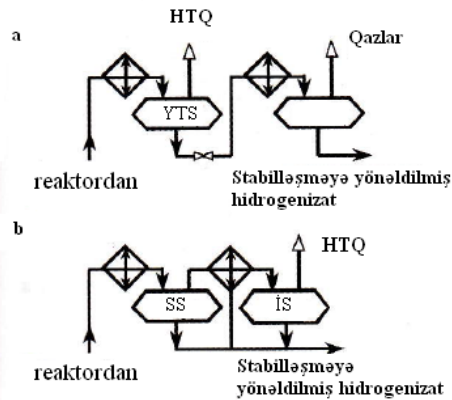
Neft məhsullarının hidrogenləşdirici emalı üçün sənaye qurğuları aşağıdakı bloklara malik olur: reaktor, hidrogenə malik qazları ayırmaqla qaz məhsul qarışığının separasiyası, hidrogenə malik qazların hidrogen sulfiddən təmizlənməsi, hidrogenizatın stabilləşməsi, kompressor. Hidrokrekinq qurğuları əlavə olaraq fraksiyalaşdırıcı kalona da malik olur.

Qurğularda aparat tərtibatı və reaktor bloklarının sxemləri ümumi oxşarlığa malikdir, lakin onlar güclərinə, aparatların ölçülərinə, texnoloji rejimə və hidrogenizatların separasiya və stabilləşmə şəraitlərinin sxemlərinə, katalitik riforminq prosesi üçün xammal olan benzinlərin öncədən hidrotəmizlənməsi qurğularının tipinə, həmçinin hidrogenə malik qazın verilməsi variantlarına görə: – dövretməli və ya dövretməsiz “axın ilə” – bir-birindən fərqlənir. Digər tip qurğularda hidrogenə malik qazın yalnız dövretmə sxemindən istifadə olunur.

Hidrogenə malik qazların “axar” sxemlə verilməsi, yalnız kükürlü birləşmələrin miqdarı az olan ( $<0,1\%$  kütlə) düzqovulma benzinlərinin kombinə olunmuş hidrotəmizlənmə və katalitik riforminq qurğularında (stasionar katalizator təbəqəsinə malik və hidrogenin yüksək təzyiqli şəraitində) istifadə olunur. Belə sxem katalitik riforminq və hidrotəmizlənmə qurğuları arasında hidrogenə görə “sərt əlaqəni” nəzərdə tutur. Bu sxemə görə riforminq prosesində əmələ gələn hidrogenə malik qazlar təzyiqli altında hidrotəmizlənmə reaktoruna verilir. Sxem istismarda əlverişlidir və aparat tərtibatına görə daha sadədir.

Hidrogenə malik qazların dövretməsi ilə işləyən sxemdə hidrogen : xammal nisbətini sabit saxlamaq asandır. Dövretmə kompressorunun olması katalizatorun və xammalın keyfiyyətindən, hidrogenə malik qazlarda hidrogenin qatılığından asılı olaraq lazım olan dövriliyi tənzimləməyə, katalizatorların qaz - hava regenerasiyasını həyata keçirməyə imkan verir.

Sənaye hidrogenləşdirmə qurğularında qaz - məhsul qarışığındakı hidrogenə malik qazların separasiyasının iki üsulundan istifadə olunur: soyuq (aşağı temperaturu) və qaynar (yüksək temperaturu) (şəkil 8.5.5.1.)



**Şəkil 8.5.5.1. Hidrogenə malik qazın soyuq (a) və qaynar (b) separasiya sxemləri:**  
SYT və SAT- yüksək və aşağı təzyiqliq separatorları, QS və SS-qaynar və soyuq separatorlar

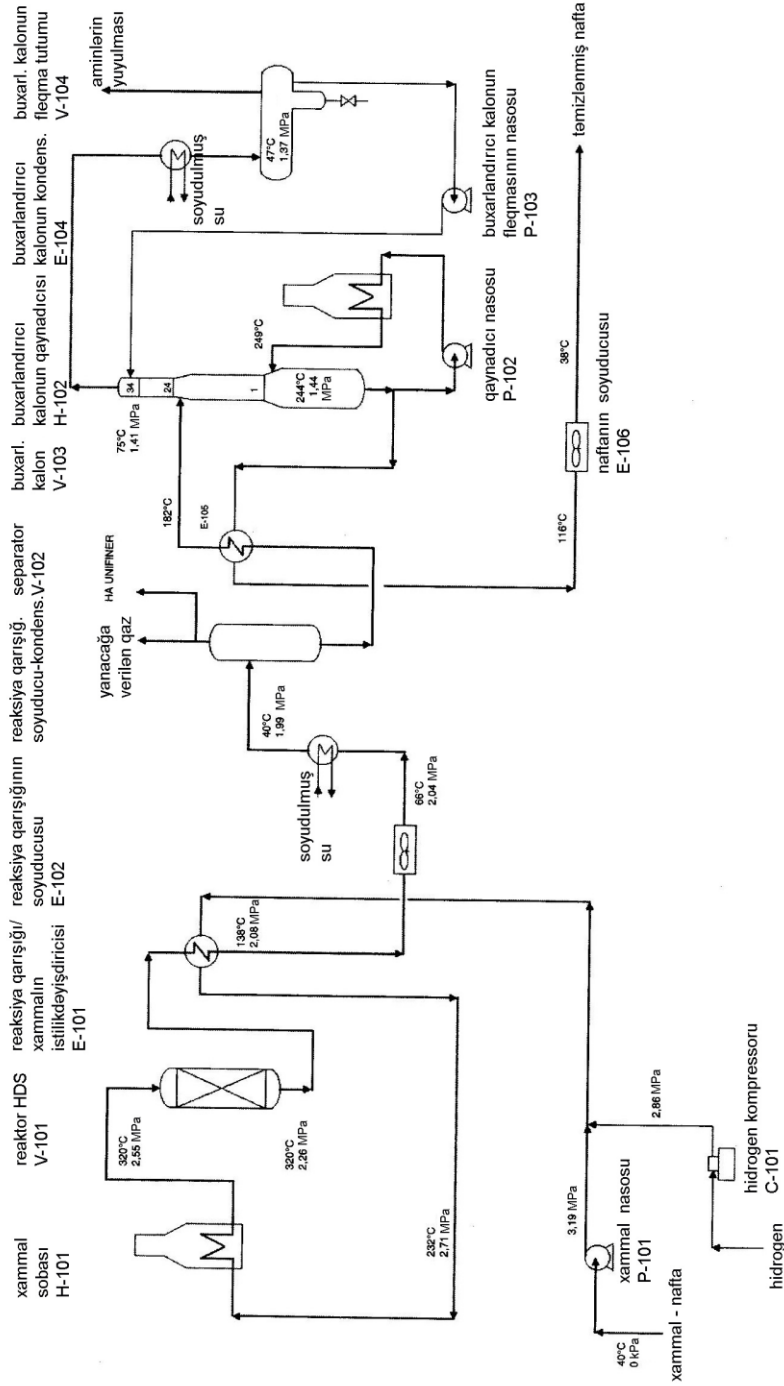
Hidrogenə malik qazın soyuq separasiyası üçün benzin, kerosin və bəzən də dizel fraksiyalarının hidrotəmizlənməsi qurğularından istifadə olunur; əvvəlcə reaktordan çıxan qaz - məhsul qarışığı istilikdəyişdiricilərdə, sonra soyuducularda (hava və su soyuducularında) soyudulur, separatora aşağı temperatur və aşağı təzyiqlərdə kiçik molekul kütləli karbohidrogen qazları və yüksək təzyiqdə isə hidrogenə malik qazlar ayrılır.

Hidrogenə malik qazların qaynar separasiyası üçün, əsasən neftin yüksək temperaturda qaynayan fraksiyalarının (dizel yanacaqları, vakuum qazoylu, yağ distilları və parafinlər) hidrokükürdsüzləşdirilməsi qurğularından istifadə olunur. Qaz - məhsul qarışığı istilikdəyişdiricilərdə qismən soyudulduqdan sonra qaynar separatora verilir; orada ayrılan hidrogenə malik qazlar və karbohidrogen qazları hava və su soyuducularında aşağı temperaturalara qədər soyudulur, sonra soyuq separatora göndərilir və burada qatılışı daha yüksək olan qazlar ayrılır.

#### **8.6.5.1. Naftanın hidrokükürdsüzləşdirilməsi prosesi.**

Xammalın – naftanın sonrakı emala – oktan ədədini artırmaq üçün katalitik krekinqə və ya hidrogen alınması üçün buxar konversiyasına hazırlanması üçün, onun hidrokükürdsüzləşdirməsi aparılır. Birinci halda belə işləmə öncədən təmizləmə adlanır. Prosesin aparılmasında məqsəd xammalın əlavələrdən təmizlənməsini təmin edən şəraitlərdə, onun katalizatorun iştirakı ilə hidrogen ilə qarşılıqlı təsirini həyata keçirməkdən ibarətdir (şəkil 8.6.5.1.1)





Şəkil 8.6.5.1.1. Naftanın hidrokükürdüzləşdirmə qurğusu

Xammal (nafta) qurğuya xammal nasosu (P-101) ilə verilir. Nafta katalitik riforminq qurğusundan və ya hidrogen qurğusundan daxil olan hidrogen ilə qarışdırılır. Sonra qarışıq ardıcıl olaraq E-101 istilikdəyişdiricidə və H-101 sobasında qızdırılır. Xammalın hidrogen ilə qarışığı qızdırılmış halda kükürdsüzləşdirmə reaktorunun (V-101) yuxarı hissəsinə verilir. Kükürdsüzləşmə reaksiyası Co-Mo-Al katalizatoru üzərində gedir. Reaktorun çıxışında qarışıq kükürdsüzləşdirilmiş naftaya, artıq qalan hidrogenə, hidrogen sulfidə və xammalın katalizatorun iştirakı ilə hidrogenlə kükürlü komponentlərinin parçalanmasından alınan yüngül qazlara malikdir. Qarışıq reaktordan çıxaraq soyudulur və xammal\reaksiya qarışığı istilikdəyişdiricisində (E-101), hava soyuducusunda (E-102) və kənar soyuducuda (E-103) qismən kondensləşir, bundan sonra yüksək təzyiqliq separatoruna (V-102) daxil olur, burada buxar və maye fazaları ayrılır.

H<sub>2</sub>S, kükürdsüzləşmə reaksiyasından əmələ gələn karbohidrogenlər və artıq qalan hidrogen qismən sikldən çıxarılaraq qurğunun sərhədlərinə göndərilir. V-102 separatorundan maye E-105 istilikdəyişdiricidə buxarlandırma kalonunun kub məhsulu ilə istilik mübadiləsinin köməyi ilə qızdırılır, sonra buxarlanma kalonuna (V-103) verilir və burada ondan həll olmuş hidrogen və H<sub>2</sub>S ayrılaraq kalonun yuxarisından kənarlaşdırılır. V-103 kalonunun yuxarı məhsulu E-104 istilikdəyişdiricidə qismən kondensləşir. Tərkibində çox hissəsi kondensləşməyən H<sub>2</sub>S buxarları amin qurğusuna göndərilir və burada H<sub>2</sub>S, amin kompleksi şəklində ayrılır və maye suvarma nasosu P-103 ilə kalona qaytarılır.

Kub qalığı dövretdirici nasos ilə (P-102) kalonun odlu qızdırıcısına (H-102) verilir. Kalondan çıxarılan kub qalığı əvvəlcə istiliyini E-105 istilikdəyişdiriciyə daxil olan məhsula və sonra isə E-106 soyuducusuna verməklə 38°C-ə qədər soyudularaq qurğudan kənarlaşdırılır.

#### **8.6.5.2. Kerosinin hidrotəmizlənməsi.**

Kerosinin hidrotəmizlənməsində məqsəd xam kerosin distillatının keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq, ondan kerosin və reaktiv yanacağı kimi keyfiyyətli məhsulların alınmasıdır. Neftin qovulması qurğularında alınan kerosin distillatlarında olan kükürd və merkaptanlar aviasiya mühərriklərini, həmçinin yanacaqların doldurulma - boşaldılma və saxlanma qurğularını korroziyaya uğradaraq sıradan çıxara bilər. Bəzi neftlərdən alınan kerosin distillatlarında azotlu birləşmələrin olması məhsulun qeyri-stabil rənginə səbəb ola bilər. Aviasiya reaktiv yanacaqlarına sərt tələbləri ödəmək üçün hidrozəmizlənməmiş kerosinin ASTM üzrə qovulması, alışma temperaturu və kristallaşma temperaturu kimi keyfiyyət göstəricilərinə ciddi nəzarət olunmalıdır. Bütün bunlar qazları, yüngül karbohidrogenləri və ağır kerosin fraksiyalarını bir neçə kalonda qovmaqla həyata keçirilir. Keyfiyyətin yüksəldilməsi katalizatorun iştirakı ilə hidrotəmizləmə

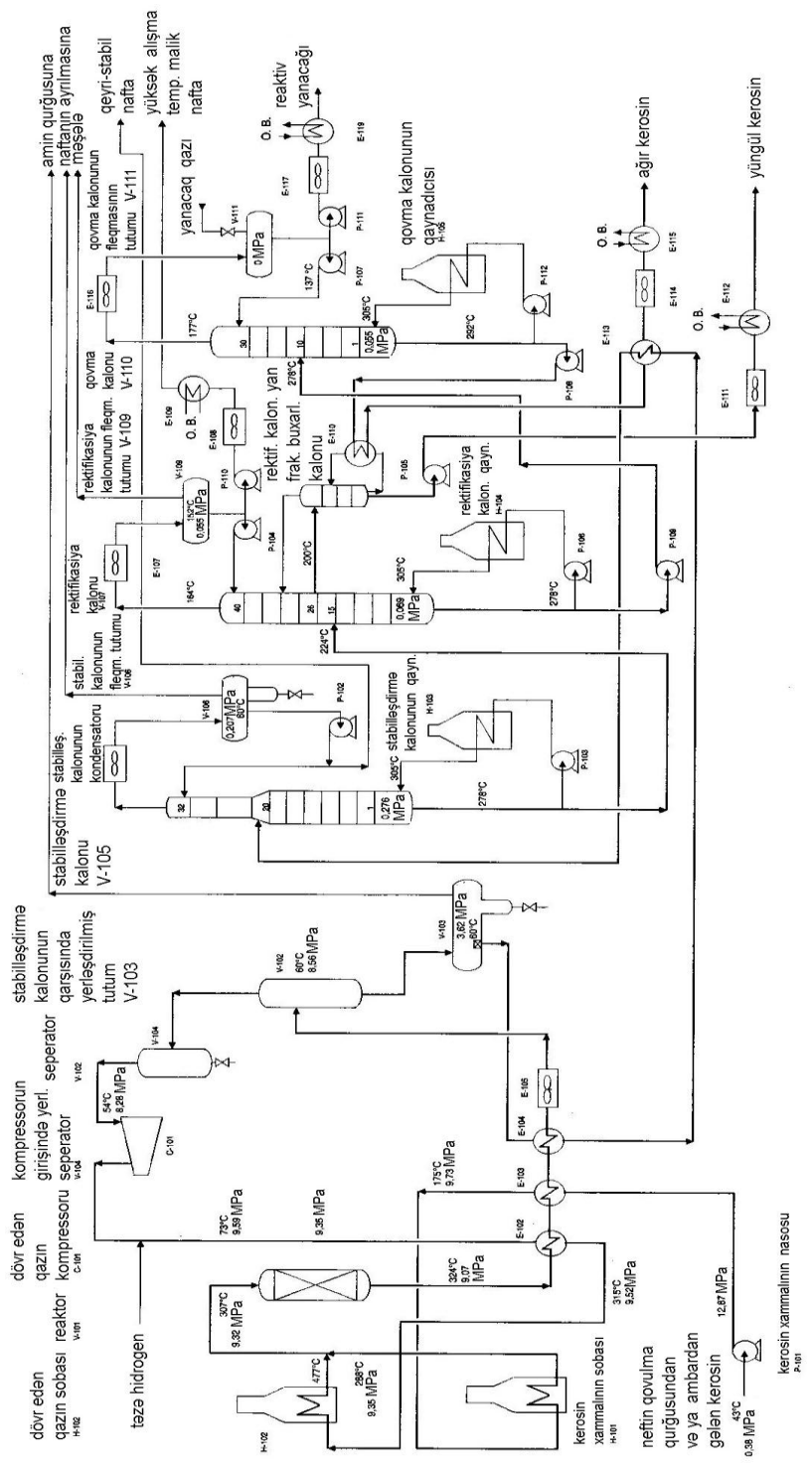
nəticəsində əldə olunur, prosesdə kükürlü birləşmələr hidrogen sulfidə, azotlu birləşmələr isə ammoniyaka çevrilir.

Məhsulun keyfiyyətinə olduqca sərt tələblər qoyulduğundan, reaktiv yanacaqların tərkibinə yalnız düzqovulma kerosini və ya hidrotəmizlənmiş komponentlər qarışığı daxil ola bilər. Reaktiv yanacağının digər əhəmiyyətli göstəricisi hisli olmayan alovun hündürlüyüdür. Fraksiyada aromatik karbohidrogenlərin miqdarı artdıqca, kerosinin hissiz alovunun hündürlüyü azalır və reaktiv yanacağı üçün qoyulmuş həddən kənara çıxa bilər. Hidrotəmizlənmənin şəraitinin sərtliyindən asılı olaraq aromatik karbohidrogenlərin uyğun naftenlərə hidrogenləşməsi dəyişir və bu yolla hissiz alovun hündürlüyünü tənzimləmək mümkündür (şəkil 8.6.5.2.1.).

Tutumdan kerosin xammalı P-101 nasosu ilə verilir və E-103 xammal/reaksiya qarışığı istilik dəyişdiricisində qızdırılır və bundan sonra H-101 sobasında yekun qızdırılma aparılır. Axın sobadan çıxaraq dövr edən hidrogen axını ilə (C-101 kompressorundan daxil olan və reaksiya qarışığı ardıcıl olaraq istilik dəyişdiricisində E-102 və H-102 sobasında qızdırılmış) birləşir. Qızdırılmış kerosin və hidrogen qarışığı içərisində Co-Mo və ya Mo-Ni katalizatoru olan reaktordan (V-101) keçir. Reaktorda kükürdsüzləşmə və azotsuzlaşma gedir. Reaktordan çıxan reaksiya qarışığı E-102, E-103 və E-104 istilik dəyişdiricilərində soyudulur (soyutma zamanı bu istilikdəyişdiricilərdə istilik daxil olan xam kerosinə və hidrogenə verilir). Sonra reaksiya qarışığı E-105 hava soyuducusunda soyudulur və bundan sonra 60°C temperaturda yüksək təzyiqliq separatoruna (V-102) daxil olur. Separatordan çıxan və yüksək miqdarda hidrogenə malik qaz sıxılır və mərkəzdənqaçma kompressorunun (C-101) köməyi ilə reaktor bölməsinə qaytarılır. Dövr edən hidrogen reaksiya qarışığı/hidrogen istilik dəyişdiricisində (E-102) qızdırılır və H-102 sobasında əlavə qızdırıldıqdan sonra o, V-101 reaktoruna gedən yolda karbohidrogen xammal ilə birləşir.

Separatordan çıxan maye karbohidrogenlər V-104 separatoruna drosselləşdirilir. Drosselləşdirmə qazı H<sub>2</sub>S-i ayırmaq üçün amin qurğusuna göndərilir və bundan sonra neft emalı zavodunun yanacaq qovşağına verilir. Drosselləşdirmə separatorundan çıxan maye V-105 stabilləşmə kalonuna göndərilir.

Stabilləşmə kalonunun yuxarisından çıxan məhsulların buxarları qismən E-106 hava soyuducusunda kondensləşir və qarışıq V-106 tutumuna daxil olur. Bu tutumdan maye naftanın bir hissəsi suvarma şəklində kalona qaytarılır, qalan hissə iş qeyri-stabil nafta kimi kənarlaşdırılır.



Şəkil 8.6.5.2.1. Kerosinim küdürsüzləşdirilmə qurğusu . S.S. soyuducusu

Stabilləşmə kalonunun kub məhsulu V-107 rektifikasiya kalonuna göndərilir və bu kalonun yuxarisından yüksək alışma temperaturuna malik nafta götürülür. Kalonun yan fraksiyası kimi baza yüngül kerosin distillatı götürülür və o, kerosinin buxarlandırılma kalonundan (V-108) keçərək alışma temperaturunu tənzimləyir və E-11 və E-112-də soyudularaq saxlanmağa göndərilir. Stabilləşmə kalonunun qaynadıcısı H-103 odlu qızdırıcıdır. Rektifikasiya kalonunun kub məhsulu V-110 qovulma kalonuna verilir və ondan ağır məhsul kimi aviasiya kerosini ayrılır. Bu kerosin saxlanılmağa göndərilməzdən öncə, ona antioksidant əlavə olunur. Qovulma kalonu məcburi dövrətməyə malik qaynadıcı ilə qızdırılır (istilik H-106 odlu qızdırıcıdan verilir). Kub məhsulu (ağır kerosin) E-114 hava soyuducusundan və kənar su soyuducusundan (E-115) keçməklə saxlanmağa göndərilir. Bu məhsul dizel yanacağı komponenti və ya müxtəlif markalı soba yanacaqları üçün durulaşdırıcı kimi istifadə olunur.

### **8.6.5.3. Qazoylun hidrokükürdsüzləşməsi.**

Qazoylun hidrokükürdsüzləşdirilməsində məqsəd kükürdün və digər əlavələrin (məsələn, azotun) miqdarının azaldılmasıdır. Qurğunun xammalı ya neftin düzqovulmasından alınan dizel fraksiyası, ya da ikinci emal proseslərinin qazoylları ola bilər. İkinci emal proseslərindən olan qazoyllar xeyli miqdarda olefin karbohidrogenlərinə malik olurlar. Odur ki, dizel yanacağına hidrotəmizlənməsi qurğusunda həmin karbohidrogenlər doymuş karbohidrogenlərə çevrilməlidirlər ki, yanacaq saxlanması zamanı stabillik təmin olunsun. Məhsulun keyfiyyətinin yüksəldilməsi ilk növbədə kükürdün və Konradsona görə koklaşmanın miqdarının azaldılmasıdır. Məsələn, əksər yaxın şərq neftlərinin xam dizel fraksiyaları 1-2%-ə qədər kükürdə malik ola bilər. Atmosferin çirklənməsi ilə mübarizə bir çox ölkələri məcbur edir ki, əmtəəlik dizel yanacaqlarında kükürdün yol verilən miqdarı azaldılsın. Hələ bir neçə il əvvəl yanacaqda kükürdün icazə verilən miqdarı 1% təşkil edirdi. Lakin dizel yanacağı ilə işləyən avtomobillərin sürətlə artması ilə dünyada atmosferin çirklənmə səviyyəsi də yüksəlir. Atmosferin belə sürətlə çirklənməsinin ləngitmək məqsədilə əksər inkişaf etmiş ölkələrdə yanacaqda kükürdün icazə verilən miqdarı 0,005% kütlə və daha aşağı endirilmişdir. Şəkil 8.5.5.2.1-də qazoylun hidrokükürdsüzləşməsi qurğusunun sxemi verilmişdir.

Dizel xammalı xammal nasosu (P-101) ilə reaksiya qarışığı/xammal istilikdəyişdiricilərinə (E-103 və E-101) verilir. Bundan sonra o, qaynar dövr edən hidrogen axını ilə birləşir və reaktora (V-101) daxil olur. Reaktora alüminium oksid üzərində Co-Mo və ya Ni-Mo katalizatoru yüklənmişdir. C-101 kompressor tərəfindən dövr etdirilən qaz əvvəlcə reaksiya qarışığı/xammal istilikdəyişdiricisində (E-102), sonra isə H-101 sobasında qızdırılır. Bundan sonra V-101 reaktoruna gedən yolda karbohidrogen xammal ilə qarışdırılır.



Reaktorda hidrokükürdsüzləşmə reaksiyası gedir və xammalda olan kükürlü və azotlu üzvi birləşmələrin parçalanması nəticəsində hidrogen sulfid və ammoniyak əmələ gəlir. Hidrokükürdsüzləşmə reaksiyası istilik ayrılması ilə getdiyindən, temperaturun artmasını məhdudlaşdırmaq üçün reaktorda katalizator təbəqələri arasındakı hissəyə soyuq hidrogen axını verilir. Reaktordan məhsullar qarışığı əvvəlcə reaksiya qarışığı/xammal istilikdəyişdiricilərində (E-101, E-104), sonra hava soyuducusunda (E-105) soyudulur. Bundan sonra yüksək təzyiqliq separatoruna (V-102) daxil edilir. Birbaşa E-105 hava soyuducusunun qarşısında reaksiya qarışığına kondensat çılənir. Məqsəd odur ki, H<sub>2</sub>S və ammoniyakdan əmələ gələn ammonium sulfid həll olmuş hala keçsin və borular tutulmasın. Ammonium duzlarının məhlulu yüksək təzyiqliq separatorundan (V-102) çıxarılır və neft emalı zavodunun tullantı suları sisteminə göndərilir.

Dizel xammalı xammal nasosu (P-101) ilə reaksiya qarışığı/xammal istilikdəyişdiricisinə (E-103 və E-101) verilir. Bundan sonra o, qaynar dövr edən hidrogen axını ilə birləşir və reaktora (V-101) daxil olur. Reaktora alüminium oksid üzərində Co-Mo və ya Ni-Mo katalizatoru yüklənmişdir. C-101 kompressor tərəfindən dövr etdirilən qaz əvvəlcə reaksiya qarışığı/xammal istilikdəyişdiricisində (E-102), sonra isə H-101 sobasında qızdırılır. Bundan sonra V-101 reaktoruna gedən yolda karbohidrogen xammal ilə qarışdırılır.

Hidrogen ilə zənginləşmiş qazlar yüksək təzyiqliq separatorundan absorberə (V-107) daxil olur və burada H<sub>2</sub>S dietanolaminin dövr edən məhlulu tərəfindən udulur. H<sub>2</sub>S-dən təmizlənmiş qaz təzə hidrogen ilə qarışdırılır. Təzə və dövr edən hidrogen mərkəzdənqaçma kompressoru ilə (C-101) reaktordakı təzyiqlə qədər kompromizləşdirilir və hidrokükürdsüzləşdirmə reaktoruna qayıdır. Dövr edən qazın bir hissəsi soyuducu axın kimi katalizator təbəqələri arasına verilir, qalan hidrogen isə reaksiya qarışığı/xammal istilikdəyişdiricisində (E-102) və H-101 sobasında qızdırıldıqdan sonra karbohidrogen xammalı ilə qarışdırılır. Qarışdırma V-101 reaktoruna gedən yolda həyata keçirilir. Maye karbohidrogenlər axını V-102 separatorundan, drosselləşdirmə separatoruna (V-103) drosselləşdirilir. Drosselləşdirmə qazı H<sub>2</sub>S-dən təmizləmə qovşağına göndərilir və bundan sonra o, neft emalı zavodunun yanacaq sisteminə verilir. V-103 separatorundan çıxan maye E-104 istilikdəyişdiricisində reaksiya qarışığının istiliyi ilə qızdırılır və stabilləşmə kalonuna (V-104) daxil olur.

Stabilləşmə kalonunda hidrokükürdsüzləşmə reaktorunda əmələ gələn qazlar, yüngül karbohidrogenlər və nafta qovulur. Stabilləşmə kalonunun yuxarı məhsulunun buxarları E-109 hava soyuducusunda kondensləşir və maye yuxarı məhsul tutumuna (V-105) axır. Bu maye (qeyri-stabil nafta) stabilləşmə kalonunda suvarma kimi istifadə olunur, onun artığı isə naftanın tutumuna göndərilir.

Stabilləşmə kalonuna istilik orta təzyiqliq buxar ilə daxil olur. Stabilləşmə kalonunun kub məhsulu kükürdsüzləşdirilmiş dizel yanacağıdır. Bu dizel

yanacağı E-110 və E-111 istilikdəyişdiricilərində soyudulduqdan sonra saxlanmağa göndərilir.

**Kükürdün miqdarı ultra az olan dizel yanacağı.** Çox az miqdarda kükürd (500 mq/kq-dan az) malik dizel yanacağının istehsal prosesi olduqca sərt iş şəraitində aparılmalıdır. Bununla yanaşı texnoloji rejimə, katalizatorun passivləşməsinə, işçi siklin uzunmüddətliliyinə, xammalın xassələrinə qurğunun işçi parametrlərində və katalizatorun aktivliyindəki xırda dəyişikliklər belə güclü təsir göstərir.

Tələb olunan hidrokükürdsüzləşmə dərinliyini almaq üçün maye xammal və katalizator arasında yaxşı kontaktın təmin olunması vacibdir. Qazın və mayenin katalizator təbəqəsinin bütün köndələn kəsiyi boyu bərabər paylanması böyük əhəmiyyət kəsb edir. Katalizatorun daha bircinsli yüklənməsini və katalizatorun boş yığıldığı yerlərdə axının sərbəst keçməsi riskini minimuma endirmək üçün reaktorda katalizator təbəqəsi sıx yerləşdirilməlidir. Reaktorda təzyiq işin başlanğıcında katalizatoru xortumdan yükləmə zamanı olduğuna nəzərən az olur, amma işin gedişi prosesində daha stabildir.

Dövr edən qazda hidrogen sulfidin olması katalizatorun kükürdsüzləşdirici aktivliyini azaldır (qazda 5% həcm  $H_2S$  olduqda katalizatorun aktivliyi 25-30% azalır). Dərin hidrokükürdsüzləşməni həyata keçirmək üçün dövr edən qazdan  $H_2S$ -i yumaq lazım gəlir.

Xammalın xassələri kükürdsüzləşmənin dərinliyinə güclü təsir edir. Orta distillatlarda kükürdün çox hissəsi yalnız az tip alkiləvəzli benzotiofenlərdə və dibenzotiofenlərdə olur. Bu birləşmələr hidrokükürdsüzləşməyə münasibətdə fərqlənirlər. Düzqovulma qazoyllarında qaynama temperaturu artdıqca kükürdün miqdarı tədricən artır və  $350^{\circ}C$  qaynama temperaturuna malik fraksiyada bu göstərici pik həddinə çatır. Tərkibində dövr edən yüngül katalitik krekinq qazoylu olan xammal üçün ikiqat pik xarakterikdir və bu birləşmələrdə kükürd, əsasən benzotiofenlər və dibenzotiofenlər şəklindədir. Xammalın qovulması məhsulun rənginə əsaslı təsir göstərir. Rəng yaradan komponentlər xammalın ağır fraksiyalarında cəmləşir. Bundan başqa, reaktorda temperatur artdıqda və zaman keçdikcə rəng güclənir. Xammalın son qaynama temperaturunu azaltmaqla, məhsulun rəngini yaxşılaşdırmaq mümkündür.

#### **8.6.5.4. Neft qalıqlarının hidrozənginləşdirilməsi prosesləri.**

Müasir dünya neft emalında aktual və mürəkkəb problemlərdən biri neft qalıqlarının – qudronların və mazutların zənginləşdirilməsi (metalsızlaşdırma, asfaltsızlaşdırma və kükürdsüzləşdirmə) və katalitik emalıdır (katalitik krekinq, hidrokrekinq). Qeyd edək ki, əksər yataqların neftlərində qudron və mazutun potensial miqdarı 20-55% həddindədir.

Belə proseslərin işlənilib hazırlanmasında yaranan çətinliklər hidrogenoliz və krekinq reaksiyalarının özlərinin həyata keçməsi ilə yox, xammalda olan metal-



üzvi birləşmələrin katalizatorları dönməz olaraq zəhərləməsi hadisəsi ilə bağlıdır.

Neft qalıqlarının zənginləşdirilməsi və emalı zamanı xammal kimi keyfiyyət göstəriciləri baxımından daha çox əhəmiyyət kəsb edənələr metalların miqdarı (katalizatorun passivləşdirmə dərəcəsini və onun məsrəflərini müəyyən edir) və kokslaşmasıdır (katalitik krekinq regeneratorlarında koks yüklənməsini və ya hidrogenləşmə proseslərində hidrogenin məsrəfini müəyyən edir). Məhz bu göstəricilər qərb ölkələrində katalitik krekinq prosesləri üçün qalıq xammallarının təsnifatının əsası kimi götürülür. Bu təsnifatda metalların miqdarı və kokslaşmaya görə neft qalıqları aşağıdakı 4 qrupa bölünür:

Qruplar	Kokslaşma, % kütlə	Metalların miqdarı, q/ton
I	< 5	10-dan az
II	5-10	10-30
III	10-20	30-150
IV	>20	> 150

I. Yüksək keyfiyyətli xammal (məsələn, Manqışlaq və ya Qroznı neftlərinin mazutları). Bunlar öncədən hazırlama olmadan metal passivləşdiriciyə malik və regeneratorlarda istiliyin kənarlaşdırılması ilə işləyən liftreaktor katalitik krekinq qurğularında emal oluna bilər.

II. Orta keyfiyyətli xammal. Bu xammal iki pilləli, istiliyi kənarlaşdırıla bilən son model katalitik krekinq qurğularında, öncədən hazırlıq olmadan emal oluna bilər, amma bu halda katalizatorun istifadə miqdarı yüksək olur və xammalın metalların zəhərləyici təsirinin passivləşdirilməsi aparılır.

III. və IV. Aşağı keyfiyyətli xammallar (məsələn, Qərbi Sibir, Romaşka qudronları). Onların katalitik emalı öncədən məcburi hazırlanmanı – metallsızlaşmanı və asfaltsızlaşmanı tələb edir.

Neft qalıqlarının yuxarıda göstərilən təsnifatı hidrokatalitik proseslərin xammallarının keyfiyyəti üçün də qəbul olunandır, amma bu proseslər üçün kokslaşma ilə müqayisədə, metalların miqdarı daha əhəmiyyətlidir.

Mazutların azkükürlü soba yanacaqlarına emalı üçün “birbaşa olmayan” hidrokükürdsüzləşdirmənin aşağıdakı üsulları işlənilib hazırlanmış və həyata keçirilmişdir:

- mazutun vakuum (və ya dərin vakuum) qovulması və vakuum (dərin vakuum) qazoylunun hidrokükürdsüzləşdirilməsi və sonra qudron ilə qarışdırılması ilə (soba yanacağında kükürdün miqdarı 1,4-1,8% olur);

- mazutun vakuum qovulması və qudronun asfaltsızlaşdırılması, sonra vakuum qazoylunun və asfaltsızlaşdırma məhsulunun sonrakı kükürdsüzləşdirilməsi və onların asfaltsızlaşdırma qalığı ilə qarışdırılması (soba yanacağında kükürdün miqdarı 0,4-1,4% olur);

- mazutun vakuum qovulması və qudronun asfaltsızlaşdırılması, sonra vakuum qazoylu və asfaltsızlaşdırma məhsulu hidrokükürdsüzləşdirilir və onlar

qarışdırılır (soba yanacağında kükürdün miqdarı 0,2-0,3% olur). Asfaltsızlaşdırma qalığı qazlaşdırılır və ya ayrılıqda emal olunmaqla bitum, pek, əlaqələndiricilər, yanacaq koksu və s. alınır.

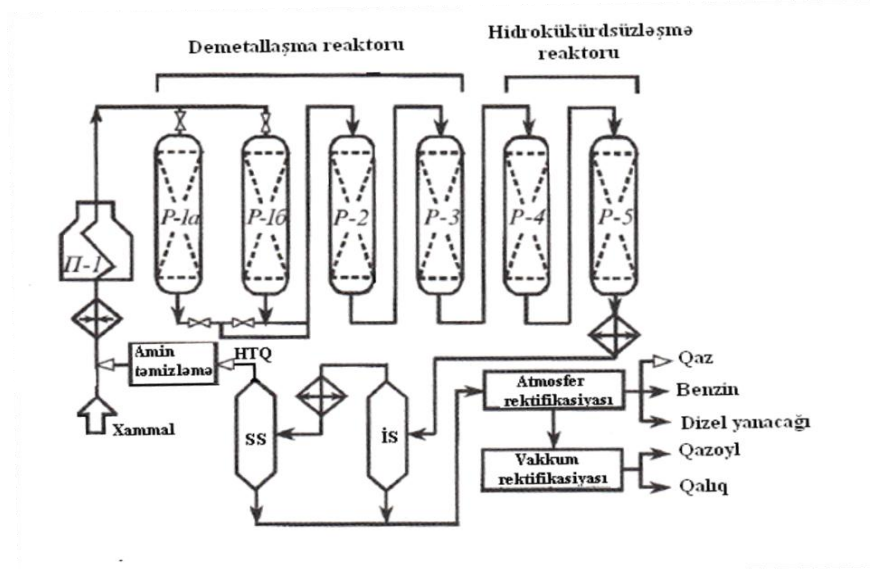
Neftin dərin qalıqsız emalını təmin etmək üçün bir neçə tip katalizatorlardan istifadə etməklə məhdud miqdarda metala malik neft qalığı birbaşa hidrokükürdsüzləşdirilir və ya qudrun əvvəlcədən metalsızlaşdırıldıqdan və asfaltsızlaşdırıldıqdan sonra katalitik emal olunur. Neft qalıqlarının hidrokükürdsüzləşdirilməsi üçün müasir xarici qurğular öz aralarında, əsasən reaktor bloklarının sxemləri ilə fərqlənir və bu əlamətlərinə görə onlar aşağıdakı variantlara ayrılır:

1) Əvvəl yüksək məsaməliliyə malik metal tutumlu katalizatorlardan istifadə edilməklə hidrokükürdsüzləşdirmə prosesi çox təbəqəli reaktorda, sonra isə yüksək hidrokükürdsüzləşdirici aktivliyə malik katalizatorun istifadəsi ilə aparılır;

2) İki və çoxpilləli reaktorlarda hidrokükürdsüzləşdirici prosesinin aparılması üçün birinci reaktor stasionar təbəqəli katalizatorun iştirakı ilə ucuz metal katalizatorlar üzərində (çox vaxt regenerasiya olunmur) metalsızlaşdırma və asfaltsızlaşdırma üçün nəzərdə tutulmuşdur, sonuncu reaktorda isə metalsızlaşdırılmış xammalın hidrokükürdsüzləşdirilməsi həyata keçirilir;

3) Üçfazlı psevdosıxılmış katalizator təbəqəsinə malik reaktorda hidrokükürdsüzləşdirmə. Psevdosıxılmış təbəqə imkan verir ki, əlaqədə olan fazaların daha intensiv qarışdırılması, reaksiyaya girmənin izotermiki rejimi, xammalın konversiya dərəcəsinin saxlanılması, fasiləsiz olaraq katalizatorun bir hissəsinin reaktordan çıxarılması, təzə və ya regenerasiya olunmuş katalizator əlavə edilməklə katalizatorun aktivliyinin sabit səviyyədə saxlanılması təmin edilsin. Lakin böyük ölçülər və qalın divarlı reaktorların (yüksək təzyiq altında işləyən) kütləsi, katalizatorun çıxarılması və daxil edilməsi üçün şlüz sisteminin mürəkkəbliyi, böyük miqdarda kapital və istismar məsrəfləri kimi çatışmamazlıqlar səbəbindən psevdosıxılmış layda hidrokükürdsüzləşdirmə və hidrokrekinq hələ də neft emalında geniş yayılmamışdır.

Sənayedə tətbiq olunmuş orijinal proseslərdən daha çox texnoloji cəhətdən çevik və kifayət qədər səmərəli olanı ağır neft qalıqlarının hidrokükürdsüzləşdirilməsinin "Xayval" prosesidir. Bu proses Fransa Neft İnstitutunda işlənilib hazırlanmışdır. Bu prosesin prinsipial texnoloji sxemi 8.6.5.4.1.-də verilir.



**Şəkil 8.6.5.4.1. Fransa institutunun işləyib hazırladığı neft qalıqlarının hidroükürdsüzləşdirilməsi qurğusunun prinsipli texnoloji sxemi**

Qurğunun reaktor bloku növbə ilə işləyən P-1a və P-1b mühafizə reaktorlarından, iki ardıcıl işləyən P-2 və P-3 əsas reaktorlardan (dərin hidrometalsızlaşdırma reaktorlarından) və iki ardıcıl işləyən P-4 və P-5 hidroükürdsüzləşdirmə reaktorlarından ibarətdir. Mühafizə reaktorları (P-1a və P-1b) qarşılıqlı əvəzetmə rejimində işləyir: işləyən reaktorda katalizator metalsızlaşdırıcı aktivliyini itirdikdə, qurğunu saxlamadan digər ehtiyat reaktora keçirilir. Reaktorların fasiləsiz iş müddəti aşağıdakı kimidir: müdafiə reaktorları - 3, 4 ay; qalanları 1 il.

İlkin xammal (mazut, qudron) hidrogenə malik qaz ilə qarışdırılır, reaksiya qarışığı II-1 sobasında tələb olunan temperatura qədər qızdırılır, ardıcıl olaraq müdafiə və əsas reaktorlara verilir. Hidroükürdsüzləşdirmə məhsulları qaynar və soyuq qaz separatorlarında yanar separasiya olunur, sonra atmosfer və vakum kalonlarında stabilləşdirilmə və fraksiyalaşdırılma aparılır.

Prosesdə katalizator kimi hidrogenləşdirici metallarla modifikasiya olunmuş alüminium oksiddən istifadə olunur. Katalizator nahamar səthə malik olur və məsamələri “kirpi” formasındadır.

## **8.7 Neft xammalının katalitik hidrokrekinq prosesləri**

**Hidrokrekinq** hidrogenləşdirici turşu xassəli polifunksional katalizatorlar (selektiv hidrokrekinq prosesində, həmçinin ələk effektinə malik olan) üzərində yumşaq temperaturalarda və hidrogenin yüksək təzyiqi altında neft distillatlarının və qalıqlarının katalitik emalı prosesidir.

Hidrokrekinq prosesi uyğun katalizator və texnoloji şərait seçildikdə istənilən neft xammalından yüksək çıxımla, geniş çeşiddə, yüksək keyfiyyətli neft məhsullarının alınmasına (sıxılmış C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> qazları, benzin, reaktiv və dizel yanacağı, yağ komponentləri) imkan verir və bu proses neft emalını dərinləşdirən, iqtisadi cəhətdən əlverişli, çevik proseslərdən biridir.

Müasir neft emalında aşağıdakı tip hidrokrekinq prosesləri tətbiq olunur:

1) Sintetik kauçuk istehsalı üçün qiymətli xammal, avtomobil benzinləri üçün yüksək oktanlı komponent olan yüngül izoparafinlərin alınması məqsədi ilə benzin fraksiyasının hidrokrekinqi;

2) Oktan ədədini artırmaq üçün benzinlərin, donma temperaturunu aşağı salmaq üçün reaktiv və dizel yanacaqlarının selektiv hidrokrekinqi;

3) Aromatik karbohidrogenlərin miqdarını azaltmaq üçün düzqovulma kerosin fraksiyasının və katalitik krekinq qazoyllarının hidroaromatiksizləşdirilməsi;

4) Eyni zamanda dizel fraksiyası almaqla katalitik krekinq xammalını hidrozən-ginləşdirmək üçün vakuum qazoylunun hidrokrekinqi;

5) Mühərrik yanacaqları və yüksək indeksli yağ əsasları almaq üçün vakuum distillatının hidrokrekinqi;

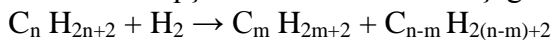
6) Mühərrik yanacağı, sürtkü yağları, az kükürlü soba yanacaqları və katalitik krekinq xammalı üçün xammal almaq məqsədi ilə neft qalıqlarının hidrokrekinqi.

### **8.7.1. Hidrokrekinq reaksiyalarının kimyası və mexanizminin xüsusiyyətləri, prosesin katalizatorları.**

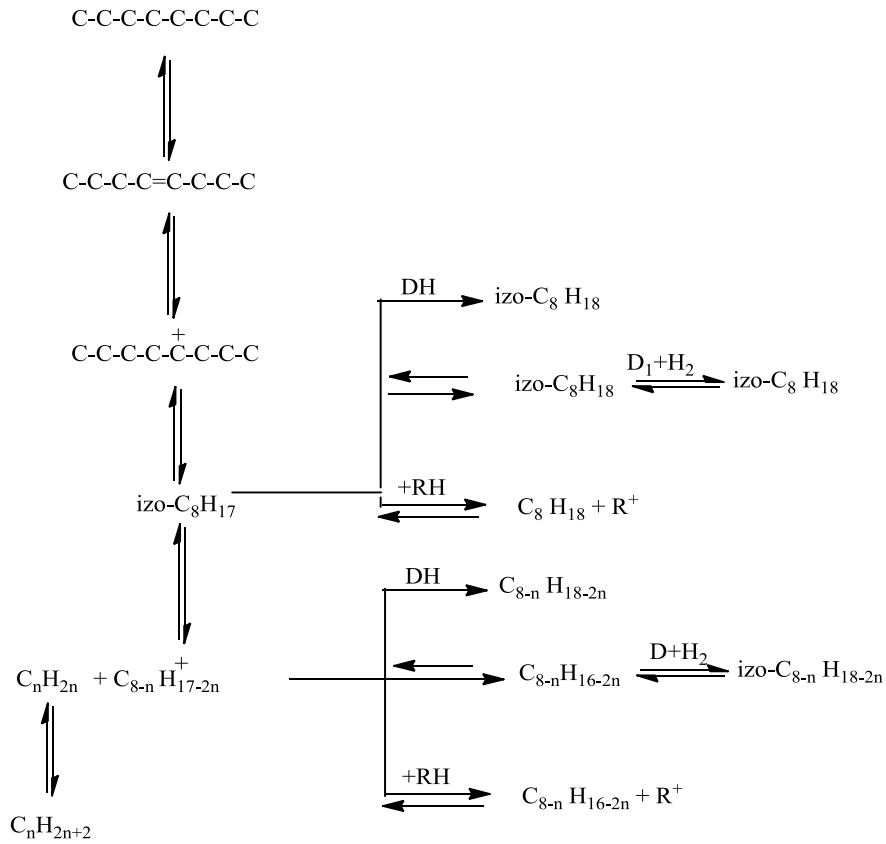
Hidrokrekinq prosesində müxtəlif tərkibli və xassəli katalizatorlardan istifadə olunur və onun nəticələri çox güclü dərəcədə katalizatorun xassəli ilə müəyyən olunur: hidrogenləşdirici və turşu aktivliyi, prosesin temperaturu. Ümumilikdə hidrokrekinq katalizatorlarını: - yüksək hidrogenləşdirici və az turşu aktivliyinə malik olan; - nisbətən yüksək olmayan hidrogenləşdirici və yüksək turşu aktivliyinə malik katalizatorlar qrupuna ayırmaq olar.

#### **Alkanlar**

Hidrokrekinq şəraitlərində alkanlar aşağıdakı reaksiyaya daxil olur:



Müəyyən temperatur intervalında alkanların hidrokrekinqi karbokation mexanizmi üzrə gedir. Bu mexanizmi aşağıdakı sxem ilə təsvir etmək olar:



Qeyd: D - hidrogenləşdirmə-hidrogenləşdirmə aktiv mərkəzləri; KH - aktiv turşu mərkəzləri.

Hidrokrekinq məhsullarının çıxımlarının nisbətləri karbokationların izomerləşməsi, onların parçalanması, stabilləşməsi sürəti ilə müəyyən olunur. Üç karbon atomundan az karbon atomuna malik fraqmentlərin ayrılması ilə karbokationların parçalanması reaksiyası güclü endotermik proses olduğundan və hidrokrekinq prosesində temperatur yüksək olmadığından, parçalanma zamanı demək olar ki, metan və etan əmələ gəlmir. Yüksək turşu aktivliyinə və mülayim hidrogenləşdirici aktivliyə malik olan katalizatorlar üzərində çoxlu karbon atomlarına malik və sürətlə parçalanan karbokationların doyması az dərəcədə gedir, odur ki, izobutanın çıxımı çox və ilkin normal alkanın izomerlərinin çıxımı az olur. Karbokationda karbon atomlarının sayı artdıqca, tarazlıq izomerləşmə dərəcəsinin artması tərəfə yönəlir. Onların parçalanması zamanı əmələ gələn və sonra stabilləşən alkanlar termiki tarazlıqdakından daha çox dərəcədə izomerləşmiş olur.

Yüksək hidrogenləşdirici və mülayim turşu aktivliyinə malik katalizatorlar üzərində karbokationların intensiv doyması baş verir və nəticədə molekulda çoxlu karbon atomu olan alkanlar əmələ gəlir və hidrokrekinq məhsulunda izoalkan: normal alkan nisbəti yüksək olmur.

Katalizatorun turşu və hidrogenləşdirici aktivliyi nisbətinin hidrokrekinqin nəticəsinə təsiri cədvəl 8.6.1.-də verilir. Bu məlumatları nəzərə almaq lazımdır ki, alümosilikat üzərinə daxil edilmiş nikel (nikel sulfidə nəzərən daha yüksək hidrogenləşdirici aktivliyə malikdir), onun turşu aktivliyini bir qədər azaldır (aktiv protonların əvəz olunması hesabına). Nikel sulfid hidrogenləşdirici xassəsi ilə yanaşı, müəyyən miqdarda turşu aktivliyinə də malik olur. Beləliklə, alümosilikat üzərində nikel katalizatoru yüksək hidrogenləşdirici və çox olmayan turşu aktivliyinə, alümosilikat üzərində nikel sulfid isə yüksək turşu aktivliyinə və mülayim hidrogenləşdirici aktivliyə malik olur. Müqayisə üçün, eyni şəraitdə alümosilikat üzərində hidrokrekinqin nəticələri də yuxarıdakı cədvəldə verilmişdir. Cədvəldən görünür ki, alümosilikat üzərində nikel sulfid katalizatorunun iştirakı ilə ümumi çevrilmə dərəcəsi, alümosilikat və üzərində nikel katalizatoru olan alümosilikat iştirakı ilə olduğundan xeyli çoxdur.

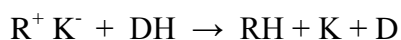
**Cədvəl 8.6.1. Dekanın hidrokrekinqinin nəticələri**

Şərait: 228°C; 82MPa; H<sub>2</sub> : C<sub>10</sub> H<sub>22</sub> mol nisbəti = 10; xammalın verilməsinin həcmi sürəti 8 saat<sup>-1</sup>

Göstəricilər	Katalizatorlar		
	alümosilikat	alümosilikat üzərində 6,6% nikel	alümosilikat üzərində 6,6% nikel sulfid
Çevrilmə dərəcəsi, %	2,5	7,8	52,8
Məhsulların tərkibi, mol (100 ml ilkin dekana görə)			
CH <sub>4</sub>	0,01	0,28	0,92
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	-	0,05	0,05
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,3	0,33	7,9
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,2	0,9	6,8
Izo-C H	1,3	0,07	21,5
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,1	1,2	2,6
Izo-C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0,9	0,12	18,7
Izo-C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	0,06	1,0	2,0
C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	0,3	0,07	4,6
C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	0,01	0,87	0,2
C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	0,03	0,47	1,1
Izo-C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	0,01	0,52	1,0
C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	0,3	4,5	5,5
Alkenlər	97,5	92,1	47,2
Nisbət:	0,05	0	0
Izo- C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> : C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	2	0,08	4,57
Izo- C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> : C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	13	0,06	8,30
Izo- C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> : C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	15	0,12	9,35
Izo- C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> : C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	30	0,09	23
C <sub>3</sub> + C <sub>4</sub> + C <sub>5</sub> + C <sub>6</sub> Σ reaksiya məhsulları	0,845	0,355	0,880

Bu, hidrogenləşdirici – dehidrogenləşdirici aktiv mərkəzlərdə alkenlərin (az qatılıqlarda) əmələ gəlməsi ilə izah olunur, belə ki, alkenlər asanlıqla

karbokationların əmələ gəlməsini inisiatorlaşdırırlar; hidrogenləşdirici – dehidrogenləşdirici aktiv mərkəzlər, həmçinin qonşu turş mərkəzlərin kokslaşmasının da qarşısını alır. Yüksək hidrogenləşdirici aktivliyə malik katalizator üzərində krekinqin zəif sürəti ehtimal ki, karbokationların aşağıdakı tipdə reaksiyalarla doyması ilə izah oluna bilər:



Eyni sayda karbon atomlarına malik izoalkanların böyük miqdarda alınması (çevrilmiş alkana nəzərən) və krekinq məhsullarının az şaxələnməsi göstərir ki, bu tip reaksiya böyük sürətlə gedir.

Mülayim hidrogenləşdirici aktivliyə malik katalizator üzərində karbokationun belə mexanizm ilə doyması, görünür ki, ya ümumiyyətcə getmir və ya ikili- $C_3^+$  və üçlü- $C_4^+$  tipli davamlı, uzun müddət yaşaya bilən ionlar üçün baş verir. Nəticədə, hidrokrekinq məhsullarının tərkibi (alkenlərin aydın olan iştirak etməməsi nəzərə alınmadan) eyni şəraitdə alümosilikat katalizatorları üzərində katalitik krekinq məhsullarının tərkibinə olduqca yaxındır.

Katalizatorun turşuluğunun artmasının və hidrogenləşdirici aktivliyinin azalmasının təsiri alümosilikat üzərində nikel katalizatoru ilə dekanın hidrokrekinqi prosesində dekana kükürd əlavə edilməklə öyrənilmişdir. Bu təsir izo- $C_5H_{12}$  :  $C_5H_{12}$  nisbətində özünü daha aydın göstərir. Nikel nikel sulfidə çevrildikcə, həmin nisbət artır və bu artım nikelin tamamilə sulfid formasına keçməsinə qədər davam edir.

Turşu xassələrinə malik olmayan katalizator üzərində alkan molekulunda müxtəlif C-C əlaqəsinin hidrogenolizi müxtəlif katalizatorlar üçün müxtəlif sürətlərdə gedir.

Daşıyıcı turş xassəli olmadıqda, platin katalizatoru üzərində müxtəlif C-C əlaqələrinin hidrogenolizi bir-birinə yaxındır, nikel isə kənar C-C əlaqələrinin qırılmasını kəskin artırır və nəticədə metan əmələ gəlir.

Alümosilikat molibden katalizatoru müxtəlif C-C əlaqələrinin qırılmasına eyni qaydada təsir edir.

Turş daşıyıcı istifadə edildikdə hidrokrekinq məhsullarının tərkibi karbokation proseslərinin böyük miqdarda əmələ gəlməsi istiqamətinə dəyişir. Alümosilikat daşıyıcı üzərində katalizatorun hidrogenləşdirici komponentinin dekanın 8,35 MPa təzyiqdə və 228°C-də hidrokrekinqi məhsullarının izomerləşmə dərəcəsinə təsiri aşağıdakı məlumatlardan görünür ( $C_5$  və  $C_6$  fraksiyaları ):

	$C_5$	$C_6$
İzoalkanlar : alkanlar		
platin üzərində	0,09	0,07
platin sulfid üzərində	2,0	2,5
kobalt üzərində	0,4	0,8
kobalt sulfid üzərində	8,2	8,5

Alkanların molekül kütlələri artdıqca, hidrokrekinq sürəti artır. Belə ki, eyni hidrokrekinq şəraitində oktanın çevrilmə dərəcəsi 53%, heksadekanın çevrilmə dərəcəsi 95% olur.

Yüksək turşu aktivliyinə malik katalizator üzərində, molekulunda çoxlu sayda karbon atomları olan hidrokrekinq məhsulları daha çox dərəcədə izomerləşmiş olur və  $\text{izo-C}_n\text{H}_{2n+2} : \text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  nisbəti  $n$ -in qiyməti artdıqca yüksəlir. Az turşu aktivlikli və yüksək hidrogenləşdiriciyə malik katalizatorlar üçün müxtəlif sayda karbon atomlarına malik hidrokrekinq məhsullarında izomerləşmə dərəcəsi az fərqlənir. Belə ki, 371°C temperaturda, 6,9MPa təzyiqdə və çevrilmə dərəcəsi 53% olduqda heksadekanın alümosilikat üzərində, platin katalizatoru iştirakı ilə hidrokrekinq məhsullarında izoalkanların alkanlara nisbəti 1,4 (butanlar üçün), pentanlar üçün 2,3 və heksanlar üçün 1,6 olur.

Hidrokrekinq temperaturu artdıqca karbokationların izomerləşmə sürətinin, onların parçalanma sürətinə nisbəti azalır və nəticədə hidrokrekinq məhsullarında izoalkanların normal alkanlara nisbəti də azalır. Üçlü karbon atomuna malik izoalkanlar katalitik krekinqdə olduğu kimi, şaxələnməmiş alkanlara nəzərən daha böyük sürətlə hidrokrekinqə uğrayır.

**Sikloalkanlar.** Uzun alkil zəncirli sikloalkanlar yüksək turşu aktivliyinə malik katalizator üzərində hidrokrekinqə uğradıldıqda, alkanlar hidrokrekinqdə olduğu tipdə parçalanmaya məruz qalır. Sikloalkan həlqələri davamlıdır və həlqələrin hidrogenolizi az dərəcədə gedir.  $\text{C}_{10}$ -alkansikloheksanlar və daha yüksək molekulular, əsasən izobutan və sikloalkanlar əmələ gətirməklə parçalanır. Əmələ gələn sikloalkanlar, əsasən siklopentanlardır. Yüksək olmayan temperaturalarda bu reaksiyalar kifayət qədər yüksək selektivliklə gedir.

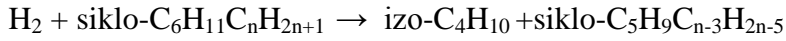
İlkin sikloalkanın parçalanma məhsullarının molyar çıxımı belədir: 60%-dən az olmayan ümumi butanlar (əsasən izobutan) və 40% ilkin sikloalkanda olduğundan 4 karbon atomu az olan sikloalkanlar (əsasən siklopentanlar). Hidrokrekinq zamanı həlqələrin 80%-dən çoxu saxlanılır. Digər hidrokrekinq məhsullarının çıxımı çox deyil,  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_5$ - $\text{C}_7$  alkanlar və  $\text{C}_6$ - $\text{C}_9$  sikloalkanlar əmələ gəlir. Bütün hallarda siklopentan əmələ gəlmir.  $\text{izo-C}_5\text{H}_{12} : \text{C}_5\text{H}_{12}$  nisbəti butanlar üçün olduğu kimi, termodinamiki tarazlıqda olan nisbətə nəzərən xeyli çoxdur. Karbon atomlarının sayı  $n=4$ -dən çox olan sikloalkanlar termodinamiki tarazlıq qatılığına yaxın qatılıqda siklopentanalara malik olur. Lakin karbon atomlarının sayı  $n=4$  olan sikloalkanlar üçün siklopentanlar : sikloheksanlar nisbəti tarazlıq halında olduğu hala nisbətən 3 dəfə çoxdur. İlkin sikloheksanda olan sayda karbon atomlarına malik məhsulların tərkibi çox güman ki, termodinamiki tarazlığa yaxın olan izomerlər qarışığından ibarətdir.

Alkan-sikloheksan molekulunda karbon atomlarının sayı 10-dan az olduqda, reaksiyaların xarakteri kəskin dəyişir. 1,2,4-trimetilsikloheksantetrametil-sikloheksana nəzərən iki tərtib az sürətlə hidrokrekinqə uğrayır. Bu zaman hidrokrekinq məhsullarında sikloalkan həlqələrinin çıxımı azalır, krekinqin əsas



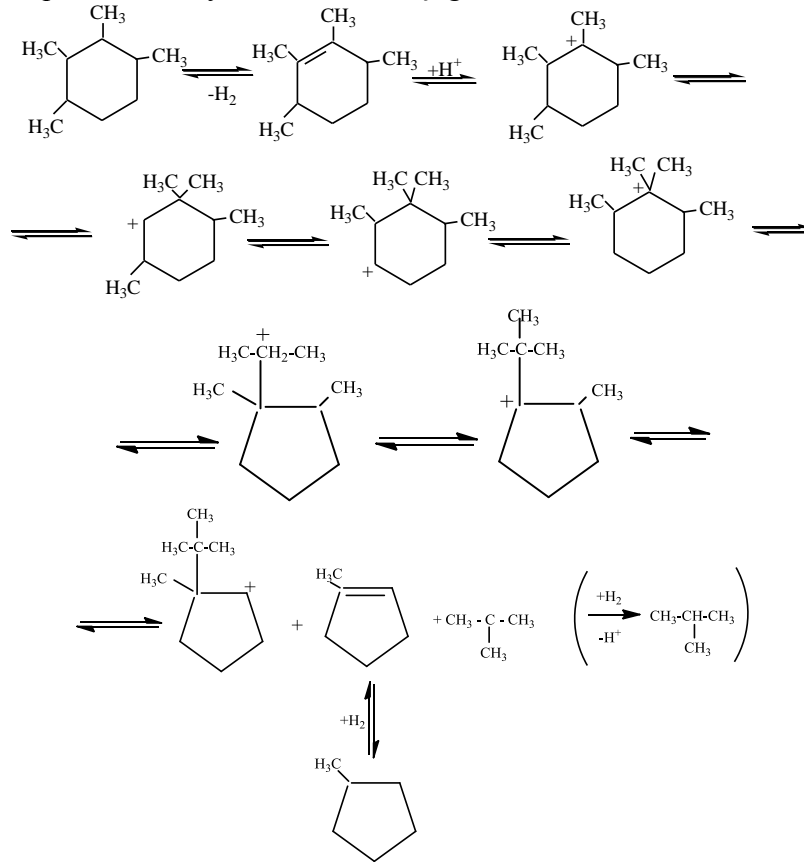
məhsulları C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub> alkanlardır.

Temperatur artdıqca



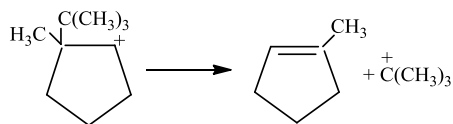
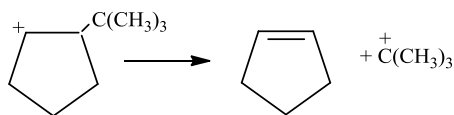
reaksiyasının selektivliyi azalır. Belə ki, tetrametilsikloheksanın hidrokrekinqinin temperaturu 291°C-dən 348°C-ə qədər qaldırılırsa, metilsiklopentanın molyar çıxımı 77%-dən 61%-ə qədər azalır.

Qısa alkilzəncirli C<sub>10</sub> və daha yüksək molekullu alkan-sikloalkanların hidrokrekinqinin xüsusiyyəti mexanizmi aşağıdakı sxemi ilə izah oluna bilər:

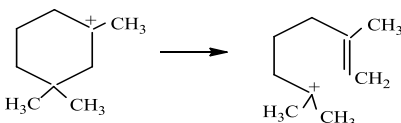
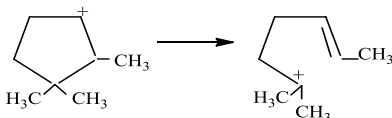


Bu tip reaksiya **cütləşmə reaksiyası** adını almışdır. Trimetilsikloheksanın hidrokrekinqə uğradıldığı zaman hidrokrekinqin aşağı sürətli olması, cütləşmə reaksiyalarının rolunun az və həlqənin hidrogenolizinin rolunun çox olması bu sxem daxilində onunla izah oluna bilər ki,

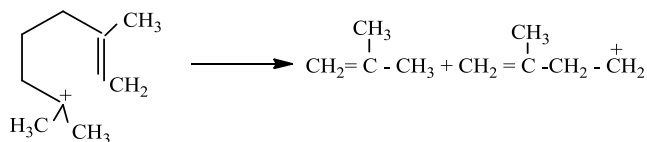
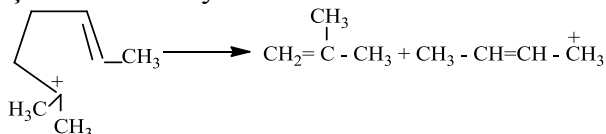
parçalanması



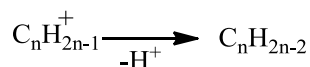
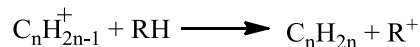
parçalanmasına nəzərən daha endotermikdir. Bu, birinci halda qırılan əlaqənin yüksək möhkəmliyi ilə əlaqədardır. Yüksək turşu aktivliyinə malik katalizator üzərində hidrokrekinq zamanı sikloalkan həlqələrinin yüksək davamlılığı onunla izah olunur ki, həlqə qırılarkən, əmələ gələn karbokation üçün



əks reaksiya parçalanma reaksiyasına



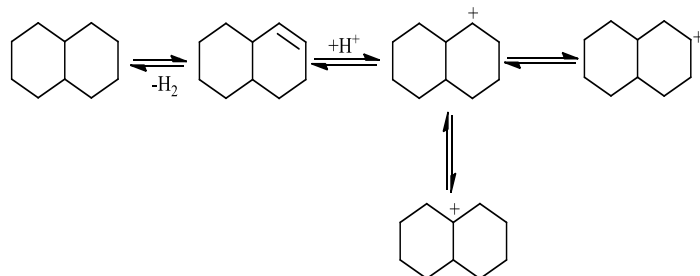
və



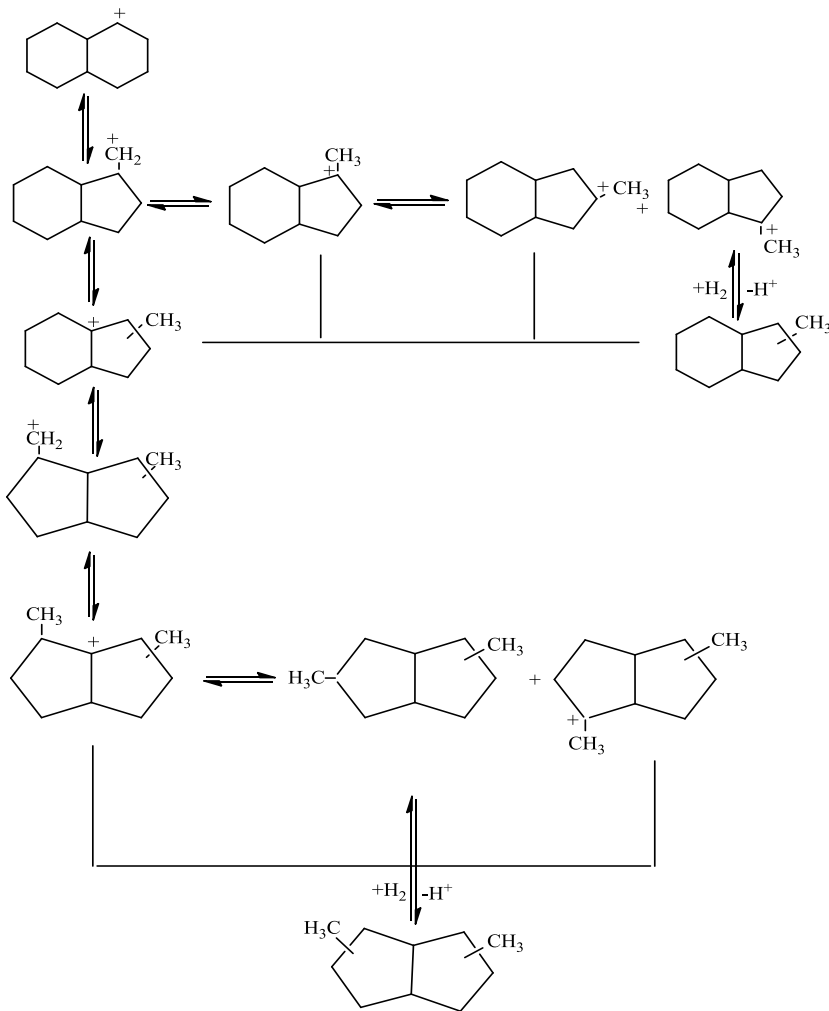
reaksiyalarına nəzərən daha sürətlə gedir.

Bisiklik sikloalkanlar yüksək turşu aktivlikliyinə malik katalizator üzərində, əsasən siklopentanın çıxımı çox olmaqla monosiklik törəmələrə çevrilir. Çevrilmənin bisiklik məhsulları arasında pentalkanlar üstünlük təşkil edir. Dekalin üçün çevrilmə sxemi aşağıdakı kimi verilə bilər:

1) Karbokationların əmələ gəlməsi:

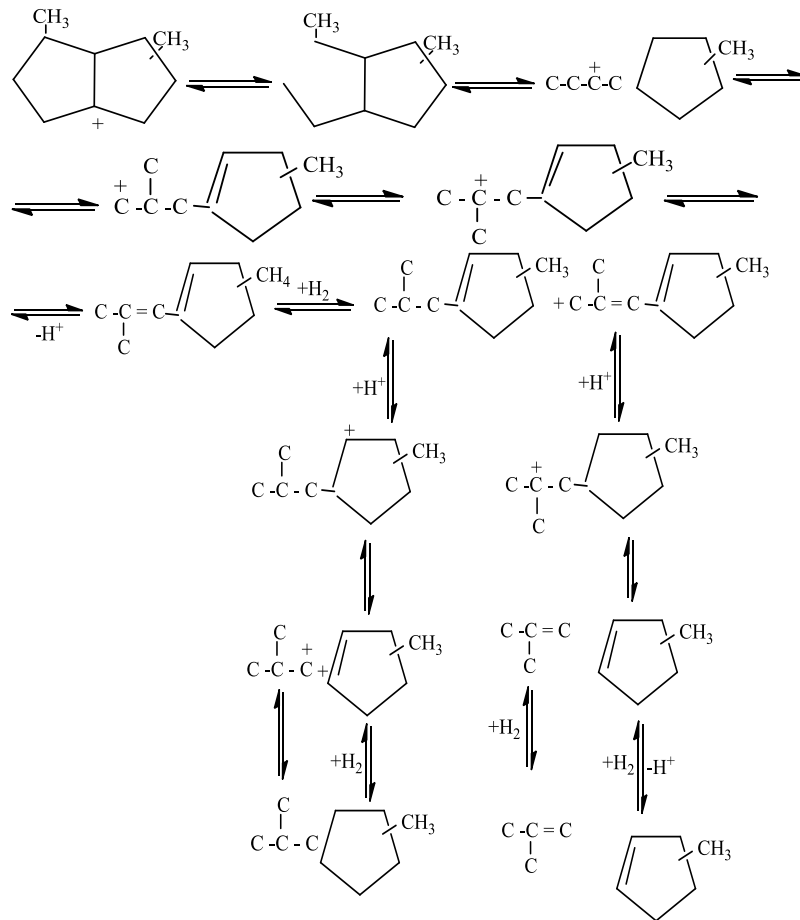


2) İonların izomerləşməsi və sonrakı stabilləşməsi:

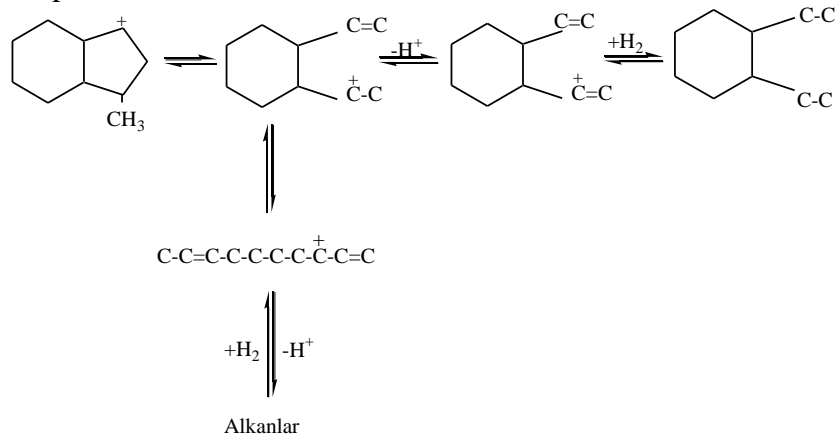


2) İonların izomerləşməsi və sonrakı parçalanması:

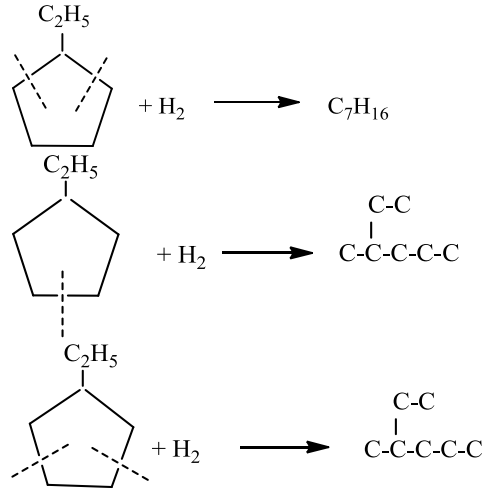
A tipli



B tipli



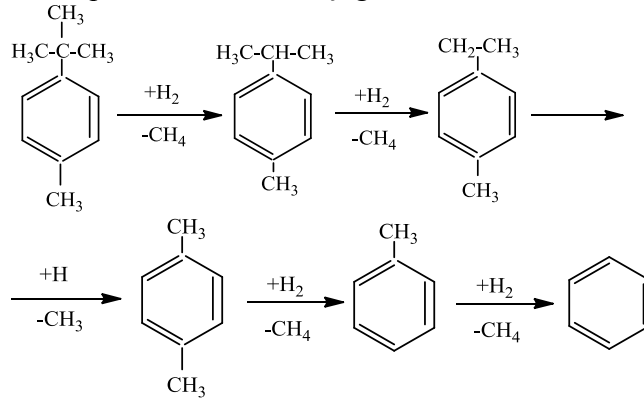
Aşağı turşu aktivliyinə malik katalizatorlar üzərində, əsasən hidrogenoliz gedir. Belə ki, turşu olmayan daşıyıcı üzərində, platin katalizatorun iştirakı ilə etilsiklopentan, əsasən aşağıdakı çevrilmələrə məruz qalır:



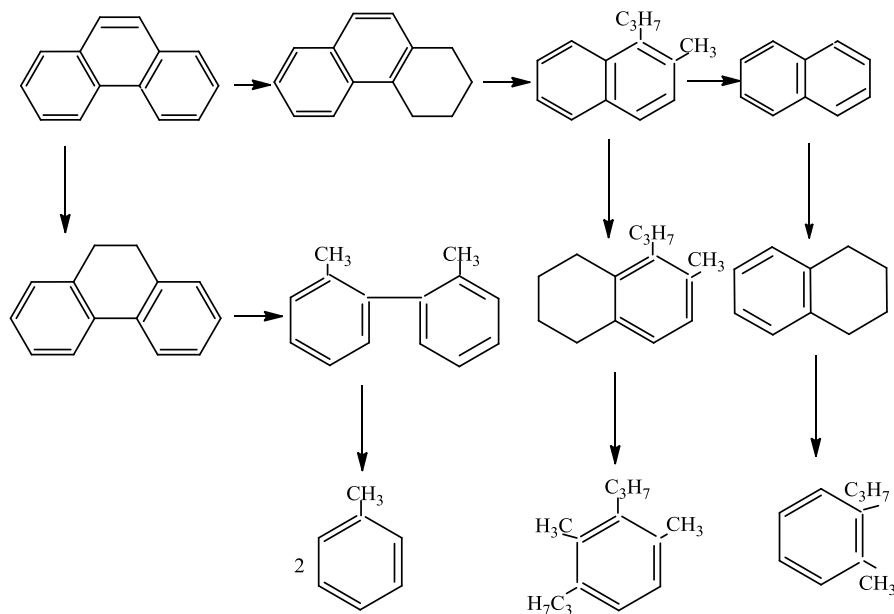
Aşağı turşu aktivliyinə malik katalizatorlar üzərində sikloalkanların hidrokrekinqi zamanı çoxlu miqdarda kiçik molekullu alkanlar (C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub>) əmələ gəlir.

### **Arenlər.**

Arenlərin hidrogenləşməsi istilik ayrılması ilə gedir. Yüksək hidrogenləşdirici və aşağı turşu xassəli katalizatorlar üzərində alkilbenzolların hidrokrekinqi zamanı, əsasən aşağıdakı sxem üzrə metanın ayrılması baş verir:



Bu tip katalizatorlar üzərində kondensləşmiş arenlərin hidrokrekinqi, əsasən aşağıdakı sxem üzrə gedir:

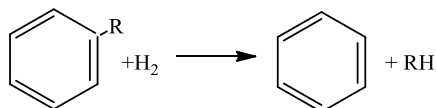


Hidrokrekinq məhsullarının tərkibi paralel və ardıcıl reaksiyaların sürətlərinin nisbəti ilə müəyyən olunur. Bu nisbət katalizatorun xassələrindən və prosesin temperaturundan asılıdır.

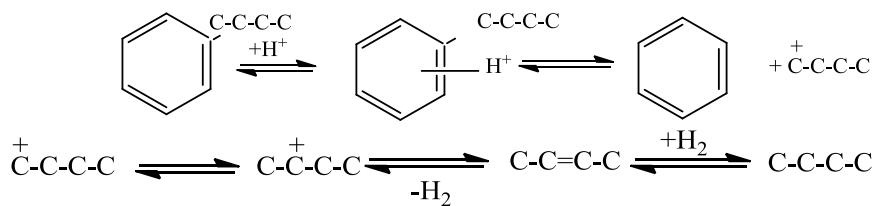
Bəzi katalizatorlar üzərində alkilbenzolların hidrogenləşməsi sürəti alkil əvəzləyicilərin sayı artdıqca azalır və əvəzləyicilərdə karbon atomlarının sayından az asılıdır. Digər katalizatorlar üzərində hidrogenləşmə sürəti benzol həlqəsinin əvəzləyicilərindən demək olar ki, asılı deyil.

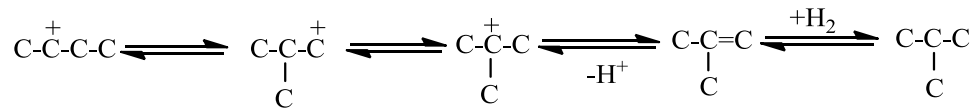
Polisiklik arenlər üçün görünür ki, bütün katalizatorlar üzərində birinci həlqə ikincidən sürətlə, ikinci isə üçüncüyə nəzərən sürətlə hidrogenləşir.

Yüksək turşu aktivliyinə malik katalizatorlar üzərində arenlərin reaksiyaları çoxnövlü və mürəkkəbdir. Alkil zəncirində üçdən beşə qədər karbon atomuna malik alkilbenzollar katalitik krekinqdə olduğu kimi, əsasən dealkilləşməyə məruz qalır:

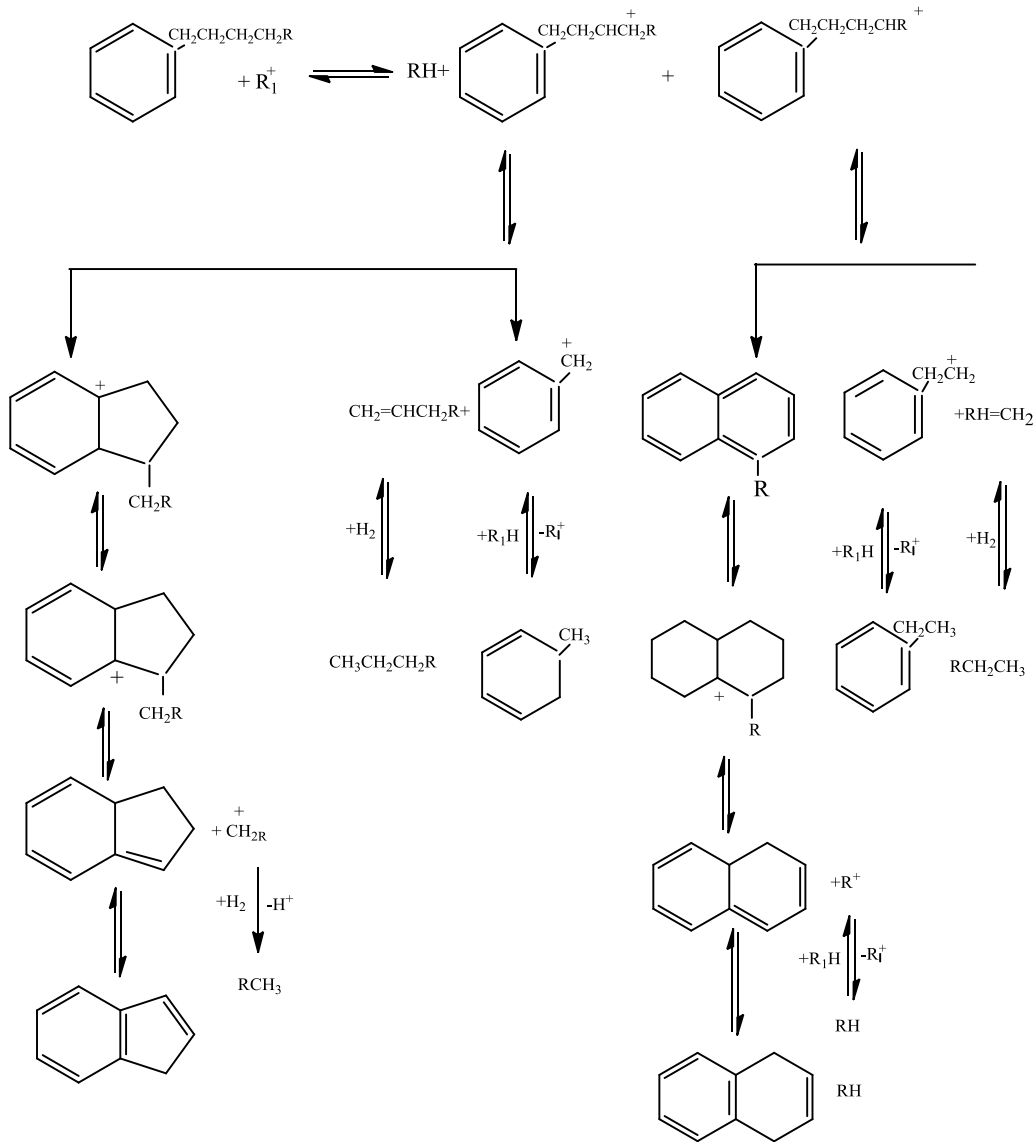


Dealkilləşmənin mexanizmi aşağıdakı kimi yazıla bilər:





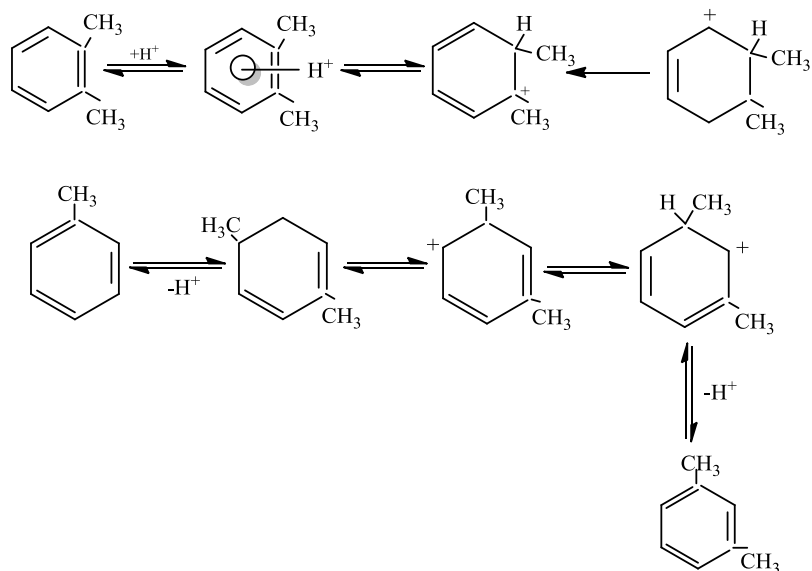
Daha uzun alkilzəncirli benzollar üçün məhsulların tərkibi daha mürəkkəbdir. Çoxlu sayda karbon atomlarına malik alkil karbokationlar asanlıqla parçalanır və alkanlar qarışığı - alkil zəncirinin ion parçalanması və sonradan alkenlərin hidrogenlənməsi ilə alınan məhsullar əmələ gəlir. Bundan başqa, prosədə tetralin və indan əmələ gəlir. Görünür ki, reaksiya aşağıdakı sxem üzrə gedir:



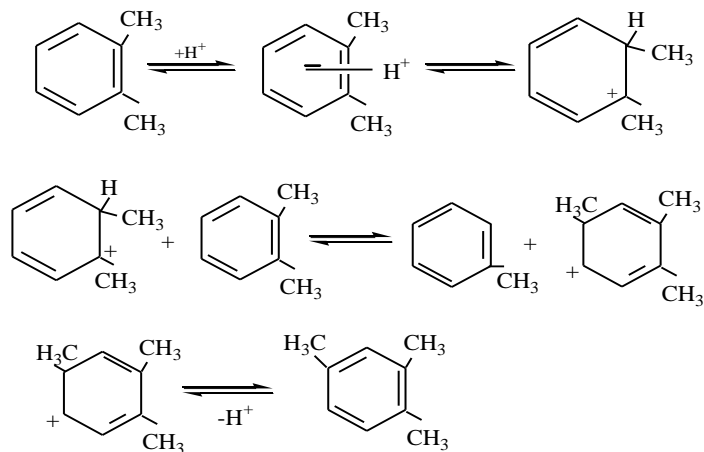
Metil- və etilbenzollar üçün dealkilləşmə prosesi energetik cəhətdən çətinləşmiş

olur, əsasən izomerləşmə (A) və disproporsiyalaşma (B) baş verir:

A)



B)



Yüksək turşuluğa malik katalizatorlar üzərində polisiklik arenlərin çevrilmələrinə hidrogenləşmə, həlqənin parçalanması ilə yanaşı, hidrogenləşmənin aralıq məhsullarının dərin izomerləşməsi və parçalanması, alkil əvəzləyicilərin disproporsiyalaşması, dealkilləşmə də daxildir. Nəticədə əmələ gələn arenlər, əsasən tetralin və indanın törəmələrindən, sikloalkanlar isə əsasən pentanların, hidroindanın və tetralinin törəmələrindən ibarətdir. Əmələ gələn alkanlar üçün yüksək izoalkanlar: şaxəli olmayan alkanlar nisbəti, metan və etanın aşağı çıxımı xarakterdir.



### 8.7.2. Hidrokrekinq prosesinin əsas parametrləri.

**Temperatur.** Hidrokrekinq prosesi üçün optimal temperatur 360-440°C-dir. Katalizatorun aktivliyi azaldıqca, temperatur tədricən aşağı sərhəddən yuxarı sərhədə qədər qaldırılır. Daha aşağı temperaturlarda krekinq reaksiyası kiçik sürətlə gedir, lakin bu zaman məhsulların tərkibi naftenlərin böyük miqdarda olması və izoparafin : n-parafin nisbətinin yüksək olması baxımından daha əlverişlidir. Temperaturun həddən çox artırılması termodinamiki faktorlarla (polisiklik aromatik karbohidrogenlərin hidrogenləşməsi reaksiyası), qaz- və koks əmələgəlmənin güclənməsi ilə məhdudlaşır.

Hidrokrekinqin istilik effekti hidrogenləşmə və parçalanma reaksiyalarının nisbəti ilə müəyyən olunur. Adətən parçalanmadakı mənfi istilik effekti hidrogenləşmədəki müsbət istilik effekti ilə kompensasiya olunur. Təbii ki, hidrokrekinq dərinliyi nə qədər yüksək olarsa, ümumi prosesin izotermiki istilik effekti də yüksək olur. Odur ki, onun aparat tərtibatı zamanı, adətən reaksiya zonasından artıq istiliyin kənarlaşdırılması imkanı nəzərdə tutulur ki, reaksiya qarışığı həddən artıq qızmasın. Stasionar katalizatorlu reaktordan istifadə edildikdə, reaktora katalizator bir neçə təbəqə ilə elə tökülür ki, onların arasında axın (adətən hidrogenə malik soyuq qaz qarışığı) ilə soyutma mümkün olsun.

**Təzyiq.** Müəyyən edilmişdir ki, hidrokrekinqin ümumi prosesinin limitləşdirici mərhələsi xammalın doymamış birləşmələrinin, xüsusən də polisiklik aromatik karbohidrogenlərin hidrogenləşməsidir. Odur ki, dərin hidrokrekinq katalizatorları yüksək turşu aktivlikləri ilə yanaşı, həm də kifayət qədər hidrogenləşdirici aktivliyə malik olmalıdır. Hidrogenləşmə reaksiyasının sürətinə reaksiya qarışığının faza vəziyyəti (qaz + maye + bərk) əsaslı təsir göstərir. Bütövlükdə hidrogenləşdirici tip katalizatorlar üzərində təzyiq artdıqca həm reaksiyaların sürəti, həm də hidrokrekinq dərinliyi artır. Katalizator nə qədər az aktivdirsə və hidrokrekinq xammalı nə qədər ağırdırsa, minimal qəbul olunan temperatur bir o qədər yüksək olur.

Yüksək turşu aktivliyinə və aşağı hidrogenləşdirici aktivliyə malik katalizatorlar üzərində xammalın hidrokrekinq sürəti təzyiqdən daha mürəkkəb şəkildə asılı olur. Yüksək olmayan təzyiqdə katalizator səthində hidrogenin qatılığı az olur və katalizatorun turş mərkəzlərinin bir qismi koks ilə passivləşmə nəticəsində prosesdə iştirak etmir. Digər tərəfdən, təzyiq həddən artıq yüksəldikdə, hidrogenin qatılığı təkcə metallik (hidrogenləşdirici) mərkəzlərdə deyil, həm də turş mərkəzlərdə artır, nəticədə olefindən keçməklə karbokation siklinin inisiatorlaşdırılma mərhələsi ləngiyir.

Əksər hidrokrekinq sənaye qurğuları 15-17MPa təzyiq altında işləyir. Nisbətən bahalı katalizatorlardan istifadə edildikdə, neft qalıqlarının hidrokrekinq üçün 20MPa təzyiq kifayət edir.

Birbaşa yüngül qazoyullarında azotun miqdarı az olduqda hidrokrekinq

nisbətən aşağı təzyiqdə - 7MPa-ya yaxın təzyiqdə aparmaq olur.

Hidrokrekinq prosesinin minimal temperaturda aparılmasının əlverişli olması səbəbindən xammalın verilməsinin həcmi sürəti, adətən aşağı olur (0,2-0,5 saat<sup>-1</sup>). Proses yumşaq hidrokrekinq rejimində aparıldıqda xammalın verilməsinin həcmi sürəti yüksək olub 1saat<sup>-1</sup>-ə çatır. Xammalın konversiyasını artırmaq üçün məqsədli məhsuldan yuxarı temperaturda qaynayan fraksiyaların resirkulyasiyasından istifadə olunur.

Hidrogenə malik qazın emal olunan xammala görə dövriliyinin nisbəti prosesin təyinatından asılı olaraq 800-2000 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> həddində olur. Hidrogenin məsrəfi prosesin təyinatından, prosesin rejimindən, hidrokrekinqin dərinliyindən və digər faktorlardan asılı olur. Hidrokrekinq məhsulları nə qədər yüngül və hidrokrekinqə uğrayan xammal nə qədər ağır olarsa, bir o qədər hidrogen məsrəfi artır və hidrogen:xammal nisbəti bir o qədər yüksək olur.

### **8.7.3. Benzin fraksiyalarının hidrokrekinqi.**

Benzin fraksiyalarının məqsədli təyinatı C<sub>5</sub>-C<sub>6</sub>-izoparafin karbohidrogenlərinin alınmasıdır. Bu karbohidrogenlər sintetik kauçuklar istehsalı üçün qiymətli xammaldır. Müasir dünya neft emalında bu proses geniş yayılmamışdır (cəmi 10-a qədər qurğu istismar olunur). Bu prosesin əhəmiyyəti avtomobil benzinlərində aromatik karbohidrogenlərin miqdarına məhdudiyyətlər qəbul olunduğundan getdikcə artmalıdır.

Bu proses üçün təklif olunmuş çoxlu sayda katalizatorlardan seolitə malik bimetalik katalizatorlar (katalitik zəhərlərə qarşı davamlıdırlar) sənayedə tətbiq olunmuşdur.

Qaynama intervalı 85-180°C olan benzin fraksiyalarının 350°C-də və 4MPa təzyiqdə, xammalın 0,5-1,5 saat<sup>-1</sup> həcmi sürəti və qalıqın resirkulyasiya şəraitində hidrokrekinq prosesində quru qazın (C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>) çıxımı az olur və 31% izobutan, 16% izopentanlar və 10% izoheksanlar almaq olur.

### **8.7.4. Məhdud miqdarda benzola və olefinlərə malik avtomobil benzinləri istehsalı üçün yeni texnoloji proseslər.**

Neft emalına ekoloji tələblərin fasiləsiz olaraq artması ilə əlaqədar olaraq tərkibində 1%-dən az benzol, arenlərin ümumi miqdarı 25-30% və alkenlərin ümumi miqdarı 6%-dən az olan ekoloji daha təmiz reformilləşdirilmiş benzin istehsalının həyata keçirilməsi nəzərdə tutulur.

**Riformatların benzola malik fraksiyalarının alkülləşməsi** avtomobil benzinlərinin ekoloji xarakteristikasını yaxşılaşdırmaq üçün daha səmərəli prosesdir. Ümumittifaq Elmi Tədqiqat Neft Emalı İnstitutunda (ÜETNEI) (Rusiya Federasiyası) alkülləşmə prosesi işlənib hazırlanmışdır. Riformatın baş

fraksiyası (q.b. - 90°C) 25%-ə qədər benzola malik olur və onun alkilləşməsi üçün alkilləşdirici agent kimi termodestruktiv proseslərin və ya katalitik krekinqin etilen-propilen-butilen fraksiyaları istifadə olunur. Proses seolitə malik katalizator iştirakı ilə 300-450°C temperaturda və 5MPa təzyiqdə aparılır. Alkilləşmə nəticəsində etilizopropilbutilbenzollar əmələ gəlir ki, bu da təkcə benzolun miqdarının azalmasına deyil, həm də məhsulun oktan ədədinin 2-8 punkt artmasına səbəb olur.

Qərb ölkələrində analoji proseslər işlənib hazırlanıb və sənayedə tətbiq olunub: “Lummus”, “Katstill”, “YOP” və “Alkimaks” şirkətləri.

**Riformatların benzola malik fraksiyasının hidrogenləşdirilməsi** platin katalizatoru üzərində aparılır və benzol tədqiqat üsulu ilə oktan ədədi 110 olan sikloheksana çevrilir. Q.B.- 90°C intervalında qaynayan riformat fraksiyasını 200-350°C temperatur intervalında, 3MPa təzyiqdə, həcmi sürəti 1,5 saat<sup>-1</sup> və H<sub>2</sub> (xammal nisbəti 1000 ml/l olmaqla hidrogenləşdirdikdə dərin hidrogenləşmə əldə olunur, bu zaman benzolun qalıq miqdarı 0,1%(küt.)-dən az olur və sikloheksanın metilsikloheksana izomerləşməsi baş vermir.

Q.B.- 90°C qaynayan hidrogenləşmiş fraksiyanın riformatın ağır fraksiyası ilə (90-180°C) qarışdırılması imkan verir ki, oktan ədədi azalmadan minimum miqdarda benzola malik benzin alınsın. Benzola malik fraksiyaların analoji hidrogenləşmə prosesi “Lummus” şirkətinin yaratdığı “Sinsat” prosesidir.

**Katalitik krekinqin benzinlərinin baş fraksiyasının (q.b.-120°C) metanol ilə eterifikasiyası** əmtəlik avtomobil benzinlərində alkenlərin miqdarını azaltmaq üçün həyata keçirilir. Katalizator kimi kationdəyişdirici qatran KI-23 istifadə olunmaqla proses 70°C-də, 0,2MPa təzyiqdə, həcmi sürət 1,0 saat<sup>-1</sup> və benzin : metanol nisbəti 80-20 olmaqla aparılır. Bu zaman məhsulun oktan ədədi 7-8 punkt, benzinin çıxımı 7%(küt) artır. Bir neçə analoji proseslər qərb ölkələrində də yaradılmışdır (**“Britiş Petroleum” şirkətinin “etanol” prosesi**).

### **8.7.5. Selektiv hidrokrekinq prosesi.**

Bu proses mühərrik yanacaqlarının və yağların istismar xassələrinin, hər şeydən əvvəl aşağı temperatur xassələrini yaxşılaşdırmaq üçün həyata keçirilir. Onların donma temperaturlarının aşağı salınması emal olunan xammalda olan normal parafinlərin selektiv parçalanması ilə həyata keçirilir.

Selektiv hidrokrekinq proseslərində katalitik təsirin selektivliyi modifikasiya olunmuş yüksək silisiumlu seolit tipli xüsusi katalizatorların istifadəsi ilə əldə olunur. Bu katalizatorlar boruvari məsaməli strukturlu, giriş pəncərələrinin ölçüləri 0,5-0,55 nm olan katalizatorlardır. Bu pəncərələr yalnız normal quruluşlu parafin karbohidrogenləri molekullarının daxil ola bildiyi ölçülərə malik olur. Əmələ gələn hidrokrekinq məhsullarının hidrogenləşməsi üçün seolitə, adətən hidrogenləşdirici komponentlər (VIII və VI qrup metalları)

əlavə olunur.

Eyni zamanda, hidroparafinsizləşdirmə adlanan selektiv hidrokrekinq demək olar ki, aparat tərtibatına və texnoloji rejimə görə hidrotəmizləmə prosesi qurğuları ilə analojidir.

ÜETNEİ-də həmçinin BFK adlanan bifunksional katalizator yaradılmışdır. Bu katalizator parafinli və kükürlü yanacaq distillatlarını eyni zamanda hidrotəmizləməyə və hidroparafinsizləşdirməyə qabildir və bir mərhələdə tələb olunan donma temperaturuna və kükürdə malik reaktiv və dizel yanacağı almağa imkan verir.

Qərbi Sibir neftlərinin BFK üzərində eyni zamanda hidroparafinsizləşdirilməsi və hidrotəmizlənməsi ilə 74-85% çıxım ilə arktik və ya qış növ dizel yanacaqları almaq olur.

“Ufaneftehim” MMC-in Z-24-7 qurğusunda dizel fraksiyasının katalitik hidroparafinsizləşdirilmə prosesi həyata keçirilmişdir. Proses iki katalizator qarışığı üzərində aparılır: 0,9-168Ş (MMC “Omskneftorqsintez”) hidrotəmizləmə katalizatoru və QKD-Sn (Novokuybışevsk katalizator fabriki) hidroparafinsizləşdirmə katalizatoru. Katalizator öncədən disulfidlərlə və anilin ilə işlənir. Temperatur 350-360°C, təzyiq 3,5MPa, həcmi sürət 2,25-2,5 saat<sup>-1</sup> və hidrogenə malik qazın dövretmə nisbəti 800nm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> olmaqla, tərkibində 0,7-0,9%(küt) kükürd olan və mənfi 17-dən mənfi 20°C donma temperaturuna malik xammaldan donma temperaturu mənfi 35°C olan stabil hidrogenizat almaq olur.

Hidroparafinsizləşdirmə yağ fraksiyalarından və onların rafinatlarından aşağı temperaturda donan yağlar istehsal etmək üçün istifadə olunur. Proses 300-430°C-də, 2-10 MPa təzyiqdə, xammalın verilməsinin həcmi sürəti 0,5-2 saat<sup>-1</sup> olmaqla aparılır. Yağın çıxımı 80-87% olur. Keyfiyyətinə görə hidroparafinsizləşdirmə məhsulu həlledici ilə aşağı temperaturda parafinsizləşdirmə ilə alınan yağa yaxındır. Yağların donma temperaturu +6°C-dən mənfi 40-50°C -ə qədər azala bilər.

ÜETNEİ-də səmərəli, kombinə olunmuş katalitik riforminq və selektiv hidrokrekinq prosesi (selektiforminq) işlənib hazırlanmışdır. Proses riformatın və ya onun rafinatının selektiv hidrokrekinq katalizatoru üzərində, aşağıdakı şəraitlərdə hidroparafinsizləşməsindən ibarətdir: 360°C-ə yaxın temperatur, 3MPa təzyiq, həcmi sürət 1,0 saat<sup>-1</sup> və hidrogenə malik qazın dövrilik nisbəti 1000m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. C<sub>7</sub>-C<sub>9</sub> n-alkanların selektiv hidrokrekinqi nəticəsində benzinin oktan ədədi 10-15 punkt artır.

#### **8.7.6. Kerosin fraksiyasının hidroaromatiksizləşdirilməsi.**

Hidroaromatiksizləşdirmə katalitik riforminqə nəzərən əks proses olub, kerosin fraksiyasından (əsasən düzqovulma kerosini) aromatik karbohidrogenlərin miqdarına məhdudiyət qoyulan yüksək keyfiyyətli reaktiv yanacaqları (məsələn,

T-6 yanacağında 10%-dən az olmalıdır) almaq üçün həyata keçirilir.

Neftin mənşəyindən asılı olaraq düzqovulma kerosinində aromatik karbohidrogenlərin miqdarı 14-35%, katalitik krekinqin yüngül qazoylunda isə 70%-ə qədər olur. Xammalın hidroaromatiksizləşdirilməsi aromatik karbohidrogenlərin uyğun naftenlərə katalitik hidrogenləşdirməsi ilə əldə olunur. Bu zaman reaktiv yanacaqlarında hissiz alovun hündürlüyü, lüminometrik ədədi, naqarəmələgəlməyə meyillilik kimi göstəricilər yaxşılaşır.

Hidrogenləşmə reaksiyası üçün təzyiqin artırılması və aşağı temperatur termodinamiki daha əlverişlidir. Reaktiv yanacaqlarının hidroaromatiksizləşdirilməsi üçün əksər sənaye prosesləri nisbətən yumşaq şəraitdə aparılır: 200-350°C temperaturda və 5-10MPa təzyiqdə. Xammalda heteroəlavələrin miqdarından və katalizatorun zəhərlərə davamlılığından asılı olaraq proses bir və ya iki pillədə aparılır. İkipilləli qurğularda birinci pillədə tipik hidrotəmizləmə katalizatorları üzərində xammalın kükürlü və azotlu birləşmələrinin dərin hidrogenolizi, ikinci pillədə isə aktiv hidrogenləşdirici katalizatorlar (məsələn, platin-seolit tərkibli katalizator) üzərində arenlərin hidrogenləşdirilməsi aparılır. Sonuncu proses tərkibində <0,2% kükürd və <0,001% azot olan xammalı öncədən hidrotəmizləmə olmadan emal etməyə imkan verir. Birpilləli variantın texnoloji tərtibatı reaktiv yanacaqlarının hidrotəmizlənmə proseslərinin tipik variantına yaxındır. İkipilləli prosesdə öncədən hidrotəmizləmə mərhələsi nəzərdə tutulduğundan, hidrogenə malik qazın H<sub>2</sub>S-dən və NH<sub>3</sub>-dən aralıq təmizlənməsi aparılır.

### **8.7.7. Vakuum qazoylunun yüngül hidrokrekinqi.**

Avtomobil benzini ilə müqayisədə dizel yanacağına tələbatın qabaqlayıcı artımının davamlı meyli ilə əlaqədar olaraq qərb ölkələrində 1980-ci ildən başlayaraq vakuum distillatlarının yüngül hidrokrekinqi qurğularının sənaye tətbiqi həyata keçirilməyə başladı. Bu proses imkan verdi ki, katalitik krekinq üçün az kükürlü xammal ilə yanaşı xeyli miqdarda dizel yanacağı da alınsın.

Keçmiş SSRİ-də hələ keçən əsrin 70-ci illərin əvvəllərində ÜETNEİ-də yüngül hidrokrekinq prosesi işlənib hazırlansa da, hələ də sənayedə tətbiq olunmamışdır.

Rusiya Federasiyasında yaradılmış bir mərhələli yüngül hidrokrekinq prosesi (vakuum qazoylunun 350-500°C) ANMS katalizatoru üzərində, 8MPa təzyiqdə və 420-450°C-də, xammalın həcmi sürəti 1,0 - 1,5 saat<sup>-1</sup> və hidrogenə malik qazın dövrilik nisbəti 1200 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> olmaqla aparılır. Xammalda metanın miqdarı yüksək olduqda yüngül hidrokrekinq bir və ya iki pillədə, çox təbəqəli reaktorda, üç tip katalizator istifadə edilməklə aparılır: hidrometalsızlaşdırma üçün geniş məsaməli (F-13), yüksək hidrokükürdsizləşdirici (QO-116) və hidrokrekinq üçün seolit tərkibli (QK-35).

### 8.7.8. Vakuum distillatının 15 MPa təzyiqdə hidrokrekinqi.

Hidrokrekinq vakuum distillatlarının dərin emalı (VDHK) problemini kompleks həll etməyə imkan verən səmərəli və olduqca çevik katalitik prosesdir və bu proses müasir tələblərə və tələbatlara uyğun geniş çeşiddə mühərrik yanacaqları almağa imkan verir.

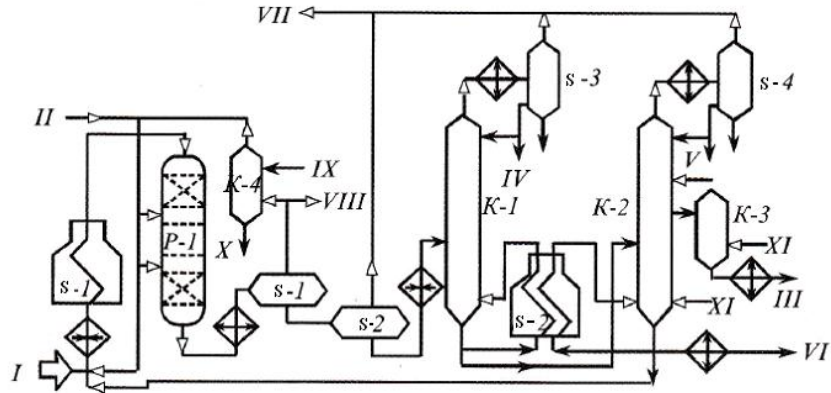
Qərb ölkələrində (xüsusən ABŞ-da, Qərbi Avropada) və Yaponiyada (VDHK) 15-17MPa təzyiqdə aparıldığı proseslər geniş yayılmışdır və onların məqsədi benzin almaqdır (UOP, FİN, Şell və Yunion Oil firmaları tərəfindən işlənilib hazırlanmışdır). Rusiya Federasiyasında VDHK proseslərinin iqtisadi səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi göstərir ki, bu ölkədə VDHK prosesinin 10-12MPa təzyiqdə, əsasən dizel yanacağı və 15MPa təzyiqdə reaktiv yanacaqlarının alınması üçün istifadəsi daha məqsədəuyğundur.

Bir və ikipilləli VDHK proseslərinin iki Rusiya modifikasiyası (uyğun olaraq 68-2k və 68-3k) ÜETENİ-də işlənilib hazırlanmışdır. Birpilləli VDHK prosesi Rusiyanın bir neçə neft emalı zavodlarında həyata keçirilmişdir və məqsəd qaynama temperaturu 350-500°C və tərkibində 2 milyon<sup>-1</sup>-dən az metal olan vakuum qazoyllarının emalından ibarətdir.

**Vakuum distillatının birpilləli hidrokrekinq prosesi** çoxtəbəqəli (5 təbəqəyə qədər) reaktorda bir neçə tip katalizator ilə aparılır. Hər bir təbəqədə temperatur qradienti 25°C-dən çox olmamaq üçün katalizatorun ayrı-ayrı təbəqələri arasına soyuducu, hidrogenə malik qaz verilməsi nəzərdə tutulur. Həmçinin əlaqələndirici-paylayıcı qurğu quraşdırılır ki, qaz və reaksiyaya girən axın arasında istilik və kütlə mübadiləsi təmin olunsun və qaz maye axını katalizator təbəqəsi üzərində bərabər paylansın. Reaktorun yuxarı hissəsi axının kinetik enerjisini söndürücülərlə, korroziya məhsullarını tutmaq üçün tozvari karobkalarla və filtrlərlə təchiz olunmuşdur. Şək. 8.7.8.1.-də 68-2k qurğusunun prinsipial texnoloji sxemi verilmişdir.

Xammal (350-500°C) və resirkulyasiya olunan krekinq-qalıq hidrogenə malik qaz ilə qarışdırılır, əvvəlcə istilikdəyişdiricidə, sonra isə II-1 sobasında reaksiya temperaturuna qədər qızdırılır və reaktorlara P-1 (P-2 və s.) verilir. Reaksiya qarışığı xammal istilikdəyişdiricilərində soyudulur, sonra hava soyuducularında soyudulduqdan sonra 45-50°C temperatur ilə yüksək təzyiq separatoruna (C-1) göndərilir və orada hidrogenə malik qaza və qeyri-stabil hidrogenizata ayrılır. Hidrogenə malik qaz absorberdə (K-4) H<sub>2</sub>S-dən ayrıldıqdan sonra kompressor ilə dövretməyə göndərilir. Qeyri-stabil hidrogenizat reduksiya klapanı vasitəsi ilə aşağı təzyiq separatoruna (C-2) göndərilir və orada karbohidrogen qazların bir qismi ayrılır və maye axın istilikdəyişdiricilərdən keçməklə stabilləşdirmə kalonuna (K-1) verilir və burada karbohidrogen qazlar və yüngül benzin qovulur. Stabil hidrogenizat sonra atmosfer kalonunda (K-2) ağır benzinə, dizel yanacağına (K-3 buxarlandırma kalonundan keçməklə) və >360°C fraksiyaya ayrılır.





**Şəkil 8.7.8.1. Vakuüm qazoylunun bir pilləli hidrokrekinq qurğusunun prinsipli texnoloji sxemi:** I - xammal; II- hidrogenə malik qaz; III - dizel yanacağı; IV- yüngül benzin; V - ağır benzin; VI - ağır qazoyl; VII- qaz fraksiyalaşdırıcı qurğuya göndərilən karbohidrogen qazları; VIII - üfürülmə qazları; IX - monoetanolaminin regenerasiya olunmuş məhlulu; X- regenerasiyaya göndərilən monoetanolamin məhlulu; XI - su buxarı.

Hidrokrekinqin çatışmayan cəhətləri böyük metal tutumlu olması, yüksək istismar xərcləri, hidrogen qurğusunun və hidrogenin özünün baha olmasıdır.

### **8.7.9. Yüksək özlülüklü yağ xammalının hidrokrekinqi**

Artıq 10 ildən çoxdur ki, yüksək indeksli baza yağlarının alınması üçün yüksək özlülüklü yağ distillatlarının və asfalsızlaşdırma məhsullarının hidrokrekinq prosesi getdikcə daha çox tətbiq olunur. Yağ xammalının dərin hidrogenləşməsi onun özlülük indeksinin 50-70-dən 95-130 punkta qədər qalxmasına, kükürdün miqdarının ~ 2,0-dən 0,1%-ə və daha aşağı düşməsinə, koklaşmanın təxminən bir tərtib azalmasına və donma temperaturunun aşağı düşməsinə imkan yaradır. Texnoloji rejimi və hidrokrekinq katalizatorunu seçməklə, praktiki olaraq istənilən neftdən yüksək özlülük indeksinə malik yağ almaq mümkündür.

Hidrokrekinq yağları əmtəəlik çoxfunksiyalı (bütün dövrlər üçün) mühərrik yağları, həmçinin bir sıra energetik (məsələn, turbin) və industrial (transmissiya) yağların əsasını təşkil edir. Hidrokrekinq yağlarında təbii oksidləşmə inhibitorları yoxdur, çünki sərt hidrokrekinq prosesi şəraitində, onlar kimyəvi çevrilmələrə məruz qalır. Odur ki, hidrokrekinq yağlarına antioksidant əlavə olunur. Yağın çıxımı və keyfiyyəti hidrokrekinqin şəraitindən, katalizatorun tipindən və xammalın təbiətindən asılıdır. Hidrokrekinq yağının çıxımı, adətən 70%(küt.)-dən çox olmur, özlülük indeksi 110-dan yüksək olan yağların çıxımı isə 40-60%(küt.) təşkil edir.

Məqsədli məhsulların çıxımını artırmaq üçün hidrokrekinq çox zaman iki mərhələdə aparılır: Birinci mərhələdə (420-440°C-də və 20-25MPa təzyiqdə)

ANM katalizatorları üzərində hidroazkükürdsüzləşdirmə və polisiklik birləşmələrin hidrogenləşməsi. İkinci mərhələdə 320-350°C-də və 7-10MPa təzyiqdə bifunksional katalizator üzərində n-alkanların hidroizomerləşməsi. İzoparafinlər n-parafinlərə nəzərən daha aşağı temperaturda donduğundan, hidroizomerləşmə zamanı yağ fraksiyalarının donma temperaturu aşağı düşür və həlledici ilə parafinsizləşdirmə aparmağa ehtiyac qalmır.

#### **8.7.10. Qalıq xammalın hidrokrekinqi.**

Neft qalığının 25-30%-ni təşkil edən ağır yüksəkmolekullu hissə onun emalının dərinləşdirilməsinin səmərəli həlli üçün əsas ehtiyatdır. İndiyə qədər neft qalıqlarının (qudron, asfalt) xeyli hissəsi çox vaxt hidrozənginləşdirmə olmadan soba yanacağı kimi (istilik-elektrik stansiyalarında soba və boyler qurğularında) istifadə olunurdu.

Kükürlü soba yanacaqlarının yanması zamanı ətraf mühitin müdafiəsinə qoyulan tələblərin artması azkükürlü soba yanacaqlarının alınması proseslərinin işlənilib hazırlanması üçün elmi - tədqiqat işlərinin genişlənməsinə səbəb oldu.

Keçən əsrin 60-cı illərində vakuüm distillatlarının hidrokükürdsüzləşdirilməsi və sonra onun qudron ilə qarışdırılması yolu ilə az miqdarda kükürdə malik soba yanacaqlarının alınması prosesləri yarandı.

Sonralar kükürdün miqdarına tələblər daha da sərtləşdikdə, bu cür texnologiyalarla kükürdün miqdarı 1%-dən az olan soba yanacaqları almaq mümkün olmadı.

Neft qalıqlarının zənginləşdirilməsi və sonrakı dərin emalı üçün hidrokatalitik proseslər işləyib hazırlayarkən, olduqca çətin problem yarandı. Bu problem katalizatorun metallarla (xammalda olan) dönməz olaraq zəhərlənməsi ilə əlaqədardır. Neft qalıqlarında metalların, hər şeydən əvvəl vanadium və nikelin miqdarından asılı olaraq, onların hidrozənginləşdirilməsi üçün bir neçə texnoloji variantlar yarandı: - müxtəlif üsullarla öncədən metalsızlaşdırmadan sonra; - xüsusi hazırlıq olmadan stasionar və ya hərəkət edən katalizator təbəqəsinə malik reaktorda bir- və çoxpilləli. Sənayedə tətbiq baxımından daha perspektivli olan proses katalizatorun psevdosıxılmış təbəqəsində qalıq xammalın hidrokükürdsüzləşdirilməsi və hidrokrekinqi prosesidir. Bununla belə, bir çox ölkələrin neft emalında, əsasən, katalizatorun stasionar təbəqəsində hidrokükürdsüzləşdirmə və hidrokrekinq prosesi tətbiq edilir. Belə ki, bu proses aparat tərtibatı baxımından sadədir, texnoloji elastikdir və az kapital tutumludur.

Qeyd etmək lazımdır ki, hidrozənginləşdirilmiş neft qalıqlarının dərin emalı artıq ciddi problem yaratmır. Belə ki, onlar az kükürlü soba yanacağı kimi istifadə olunmadıqda onları ya hidrokrekinq ilə və ya katalitik krekinq qurğularında emal etmək olar.



## **IX. AĞIR NEFT QALIQLARININ EMALININ QEYRİ-KATALİTİK HİDROTERMİKİ PROSESLƏRİ (HİDROVİSBREKİNQ, HİDROPIROLİZ DİNA-KREKİNQ, DONOR-SOLVENT KREKİNQİ)**

Ağır neft qalıqlarının termiki emalı proseslərinin katalitik proseslərlə müqayisədə üstünlüyü az kapital qoyuluşu və az istismar məsrəfləridir. Bu proseslərin istifadə miqyasını əsaslı dərəcədə məhdudlaşdıran çatışmamazlıq ağır neft qalıqlarının çevrilmə dərinliyinin məhdud olması və distillat məhsullarının keyfiyyətinin aşağı olmasıdır. Xeyli daha yüksək çıxım və distillat məhsulların və qazın keyfiyyəti katalitik krekinq prosesləri üçün xarakterikdir. Lakin onlar üçün xeyli kapital qoyuluşu, həm də istismar xərcləri xasdır (katalizatorun böyük məsrəfi ilə əlaqədar olaraq). Bundan başqa katalitik krekinq prosesləri yalnız nisbətən əlverişli katalizatora hesablanıb. Katalitik krekinq xammalı kimi istifadə olunan qazoyl və qalıqlarda ağır metalların miqdarı 30 mq/kq-a qədər, koklaşma 10% (kütlə)-dən az olmalıdır. Ağır neft qalıqlarının emal dərinliyi və alınan məhsulların keyfiyyəti baxımından hidrogenləşdirmə prosesləri, xüsusən də hidrokrekinq prosesi daha universaldır. Amma hidrokrekinq tələb edir ki, proses həddən artıq yüksək təzyiqdə və yüksək temperaturda aparılsın və uyğun olaraq artırılmış kapital və istismar məsrəfləri tələb olunur. Odur ki, son illərdə termiki krekinq ilə katalitik krekinq arasında aralıq tip olan proseslərin - hidrotermiki proseslərin işlənilib hazırlanması meylləri artır. Onlar hidrokrekinq katalizatorları istifadə olunmadan, hidrogen iştirakı ilə aparılır. Aydındır ki, hidrotermiki proseslər hidroemal dərinliyinə görə bir qədər məhduddur, amma ağır neft qalıqlarında metalın miqdarına görə məhdudiyyətlərdən azaddır. Onlar üçün termiki krekinq və hidrokrekinq məhsullarının keyfiyyət göstəriciləri və kapital və istismar məsrəflərinə görə orta mövqə xarakterikdir. Hidrotermiki proseslərə hidrovisbrekinq, hidropiroliz, dina-krekinq və donor-solvent krekinq aiddir.

**Hidrovisbrekinq** visbrekinq və katalitik hidrokrekinq ilə oxşarlığa malikdir. Proses təxminən hidrokrekinqdə olan temperaturda və kontakt müddətində, katalizator olmadan, hidrogenin resizkulyasiyası ilə aparılır. Proses xeyli miqdarda koks əmələ gəlmədən yalnız o vaxt aparılır ki, təzyiq yüksək olsun. Təzyiq yüksək olduqda neft qalıqlarında hidrogenin həll olması artır və hidrovisbrekinq reaksiyalarının sürəti də uyğun olaraq artır. Belə ki, **“Lurgi”** firmasının prosesi 380-420°C-də və 12-15MPa təzyiqdə aparılır. Qudronun çevrilmə dərəcəsi 60-66% kütlə olur. Proses pilot qurğusu səviyyəsində sınaqdan keçirilmişdir.

Hazırda Rusiya Federasiyasında Başqırdıstan Elmi Tədqiqat Neft emalı İnstitutunda hidroviskrekinq variantı işlənilib hazırlanmışdır. Qərbi sibir neftlərinin qudronu üzərində pilot qurğusunda aparılan tədqiqatlarla məəyyən edilmişdir ki, prosesi texnoloji parametrlərin aşağıdakı qiymətlərində aparmaq məqsədə

uyğundur: 500°C, təzyiq 5MPa, hidrogenin dövrilik nisbəti 750nm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, xammalın həcmi sürəti - 0,3 saat<sup>-1</sup>.

Prosesin aşağıdakı material balansı alınmışdır, % kütlə: qaz-11,0; benzin - 6,3; yüngül qazoyl (160-340°C) - 25,2 və qalıq >340°C - 53,5. Hidrogen istifadəsi 1%-ə qədər olur. Hidrovisbrekinq qalıq 1,2% (kütlə) kükürdə malik olur (ilkin qudronda kükürdün miqdarı 2,3% kütlə idi) və soba yanacağı kimi istifadə oluna bilər.

**Hidropiroliz** termiki pirolizdə olduğu kimi yüksək temperaturda (>500°C) və təzyiqdə (>10MPa) və kontakt müddəti bir neçə saniyədən bir dəqiqəyə qədər olur, amma hidrogen mühitində aparılır. Hidropirolizin modifikasiyalarından biri **“Xaydrokarbon riserç”** firmasında işlənilib hazırlanmış Dina-krekinq prosesidir.

**Dina-krekinq** imkan verir ki, böyük miqdarda metal, azot və kükürdə malik müxtəlif qalıq xammallar emal olunsun. Proses psevdosıxılmış təbəqəli, inert mikrosferik adsorbentin daxili rezikulyasiyası ilə, üçseksiyalı reaktorda aparılır. Reaktorun yuxarı seksiyasında, təxminən 540°C-də və 2,8MPa-ya yaxın temperaturda ağır xammalın hidropirolizinin özü aparılır. Üzərinə koks çökmüş daşıyıcı buxarlandırma zonasından keçərək reaktorun aşağı hissəsinə verilir və burada 1000°C temperaturda buxar oksigen qarışığı ilə koks qarışdırılır və hidrogenə malik qaz (CO və H<sub>2</sub>) əmələ gəlir. Hidrogenə malik qaz buxarlandırma seksiyasından keçəcək istilik daşıyıcısının yuxarı təbəqəsinə keçir və hidropiroliz reaksiyasının getməsinə lazım olan hidrogen qatılığını təmin edir. Beləliklə, bu prosesdə xammalın hidrotərmolizi xaricdən hidrogen verilmədən həyata keçirilir. Regenerasiya olunmuş istilik daşıyıcı adsorbent, sonra pnevmonəqledici ilə reaktorun yuxarı hissəsinə verilir.

Dina-krekinq prosesi qazların yüksək çıxımı, olefinlərin və benzinin az miqdarı ilə distillatların hiss olunacaq hidrokükürdsüzləşməsi və dienlərin hidrogenləşməsi ilə xarakterizə olunur.

Donor-solvent prosesləri orta distillatların hidrogen donoru və birdəfəlik istifadə olunan katalizator iştirakı ilə hidrokrekinqdir. Hazırda ABŞ və Kanadanın müxtəlif firmaları tərəfindən Donor-solvent proseslərinin bir neçə variantı işlənilib hazırlanmışdır: Donor-solvent visbrekinq (“Lurgi”), bitumoz kömürlərin donoru emalı (“Qalf Kanada”) Donor-solvent krekinqi (“Petro-Kanada”), Donor-visbrekinq (“Eksson”). Bu proseslərdə ağır neft qalıqları həlledici ilə (solvent ilə) hidrogen donoru ilə qarışdırılır (solvent kimi çox hallarda naften karbohidrogenləri fraksiyaları, az hallarda təmiz naftenlər, məsələn, tetralin istifadə olunur. Beləliklə, qarışdırılan komponent eyni zamanda iki funksiyanı yerinə yetirir: ağır neft qalıqlarının yaxşı həlledicisi və hidrogen donoru.

“Qalf Kanada” firmasının Donor-solvent prosesində qudron (>500°C) (ağır və ya bitumoz neftin qudronu) hidrogen donoru ilə 3,5-5,6MPa təzyiqdə qarışdırılır və boruvari sobaya verilir və burada 410-460°C-ə qədər qızdırılır və

sonra daşıyıcı reaktora (kokinq-kameraya) verilir və burada müəyyən müddət saxlanılır. Donor-solvent krekininin məhsulu sonra separatora və atmosfer kalonunda qaza, naftaya və orta distillatlara fraksiyalaşdırılır. Orta distillatlar xüsusi blokda adi texnologiya ilə standart katalizatorlar iştirakı ilə hidrogenləşdirildikdən sonra hidrogen donoru kimi resirkulyasiyaya verilir. Atmosfer kalonunun qalığı vakuum qovulmasına göndərilir ki, vakuum qazoylu və qalıq alınsın. Donor-solvent krekinqi üçün pilot qurğusunda qudrunun emalı ilə aşağıdakı çıxımlar alınmışdır,% (kütlə): qaz - 5,2; nafta - 23,7; atmosfer qazoylu - 7,7; vakum qazoylu - 30; vakuum qalığı - 33,1.

## X. NEFT EMALI ZAVODLARININ XAMMALLARINDAN YANACAQLARA ƏLAVƏLƏR İSTEHSALI

### 10.1 Spirtlərin və efirlərin istifadəsi

Keçən əsrin 70-ci illərində ABŞ-da tetraetil qurğusundan imtina başlandıqda, bu imtina səbəbindən azalan oktan ədədini kompensasiya etmək üçün avtomobil benzinlərinə müxtəlif yüksəkoktanlı komponentlər əlavə edilməyə başlandı. Əvvəlcə metanol və etanol istifadə edildi (onların çox olması və uzun müddət istifadə edilməsi səbəbindən). Bu spirtlər tədricən efirlərlə əvəz olundu. Spirtlərə nəzərən daha yaxşı qarışma və yanma xarakteristikasına malik olduqlarından metil-üçlü butil (MTBE), etil-üçlü butil (ETBE) və metil-üçlü amil (MTAE) efirləri daha geniş istifadə olunmağa başlandı.

Efirlərin spirtlərdən başlıca üstünlükləri qarışıqda buxar təzyiqinin az olmasıdır (cədvəl 10.1.1.)

**Cədvəl 10.1.1. Bəzi yanacaq efirlərinin və spirtlərin tipik xassələri.**

	MTBE	ETBE	MTAE	Metanol	Etanol
Qarışıqda oktan ədədi,(R+M)/2	109	110	105	118	114
Qarışıqda reydə görə buxar təzyiqi, psig	8	4	3	>60	19
Atmosfer təzyiqində qaynama temperaturu, °C	55	72	86	64	78
Molekul kütləsi	88,15	102,18	102,18	32,04	46,07
Oksigenin miqdarı,%kütlə	18,2	15,7	15,7	50,0	33,7

Qarışıqda spirtlərin yüksək təzyiqi onunla əlaqədardır ki, onlar benzinin bəzi karbohidrogenləri ilə aşağı temperaturda qaynayan azeotrop qarışıqlar əmələ gətirir. Efirlər xeyli az azeotrop əmələ gətirir, əmələ gələnlər isə buxar təzyiqini artırmır, əksinə azaldır. Benzinin buxarlarının təzyiqinin Reyde görə təxminən 8psi-dən aşağı (55kPa-dan aşağı) saxlanması karbohidrogenlərin atmosfərə atılmasını azaldan əhəmiyyətli faktor kimi baxılır. Ehtimal olunur ki, azot oksidləri ilə karbohidrogenlər günəş işığının təsiri ilə mürəkkəb reaksiyalar zəncirindən keçməklə ozon əmələ gətirir.

Oksigenatların benzinə əlavə olunmasından potensial mənfəət aşağıdakılardır:

- 1) karbon monooksidin atılan miqdarı azalır;
- 2) yanmamış karbohidrogenlərin atılan miqdarı azalır;
- 3) müəyyən hava şəraitlərində əhalinin sıx yaşadığı rayonlarda atmosferin aşağı təbəqələrində ozonun miqdarını azaltmaq olar;
- 4) tetraetil qurğusunun istifadə edilmədən mühərrikin işini təmin etmək üçün lazım olan oktan ədədi əldə olunur;
- 5) katalitik krekinq ilə alınan benzinlərin çox hissəsi nisbətən uçucu olan

izobutilen və izoamilen kimi olefinlərə malik olur. Bu komponentlər buxarlandıqda digərlərinə nəzərən daha aktiv olaraq ozon əmələ gətirir. Bu olefinlərin spirtlərlə reaksiyası nəticəsində efirlərin əmələ gəlməsi isə uçuculuğu azaldır və oktan ədədini artırır.

Əgər çatışmamazlıqlardan danışılırsa, metandan metanol və izobutilendən MTBE və digər efirlərin alınması zamanı ümumi kapital qoyuluşunun və istismar məsrəflərinin izobutilenin alkilata çevirməsi üçün ayrılan məsrəflərdən daha yüksək olduğu qeyd edilməlidir.

Təxminən 1990-cu ildən ABŞ-ın regional və Federal Ekoloji Nəzarət İdarələri tələb etməyə başladılar ki, benzin minimum müəyyən olunmuş miqdarda əlaqələnmiş oksigenə malik olsun. Bu məhdudiyyətlərin əsas məqsədi atmosfərə atılan karbon monooksidin miqdarını azaltmaqdan və atmosfer ozonunun azalmasının qarşısını almaqdan ibarət idi.

Bu məhdudiyyətlərin daxil edilməsi ona gətirib çıxardı ki, əksər neft emalı zavodları benzinə MTBE və MTAE əlavə etməyə başladılar. Kiçik Neft Emalı Zavodları, adətən MTBE-ni kommersiya kontraktları ilə əldə edir, böyük Neft Emalı Zavodlarında MTBE və MTAE katalitik krekinqin yüngül benzin fraksiyasının izobutileni və ya izoamileni ilə satın alınan metanolun raksiyasından istehsal edirlər. İzobutilen mənbələrinə aşağıdakılar da aiddir:

- 1) yüngül benzin fraksiyasının və ya yüngül karbohidrogenlərin etilen və propilen almaq məqsədi ilə buxar krekinqinin əlavə məhsulu;
- 2) izobutanın katalitik hidrogensizləşməsi;
- 3) propilenin oksidni alarkən əlavə məhsul kimi əmələ gələn üçlü butil spirtinin çevrilməsi;
- 4) koklaşma qurğusunda əmələ gələn yüngül benzin fraksiyası;

Birbaşa etanolun benzinə əlavə olunması Braziliyada geniş, daha az dərəcədə ABŞ-da və Kanada da istifadə olunur. Bu məqsəd üçün etanol kənd təsərrüfatı məhsullarının (qarğıdalı, şəkər qamışı və s.) fermentləşməsi ilə alınır.

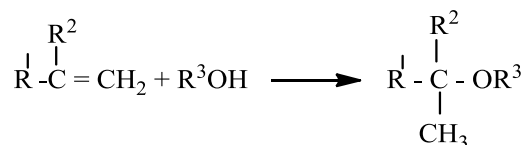
ABŞ-ın Ətraf Mühitin Mühafizəsi üzrə Agentliyi oksigenatların benzin ilə bir neçə müxtəlif qarışıqlarını təsdiq etmişdir, o cümlədən:

Oksigenat	Benzində nominal miqdar, % həcm	Oksigenin benzində maksimum miqdarı, % kütlə
Etanol	10	3,5
MTBE	15	2,7
Metanol+üçlü-butil spirti	4,75+4,75	3,5

Oksigenin icazə verilən yuxarı həddi ona görə müəyyən edilmişdir ki, həmin həddən yuxarı miqdarlarda NO<sub>x</sub> birləşmələrinin atmosfərə atılan miqdarı arta bilər.

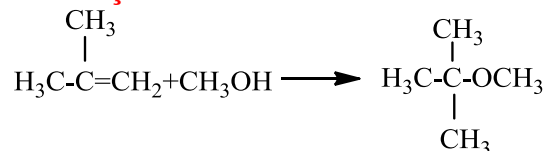
## 10.2 Efirlərin alınma reaksiyaları

Spirtlər və izoolefinlər aşağıdakı tənliyə uyğun olaraq reaksiyaya girir:

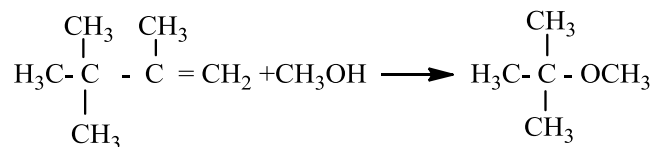


R', R<sup>2</sup> və R<sup>3</sup> müxtəlif alkil qruplarıdır. Reaksiya dönərdir. Efirlərin alınma reaksiyası ekzotermikdir və onun gedişi üçün aşağı temperatur əlverişlidir, odur ki, optimal çevrilmə üçün reaktoru soyutmaq lazımdır. Reaktorlarda temperatur 60-93°C həddində saxlanılır. Təzyiq 1380 kPa olur (reagentləri maye fazada olmasını təmin edən təzyiq). Reaksiya turş ion dəyişdirici qatranlar üzərində katalizator ilə promotorlaşdırılır. Metanolun izoolefinlərlə ümumi reaksiyası metoksil qrupunun doymamış üçlü karbon atomuna birləşməsidir. Sonra MTBE və MTAE alınması reaksiyaları göstərilmişdir.

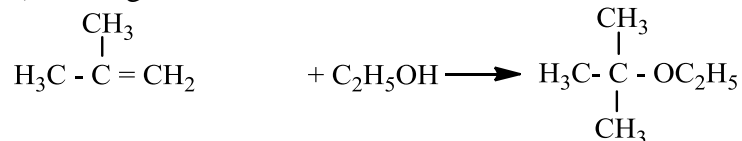
### Metil-üçlü-butil efiri



### Metil-üçlü-amil efiri



Etanol həmin sxem üzrə izobutilen ilə reaksiyaya girir və etil-üçlü-butil efiri (ETBE) əmələ gətirir:



## 10.3 Efirlərin alınması prosesləri.

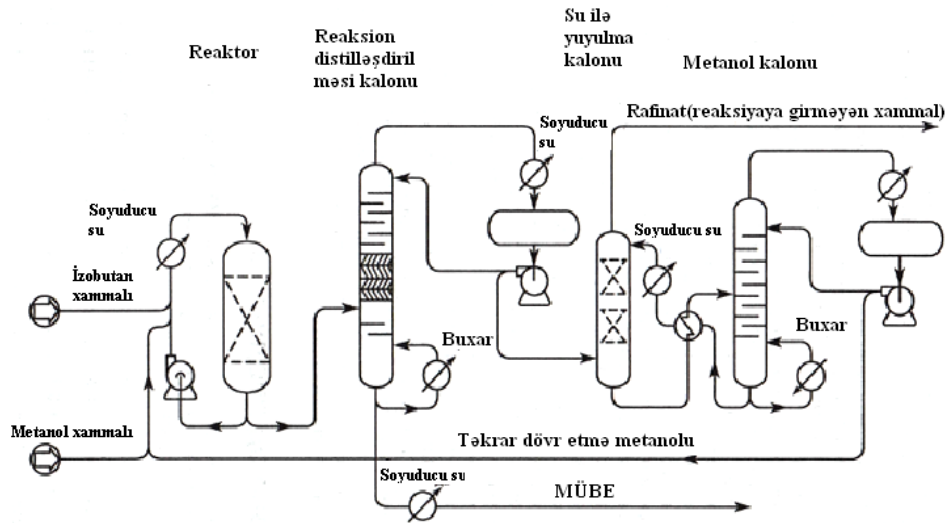
Elmi ədəbiyyatda efirlərin alınmasının ən azı 6 müxtəlif sənaye prosesləri variantları haqqında məlumat verilmişdir. Bu proseslərin hər birini izobutilen və ya izoamilenin metanol və ya etanol ilə reaksiyasına uyğunlaşdırmaq və uyğun

efirlər almaq olar. Proseslərin hamısında turş iondəyişdirici qatranlar üzərində katalizator istifadə olunur və bu katalizatorlar nəzarət olunan temperatur və təzyiç şəraitində işləyir. Ekzotermik reaksiyanın temperatur nəzarəti lazımdır ki, çevrilmə dərinliyinin maksimumluğu təmin olunsun və əlavə arzuolunmaz reaksiyalar və katalizatoru passivləşməsi az olsun. Adətən reaksiya iki pillədə aparılır (spirtin bir qədər artıq miqdarı şəraitində) ki, izoolefinin çevrilmə dərinliyi 99%-dən çox olsun.

Proseslər əsasən reaktorun konstruksiyası və temperatura nəzarət üsulu ilə fərqlənirlər. Lissenziya ilə aşağıdakı üsullar təklif olunur:

- 1) Katalizatorun hərəkətsiz təbəqəsinə malik, maye faza aşağı axdığı və temperatura nəzarət üçün xarici resirkulyasiya koturuna malik adiabatik reaktor;
- 2) 1-ci bənddə göstərilən adiabatik reaktor, lakin temperatura nəzarət üçün çıxışda məhdud buxarlanmaya malik;
- 3) Xarici soyutmaya malik boru içərisində katalizator üzərində;
- 4) Qaynar laylı, maye fazanın yüksələn axınına malik və xarici soyutma koturlu.

Bu variantlardan başqa bəzi proseslərdə ikinci pillə reaktoru kimi katalizatora malik strukturlaşdırılmış nasadkalı qovulma kalonundan istifadə olunur. Belə proseslərdən birini **Ethermax** ticarət markası ilə UOP kompaniyası təklif edir. O, **Huels AG, Koch Engineering və UOP** kompaniyalarının texnoloji işləmələrinə əsaslanır. Onun sadələşmiş texnoloji sxemi şəkil 10.2.1.-də verilir.



Şəkil 10.2.1. UOP kompaniyasının Ethermax prosesi

Prosesin verilən təsviri izobutilen və metanoldan MTBE istehsalına əsaslanır. İzobutilen və stexiometrik miqdardan bir qədər artıq metanol nəzarət olunan sürətlə resirkulyasiya edən reaktor axınının bir hissəsi ilə qarışdırılaraq

soyudulur və əsas reaktorun yuxarı hissəsinə verilir.

Kombinə olunmuş xammal və resirklyat maye fazada olur. Əsas reaktorda hissəcikləri kiçik şariklər kimi olan kationdəyişdirici qatran əsasında katalizatorun hərəkətsiz təbəqəsi olur. Reagentlər aşağıya hərəkət edir, katalizator təbəqəsindən keçərək reaktorun aşağısından çıxır. Əsas reaktordan çıxan axın MTBE, metanol, reaksiyaya girməmiş C<sub>4</sub>, olefinlərə və (adətən) müəyyən miqdarda C<sub>4</sub> parafinlərə (xammalda olan) malik olur. Axının xeyli hissəsi soyudulur və temperaturu saxlamaq məqsədi ilə reaktorun girişinə qaytarılır. Axının qalan hissəsi katalitik seksiyaya malik fraksiyalaşdırma kalonuna daxil olur. Burada **Koch** kompaniyasının patentləşdirdiyi reaksiyalı distillə texnologiyası istifadə olunur. Odur ki, kalon reaksiyalı distillə (RD) kalonu adlanır. Xammalın daxil edildiyi nöqtədən yuxarıda yerləşən katalitik seksiya aralarında adı MTBE katalizatoru yerləşən dalğavari tor şəkilli lövhələrdən ibarət olan strukturlaşdırılmış nasadkadan ibarətdir. Metil-üçlü-butil efiri aşağı məhsul kimi götürülür, reaksiyaya girməmiş metanol və izobutilen buxarları katalitik nasadkadan keçərək yuxarı qalxır, reaksiyaya girir. RD kalonunun üstünlüklərindən biri odur ki, izoolefin praktiki olaraq, reaksiyaya tam girir.

Izobutilenin MTBE-ə çevrilməsinin ümumi dərinliyi 99%-dən çox olur, metanol isə praktiki olaraq stexiometrik miqdarda istifadə olunur. Məhsulların həcmi çıxımlarına aid məlumatlar belədir:

1,0 barel izo-C <sub>4</sub> = + 43 barel metanol	→ 1,26 barel MTBE
1,0 barel izo-C <sub>4</sub> = + 6,62 barel etanol	→ 1,44 barel ETBE
1,0 barel izo-C <sub>5</sub> = + 0,38 barel metanol	→ 1,25 barel MTAE
1,0 barel izo-C <sub>5</sub> = + 0,55 barel etanol	→ 1,44 barel ETAE



## **XI. YAXŞILAŞDIRILMIŞ EKOLOJİ XARAKTERİSTİKALI BENZİN İSTEHSALI**

Öz tərkibinə görə benzinlər müxtəlif emal texnoloji prosesləri (neftin atmosfer vakuum qovulması, katalitik proseslər krekinq, hidrokrekinq, riforminq və s.) nəticəsində əmələ gələn karbohidrogenlər sistemidir. Rusiya benzin fondunun tərkibində katalitik riforminq komponentlərinin payı 50%-dən çoxdur. Avtobenzinlərin ekoloji xarakteristikalarını yaxşılaşdırmaq üçün əsas məsələlərdən biri antidetanator kimi tetraetil qurğusuna malik benzinlərin istifadəsinin azaldılmasıdır. Artıq bir çox ölkələrdə bu antidetanatorun istifadəsinə qadağa qoyulub.

Etilsiz benzənə keçid təkcə yanma məhsulları ilə qurğuşun emissiyasını aradan qaldırmır, həm də katalitik neytrallaşdırıcıların istifadəsi ilə (qeyd edək ki, həmin kalizatorlar üçün qurğuşun zərərdir) zərərli tullantıların miqdarı 60-90% azalır. Bundan başqa bu halda yanacaq-hava qarışıqının tərkibini stexiometrik miqdara yaxın saxlamağa imkan yaranır ki, bu da benzinin sıxlıq, özüllük, buxarlanma, karbohidrogen tərkibi kimi optimal xarakteristikalarını təmin etməyə imkan verir.

Amma etil mayesindən – tetraetil qurğuşundan imtina, benzinin lazım olan oktan ədədinin əldə olunması ilə əlaqədar problemlər yaranır.

İlk olaraq etillənmiş benzin növləri aşağı oktan ədədli (mühərrik üsulu ilə 82-86) requlyar (müntəzəm) benzinlərlə əvəz olundu. Bu, onunla əlaqədar idi ki, yüksək oktanlı benzin komponentləri istehsalı kifayət qədər deyildi və ona artan tələbatı ödəmirdi. Amma, etilsiz yüksək oktanlı benzinlər çatışmamazlığı müvəqqəti idi. Keçən əsrin 80-ci illərində etillənmiş benzənin payı hər il 5-6% azalırdı. 1995-ci ildə etilsiz benzinlərin payı 65%-ə, 2000-ci ildə isə 90%-ə çatdı.

Məlumdur ki, ABŞ yanacaqların ekoloji təmizliyinə tələblərə görə qəbul olunmuş liderdir. Avtomobillərin sayının artması milli standartların işlənmiş qazların zərərli təsirini məhdudlaşdıran sərtiləşməsinə müəyyən edir. Yaxşılaşdırılmış ekoloji xarakteristikalı avtomobil benzinlərin əsas keyfiyyət fərqləri aşağıdakılardır:

- aşağı uçuculuq (doymuş buxar təzyiqi);
- smoq əmələgəlmədə iştirak edən aromatik (xüsusən benzol) və olefin karbohidrogenlərin miqdarının az olması;
- oksigenli komponentlərin və mühərrikə yanacaq verilməsi sistemində çöküntülərin əmələ gəlməsini aradan qaldırmaq üçün yuyucu aşqarların mütləq istifadə olunması;
- qurğuşun, manqan və digər ağır metalların olmaması.

Benzinlərin buxarlanması təbii itkinin və ətraf mühitə zərərli karbohidrogenlərin atılmasının əsas səbəbidir. Nəql olunma, saxlanma və doldurulma zamanı avtomobil zamanı avtomobil benzinlərinin buxarlanma

səbəbindən itkisi 1,5-2% olur. Qurğusunun miqdarının azaldılması və avtomobil benzinlərinin tərkibinin dəyişməsi digər problemə - əmtəlik benzinlərin uçuculuq göstəricisinin yüksəlməsinə gətirib çıxardı. Avtomobil benzinlərinin uçuculuq göstəriciləri (Reyde görə buxarların elastikliyi) yüngül növ benzinlər üçün 609-dan 714-ə qədər, qış benzinləri üçün 798-dən 931q/sm<sup>3</sup>-a qədər artdı. Benzinlərin buxarlarında olan karbohidrogenlər təkcə zəhərli maddə kimi təhlükəli deyil, həm də günəş şüalarının təsiri ilə fotokimyəvi reaksiyalarda iştirak edərək müxtəlif smoqların əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bütün bunlar benzinlərin doymuş buxar təzyiqini azaltmağı tələb edir. Bu da benzinlərin ehtiyatlarını və detonasiya davamlılığının azalmasına səbəb olur. Yaxşılaşdırılmış ekoloji xassəli benzinlər üçün maksimum doymuş buxar təzyiqi 79,9kPa-dan yuxarı olmamalıdır. Neft emalı sənayesində benzinlərin istehsalı texnologiyalarında bir sıra dəyişikliklər edilmişdir. Belə ki, əksər neft emalı şirkətləri benzinlərdə yüksək uçuculuq göstəricilərinə malik komponentlərin miqdarını azaltmaq yolunu seçmişlər. Belə komponentlərə n-butan, oksigenli birləşmələr, yüngül düzqovulma benzini və müxtəlif proseslərin yüngül məhsulları aiddir. Belə komponentlərin miqdarı əmtəlik benzinlərin ümumi həcmində 40%-ə çata bilər. Problemin uğurlu həllinə alkülləşmə, katalitik polimerləşmə və dimerləşmə kimi proseslərin istifadə edildiyi istehsal güclərinin işə salınması, həmçinin riforminq qurğularında təzyiqin aşağı salınması, katalizatorun fasiləsiz regenerasiyası imkan vermişdir. Neft emalı texnoloji parkının strukturunda məhsulun komponent tərkibindəki dəyişiklik, həmçinin benzində aromatik karbohidrogenlərin və izoparafinlərin miqdarının artması aşağı oktanlı n-parafinlərin payının azalması ilə müşayiət olundu.

Əmtəlik benzinlərin oktan xarakteristikalarını artırmaq üçün komponent kimi spirtlərin və efirlərin istifadəsi genişləndi. Yaxşılaşdırılmış ekoloji xarakteristikalı benzinlərin karbohidrogen tərkibi aromatik birləşmələrdən benzola və olefinlərin miqdarına görə normalaşdırılır. ABŞ benzinində ekoloji təmiz benzinlərin spesifikasiyasına görə benzolun miqdarı 1%-dən çox olmamalıdır. Aromatik karbohidrogenlərin miqdarının 20-25%-ə qədər olması (əvvəllər 35-50 qəbul olunmuşdu) məhdudiyyəti, benzinlərin bahalaşmasına səbəb olmuşdur. Benzində benzolun miqdarının azaldılmasının sərfəli sxemi çox faktorlardan asılıdır ki, onların arasında katalitik riforminq qurğusunun modernləşdirilməsi üstünlük təşkil edir. Olefinlər benzinin daha çox fotokimyəvi aktiv komponentləridir, odur ki, onların miqdarı 5-10%, o cümlədən yüngül olefinlərin (C<sub>5</sub>-ə qədər) miqdarı 1%-ə qədər məhdudlaşır. Olefinlərin benzin fonduna daxil olan əsas miqdarı katalitik krekinq benzini vasitəsi ilə daxil olur.

Mühərrik yanacaqlarında kükürdün miqdarı atmosfərə atılan zəhərli maddələrin miqdarı ilə birbaşa əlaqəli olan xarakteristikadır. Odur ki, benzinlərdə ümumi kükürdün miqdarı norması olduqca sərtləşdirilir (0,05%-dən çox olmamalıdır) və “merkaptan kükürdünün miqdarı” göstəricisi daxil edilir

(0,001%-dən çox olmamalıdır).

Ekoloji təmiz benzinin kompozisiya tərkibində daha ciddi dəyişmələr sırasına MTBE tipində oksigenli birləşmələrin yüksək payı aiddir. Belə komponentlərin əlavə olunması karbon monoksidin atmosfərə atılan miqdarının və hava/yanacaq nisbətinin azalmasına, oktan ədədinin artmasına səbəb olur və benzin fondunun tərkibindən kanserogen benzolun çıxarılmasına imkan verir. Oksigenatlar karbohidrogenlərə nəzərən fotokimyəvi az aktivdir və uyğun olaraq daha az qatran əmələgətirmə aktivliyinə malikdir. MTBE və digər efirlər ekoloji təmiz benzinlərin tərkibində 15%-ə qədər ola bilər.

Benzinin proqnozlaşdırılan keyfiyyətini təmin etmək üçün katalitik krekinq, izomerləşmə, alkilləşmə, hidrotəmizləmə və s. proseslərin, həmçinin oktanqaldırıcı, yuyucu və digər aşqarların istehsal paylarının artırılması vacibdir.

## **XII. MÜHƏRRİK YANACAQLARININ EKOLOJİ XARAKTERİSTİKALARININ AŞQARLARLA YAXŞILAŞDIRILMASI**

Neftlərin keyfiyyətinin pisləşməsi və yanacaqın tərkibinə ikinci mənşəli neft məhsullarının getdikcə daha çox əlavə olunması şəraitində mühərrik yanacaqlarına istismar və ekoloji tələblərin artması müxtəlif təyinatlı aşqarların geniş istifadəsinə gətirib çıxardı. Yanacaq aşqarlarının istifadəsinin aktuallığı yanmanın zəhərli məhsullarının atmosferdə miqdarına olduqca sərt tələblər qoyulması ilə artır. İşlənmiş qazların zəhərliliyinin azaldılması üçün müxtəlif üsullar arasında (mühərriklərin konstruksiyasının təkmilləşdirilməsi, katalitik konvertorların istifadəsi, yanacaqların keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması və xüsusi aşqarların istifadəsi daha sərfəlidir. Aşqarların istifadəsinin digər üsullarla birgə istifadəsi xüsusilə səmərəlidir.

Xaricdə çoxlu sayda neft və kimya firmaları yanacaq aşqarları istehsal edir. Yanacaq aşqarları istehsalının inkişaf mərhələləri aşağıdakı kimidir:

1-ci nəsil - Antifriz;

2-ci nəsil - Karbürator deterjenti; korroziya inhibitoru; antifriz; həlledici;

3-cü nəsil - Deterjent, daşıyıcı maye; korroziya inhibitoru; deemulqator; antifriz, həlledici;

4-cü nəsil - 3-cü nəsil + oktan ədədinin artırılması və ona nəzarət; yanma kamerasının təmizlənməsi və ona nəzarət.

Statistika göstərir ki, aşqarlı benzin ilə işləyən nəqliyyat vasitələri daha etibarlıdır və az məsrəflər tələb edir. Bundan başqa, yanacaq məsrəfinə 4% qənaət əldə olunur. Dünyada yanacaq aşqarları istehsalı 100 min tonlarla ölçülür. Yanacağın kimyəvi və termiki sabilliyini yaxşılaşdıran aşqarların istifadəsi daha böyük sürətlə artır.

Hazırda detonasiyaya davamlılığı və kimyəvi sabilliyi artıran, benzinlərin müdafiə, yuma və sürtünmədən yeyilməyə qarşı xassələrini yaxşılaşdıran, buzlaşmanın qarşısını alan biosid aşqarlardan istifadə olunur.

### **Detonasiya əleyhinə aşqarlar.**

Detonasiya əleyhinə aşqarlar antidetonator, çıxarıcı və onların əmtəə və istismar xassələrini yaxşılaşdıran birləşmələrdən ibarət kompozisiyalardır. Daha səmərəli antidetonator kimi artıq 80 ilə yaxındır ki, qurğusun birləşməsi istifadə olunur. Ən geniş yayılmış antidetonator tetraetil qurğusundur (TEQ). Digər kifayət qədər geniş yayılmış və qurğusuna malik antidetonator tetrametil qurğusundur (TMQ). TEQ və TMQ-nin ümumi qüsuru onların özlərinin və yanma məhsullarının olduqca yüksək zəhərliliyə malik olmalarıdır. Yanma məhsulları ətraf mühiti çirkləndirir, işlənmiş qazlarda zəhərli birləşmələrin miqdarını azaltmaq üçün avtomobillərdə quraşdırılmış yandırıcıların işinə mənfi təsir edir. Odur ki, TEQ və TMQ-nin istifadəsi getdikcə azalır və bir çox ölkələrdə onların

istifadəsinə qadağa qoyulub. Onların əvəzinə daha az təhlükəli və səmərəli antidetonatorlar yaradılır və istifadə olunur. Antidetonator kimi tədqiq olunan maddələri iki qrupa bölmək olar: metal-üzvi və üzvi birləşmələr.

Metal-üzvi birləşmələr arasında (TEQ və TMQ-dən başqa) manqan və dəmirə malik birləşmələr daha səmərəli olmuşlar. Müxtəlif vaxtlarda antidetonator kimi geniş tədqiq olunan, sınaqdan keçirilən və istifadə olunan birləşmələr sırasında siklopentadieniltrikarbonil manqan, disiklopentadienil dəmir, ferrosenlər və onun alkil törəmələri, pentokarbonil dəmir, ferrosenildimetilkarbinol və s. olmuşdur.

Metal-üzvi birləşmələrin antidetonator kimi benzinlərdə istifadəsinin xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, uyğun metalların oksidlərinin yanma kamerasının divarlarında və alışıqların elektrodlarının üzərində çöküntüləri əmələ gəlir. Odur ki, bir qayda olaraq metal-üzvi antidetonatorlar çıxarıcı maddələrlə kompozisiya şəklində istifadə olunur. Çıxarıcı maddələr çətin əriyən metal oksidlərini digər birləşmələrə çevirir. Çıxarıcı maddə kimi alkil hallogenidlərdən – etilbromid, dibrometan, dixloretan, monoxlornaftalin istifadə olunur. Üzvi antidetonatorlara üzvi aminlər - metilanilen, ksilidin, ekstralin (7% anilen, 88% metilanilen və 5% ksiledin) aiddir.

Aromatik aminləri ilkin etalonlara (70% izooktan və 30% n-heptan) 2% həcm əlavə etdikdə oktan ədədi mühərrik üsulu ilə 5-7 punkt, tədqiqat üsulu ilə 8-9 punkt artır. Oktan ədədi tədqiqat üsulu ilə 86 olan benzində bu antidetonatorları 2%(həcm) əlavə etdikdə oktan ədədi mühərrik üsulu ilə 4-5 və tədqiqat üsulu ilə 5-6 punkt artır. Həmin antidetonatorları 5%(həcm) əlavə etdikdə oktan ədədinin artımı mühərrik üsulu ilə 7-8, tədqiqat üsulu ilə 9-11 punkt təşkil edir.

#### **Oksidləşmə əleyhinə aşqarlar.**

Katalitik və termiki krekinq benzinlərinin stabilləşdirilməsi üçün ən səmərəli üsul yanacaqda az qatılıqlarda antioksidant əlavə etməkdir. Antioksidantlar saxlanma, nəql və istifadə şəraitlərində benzinin stabilliyini təmin edirlər. Antioksidantlar olduqca çoxdur. Müxtəlif aşqarların oksidləşmənin müəyyən zəncirvari reaksiyalarında iştirakına əsaslanaraq, antioksidləşdiriciləri aşağıdakı qruplara bölmək olar:

- Peroksid radikalları ilə reaksiya üzrə oksidləşmə prosesini dayandıranlar: fenollar, naftollar, aromatik aminlər, aminofenollar;

- Alkil radikalları ilə reaksiya üzrə oksidləşmə prosesi zəncirini qıranlar: xiononlar, iminoksid radikalları, nitrobirləşmələr, molekulyar yod;

- Sərbəst radikallar əmələ gətirmədən hidroperoksidləri parçalayanlar: sulfidlər, fosfitlər, arsenitlər;

- Kombinə olunmuş təsirli, alkil və peroksid radikalları ilə qarşılıqlı təsirdə ola bilən və metalların katalitik təsirini passivləşdirənlər.

Sonuncu tip aşqarlara müxtəlif funksional qruplara malik birləşmələr aiddir

(məsələn, ROON ilə reaksiyaya girən sulfid, fenol və s.). Hazırda avtomobil benzinlərini stabilləşdirmək üçün yalnız birinci qrup antioksidləşdiricilər istifadə olunur. Oksidləşmə zəncirini qıran əsas reaksiya zəif O-H və N-H əlaqələrinə malik antioksidant molekulunun peroksid radikalları ilə qarşılıqlı təsiridir. Səmərəlilik antioksidləşdirici molekulunun və radikalının iştirakı ilə oksidləşmə zəncirini qıran və davam etdirən proseslərin nisbəti ilə müəyyən olunur. Bu nisbət oksidləşmə zəncirinin qırılması prosesinin xeyrinə olaraq nə qədər böyükdürsə, oksidləşməyə meyilli məhsullara malik karbohidrogen mühitini stabilləşdirmək üçün antioksidləşdirici bir o qədər az tələb olunur. Beləliklə, avtomobil benzinləri üçün antioksidləşdiricilərə əsas tələblər kiçik işçi qatılıqlardır. Yaxşı aşqarlar üçün həmin miqdar kütlə ilə faizin yüzdə və mində biri ilə ölçülür.

Antioksidləşdirici aşqarların səmərəliliyini artırmaq üçün məlum üsullardan biri müxtəlif antioksidləşdiricilərin kompozisiyalarının istifadəsidir. Belə kompozisiyalar sinergizm effektinə malik olurlar. Antioksidləşdiricilərin üç növ sinergizmi fərqləndirilir: kinetik (qarışıqın komponentləri arasında hansısa qarşılıqlı təsirin olmaması), kimyəvi (antioksidləşdiricilərin və ya onların çevrilmə məhsullarının kimyəvi qarşılıqlı təsiri) və fiziki (fiziki faktorların təsiri və ya komponentlərin fiziki qarşılıqlı təsiri ilə əlaqədardır).

Qeyri-stabil komponentlərə malik avtomobil benzinlərinin stabilləşdirilməsi üçün fenol tipli antioksidləşdiricilər daha geniş istifadə olunur. Aminofenol tipli antioksidləşdiricilər praktiki tətbiq olunmuşdur: fenil-n-aminofenol (n-oksidifenilamin) - PODFA. Qeyri-stabil benzinlərin stabilləşməsi üçün PODFA-nın qatılığı (0,001-0,01% kütlə) fenol antioksidləşdiricilərin tələb olunan qatılığından xeyli azdır. Bu tip antioksidləşdiricilərdən kifayət qədər geniş istifadə olunalardan biri də N, N'-di-ikili butil-n-fenilendiamindir. Bir çox firmalar bu aşqarı müxtəlif adlar altında (**Ethyl PDA, Ddu Pont AO № 22 Zubrizol 802, AMOCO532, Topanol M, UOP № 5, Tenameme 2**) istehsal edir. Antioksidləşdirici xassəni artırmaq üçün antioksidləşdirici aşqarların kompozisiyaları yaradılmışdır: **Aqidol-9 (İnqazon)** antioksidləşdirici **N-(3,5-di-üçlü-butil-4-hidroksifenil)-2,6-di-üçlü butil xinolinin(inqazon-1) və 2,6-di-üçlü-butil-4-dimetilaminometil fenolun 1:1 kütlə nisbətində qarışığının toluolda 20%-li məhluludur**. Aqidol -9-un yüksək effekti, sinergizm hadisəsi ilə əlaqədardır.

Antioksidləşdirici aşqarların effektini artırmaq üçün bəzən yanacaqın oksidləşməsi zamanı metalların katalitik təsirini azaldan birləşmələr (passivləşdiricilər) əlavə olunur. Passivləşdiricilər yanacaqda antioksidləşdirici ilə birlikdə və ondan 5-10 dəfə az miqdarda əlavə olunur. Passivləşdiricilər metal ionları ilə molekul daxili komplekslər, başlıca olaraq xelat quruluşlu komplekslər əmələ gətirir. Bu birləşmələrdə metal atomları ekranlanmış olur və oksidləşməni katalizləşdirən reaksiyaya girə bilmir. Daha çox səmərəli birləşmələr altı-üzlü kompleksdaxili həlqə əmələ gətirənlərdir, məsələn, N,N'-bissalisilinden-

alkilendiaminlərdir.

**Yuyucu, tüstüleyhinə, naqar əleyhinə və buzlaşma əleyhinə aşqarlar.**

Aşağıda qeyd olunan tip aşqarlar, onların təsir prinsipləri və əsas komponentləri haqqında məlumat verilir. I nəsil yuyucu aşqarlar: karbüratorun detalların üzərində çöküntünün əmələ gəlməsini və CO atılmasını azaldır, yanacağa qənaət əldə olunur. Əsas komponenti karbon turşularının amidləri və polietilen poliaminlərdir.

III nəsil yuyucu aşqarlar: buraxılış və çiləmə sistemləri detalları üzərində çöküntülərin əmələ gəlməsini azaldır; əsas komponenti poliefiraminlərdir. Buzəmələgəlmə əleyhinə aşqar: karbüratorun qapağı üzərində adsorbsiya təbəqəsi əmələ gəlməsi hesabına buzlaşmanı azaldır. Əsas komponenti müxtəlif təbiətli səthi aktiv maddələrdir.

Tüstü əleyhinə aşqarlar: oksigen çatışmazlığı ilə xarakterizə olunan mərhələlərdə yanacağın diffuziyalı yanması zamanı qurumun yanmasını asanlaşdırır. Əsas komponentləri: küllü aşqarlar: barium, maqnezium, kalsium, dəmir metalların birləşmələri (əsasən yuyucu komponentlərlə birlikdə); külsüz birləşmələr: səthi aktiv maddələrin yanma inisiatorları ilə kompozisiyaları.

Qurum əleyhinə aşqarlar: qurum filtri üzərində qurumun yanma temperaturu azalır. Əsas tərkibi: yanma katalizatorları: mis, manqan, dəmir və digər metalların birləşmələri.

Mühərrikin və yanacaq aparatının detalların üzərindən çöküntüləri kənarlaşdırmaq üçün yanacağa yuyucu aşqarlar əlavə olunur. Yuyucu aşqarlar yanacaqda həll olan səthi aktiv maddələrdir və onların karbohidrogen radikalı parafin, naften və ya aromatik raddikallar ola bilər. Polyar qrup kimi onların molekulunda oksigen-, azot-, kükürd- və ya fosfora malik fraqmentlər olur. Yuyucu aşqarların təsir mexanizmi ondan ibarətdir ki, onlar fazalar sərhəddinə absorbsiya edərkən, onun xassələrini radikal olaraq dəyişir. Buna səbəb səthi gərilmənin xeyli azalması ilə bağlıdır. Aşqarın molekulunda olan polyar qrup bərk səthlərdə və qatranlı çöküntülərin polyar hissələrində onların absorbsiyasına kömək edir, kifayət qədər massiv karbohidrogen radikalı isə yanacaqda həll olmanı təmin edir.

Yuyucu aşqarları iki qrupa ayırmaq olar: azotlu və oksigenli aşqarlar.

Azotlu aşqarlara alkil aminlər, poliaminlər və onların törəmələri, amidlər və aminlərin turşularda kondensləşməsinin digər məhsulları, epoksibirləşmələrin aminlərlə və onların törəmələri ilə reaksiya məhsulları, əvəzli imidazolinlər, alkenil- və alkilsuksinimidlər, əvəzli asparqinlər və s. aiddir.

Oksigenli aşqarlar monokarbon turşularının mürəkkəb və sadə efirləri, ali spirtlər, karbohidrogenlərin oksidləşmiş fraksiyaları (turşuların, spirtlərin və efirlərin qarışıqları) və oksietilləşmiş birləşmələrlə təmsil olunur. Oksigenli birləşmələr azotlu aşqarlara nəzərən az səmərəli olur, odur ki, onları azotlu birləşmələrə malik kompozisiyalarda komponent kimi istifadə edirlər.



Hazırda sənaye miqyasında çoxfunksiyalı – eyni zamanda yuyucu, buz əmələgəlmənin qarşısını alan və müdafiə xassəli azotlu kompozisiyalar istifadə olunur. Belə aşqarlara ali yağ turşularının amidləri qarışığı (**Ethyl Corp** firmasının **MPA** aşqarı), üzvi aminlərin qarışığı (**Du Pont** firmasının **DMA-7 aşqarı**), üzvi aminlərin aminoalkil fosfatların qarışığı (**Du Pont** firmasının **DMA-4 aşqarı**).

Rusiyada belə kompozisiya kimi **nayk (afen), afen-1 və avtomaq** aşqarları işlənilib hazırlanmışdır. Nayk (afen) aşqarı C<sub>10</sub>C<sub>16</sub> sintetik yağ turşuları ilə polietilen poliaminin amidindən (10-20%) oksiefirləşmiş alkilfenoldan OP-7 (10-20%) və kompleks həlledicidən (ksilollar+izopropil spirti 1:1) ibarətdir.

Çökməyə qarşı inhibitor kimi ilk olaraq sintetik və neft yağları ilə birlikdə (daşıyıcı kimi) polibutenaminlər təklif olunmuşdur. Onlar ikinci nəsil aşqarlara aiddir. Sonralar üçüncü nəsil aşqarlar poliefir aminlər bazara çıxdı.

Digər məlum aşqarlar tüstü əleyhinə aşqarlar qurum hissəciklərinin yanmasına dispersləşdirmə və katalitik təsir mexanizmi ilə təsir edir. Ekoloji baxımdan aşqarları küllü və külsüz aşqarlar kimi təsnif etmək əlverişlidir. Əksər küllü aşqarların əsasında II və ya III qrup metallarının yanacaqda həll olan birləşmələri durur. Ən səmərəli tüstü əleyhinə aşqar barium birləşmələridir. Əmtəlik tüstü əleyhinə aşqarlar bir qayda olaraq bariuma, az-az hallarda kalsium və manqana malik olur.

Metala malik tüstü əleyhinə aşqarların təsir mexanizmini izah etmək üçün aşağıdakı nəzəriyyələr irəli sürülmüşdür:

- metal ionları əmələ gəlir və onlar qurum hissəciklərinin nüvə əmələ gəlməsinin və onların koagulyasiyasının sürətini azaldır. Bu başlıca olaraq asanlıqla ionlaşan qələvi metallara aiddir;

- yanacağın yanma məhsulları ilə reaksiya, bu reaksiya nəticəsində hidroksil radikalları əmələ gəlir. Hidroksil radikalları qurumu qarşılaşdırır. Bu qələvi-torpaq metalları üçün xarakterikdir;

- metal oksidləri və qurum hissəcikləri arasında reaksiya, məsələn, keçid metallar üçün:  $Me_x O_y + C \rightarrow CO + Me_x O_{y-1}$

Tüstü əleyhinə aşqar qərb ölkələrində **Zubrirol** firmasının **aşqarlarıdır: LZ-565, LZ-8005**. Bu aşqarlar barium birləşmələrinə və ya onların kalsium birləşmələri ilə kompozisiyalara malikdir. Onların analoqları **İXP-706 və EFAP-B aşqarlarıdır**. Qeyd edək ki, İXP-706 aşqarı Aşqarlar Kimyaası İnstitutunun alimləri tərəfindən yaradılıb. Lakin metala malik aşqar bərk hissəciklərin əmələ gəlməsinə öz payını verir. Odur ki, küllü aşqarlar yüksək effektdə malik olsalar da, geniş tətbiq üçün tövsiyə olunmur.

Külsüz aşqarlardan ən effektivini yüksək oksidləşmə dərəcəsinə malik birləşmələr, məsələn. Üzvi peroksidlər təşkil edir. Lakin az kimyəvi stabillik onların praktiki istifadəsini mümkünsüz edir.

Keçmiş SSRİ-də yaradılmış çoxfunksiyalı APK aşqarı ferrosen əsasında



və aşağıdakı üstünlüklərə malikdir:

- Benzinin oktan ədədini 2-6 vahid artırır (benzinin tərkibindən və ilkin detonasiyaya davamlılıqdan asılı olaraq);

- İşlənmiş qazlarda zəhərli mono- və polisiklik aromatik karbohidrogenlərin miqdarını 15-35% azaldır;

- Yuyucu və antinaqar xassələrə malikdir;

- Mühərrikin porşen qrupunda, buraxılış sistemində və qazpaylayıcı klapanlarda çöküntülərin miqdarını 2-4 dəfə azaldır;

- Mühərrikin gücünə və iqtisadi göstəricilərinə praktiki olaraq təsir etmir;

- Mühərrik yağlarının dəyişdirilmə müddətini 1,5-2 dəfə artırmağı təmin edir.

Havanın nisbi rütubəti yüksək olduqda və ətraf mühitin temperaturu sifra yaxın olduqda buzçökmə təhlükəsi yaranır. Buz benzinin sürətlə buxarlanması zamanı atmosfer rütubətinin kondensləşməsi nəticəsində yaranır. Buz təbəqəsi karbüratorun qapağının normal qapanmasına və yanar qarışıqın tərkibini tənzimləməyə mane olur. Nəticədə yanacaq məsrəfi 2-7%, işlənmiş qazın tərkibində dəm qazının (CO) miqdarı 30-60% artır. Bu hadisə ilə mübarizə üçün su kristalları əmələgəlmə əleyhinə və buz əmələgəlmə əleyhinə aşqarlar istifadə olunur. Birincilər buz kristallarını həll edir (səthə çökmüş və ya yanacağın həcmində olan). İkinci karbüratorun detallarının səthində nazik mühafizə təbəqəsi əmələ gətirir və buz kristallarının adsorbsiyasına və aqlomerasına mane olur. Birinci tip aşqarlara yanacaqda həll olan polyar birləşmələr aiddir: spirtlər, aldehitlər, efirlər. Bu birləşmələr yanacağı yüksək miqdarda (3%-ə qədər) əlavə edildikdə səmərəli olur.

Buz əmələgəlmənin qarşısını alan aşqarlardan daha səmərəlilər kiçik molekul kütləli spirtlərdir. Spirtin alkil radikalı şaxəli olduqda, onun effekti daha da yüksək olur.

Rusiya Federasiyasında su kristallarının əmələgəlməsində aşqar kimi **etilsellozollardan** istifadə olunur (0,1-0,3% kütlə miqdarında). ABŞ-da analoji aşqar kimi metilsellozolla 0,4% qliserin əlavə edilməklə istifadə olunur. Həmçinin oksietilləşdirilmiş spirtlər və aminlər, spirt-efir qarışıqları səmərəli aşqar kimi işlədilir. Onların sıfır dərəcə temperatura yaxın temperaturda istifadəsi zamanı yanacağı qənaət 5,5%-ə çata bilər.

**Reaktiv yanacaqlarının** keyfiyyətinin yaxşılaşdırmaq üçün aşağıdakı tip aşqarlar istifadə olunur:

- **antistatik;**

- **oksidləşmə əleyhinə;**

- **suyun kristallaşması əleyhinə;**

- **sürtünmədən yeyilməyə qarşı;**

**Oksidləşmə əleyhinə aşqarlar.** Oksidləşmə əleyhinə aşqar kimi radikal oksidləşməsi prosesinin inhibitorları istifadə olunur. Bu aşqarlar hidrotəmizlənmə

ilə alınmış yanacağa əlavə olunur, çünki hidrogenləşmə zamanı yanacaqdan oksidləşmənin qarşısını alan birləşmələr – aromatik və alifatik heteroatomlu birləşmələr kənarlaşdırılır. Rusiya Federasiyasında, adətən **Aqidol-1 (2,6-di-üçlü-butil-4-metilfenol)** istifadə olunur. Onun yanacağa verilən miqdarı 0,003-0,004% kütlədir. Aqidolun analoqu **İonol** aşqarıdır və inhibitor təsirinə görə analoqundan zəif deyil. Oksidləşmə əleyhinə aşqar istifadə edildikdə, reaktiv yanacaqlarının saxlanma müddəti artır.

**Antistatik aşqarlar.** Qeyd edək ki, yanacaqda elektrik keçiriciliyi az olduğundan, böyük sürətlə nəql edildikdə statik elektriclənmə baş verir. Statik elektrik yükləri müəyyən həddə çatdıqda partlayış və yanğın baş verir. Antistatik aşqarlar yanacaqların elektrik keçiriciliyini artırır. Elektrik keçiriciliyi artdıqda statik elektrik yüklərinin toplanması azalır və reaktiv yanacaqları ilə doldurma və bir yerdən başqa bir yerə vurulma zamanı təhlükəsizlik təmin olunur.

Antistatik aşqarların təsiri artıq olduqca kiçik qatılıqlarda ( $\geq 0,0001\%$  kütlə) özünü göstərir. Keçən əsrin 60-cı illərindən başlayaraq qərb ölkələrində reaktiv yanacaqlarına antistatik kimi **ASA-3** aşqarı istifadə olunurdu. ASA-3 aşqarı alkil salisil turşusunun xrom duzu, birgəpolimer və həlledicidən ibarət üçkomponentli sistemdir. Bu aşqarı Şell firması yaratmışdır.

Keçmiş SSRİ-nin alimləri tərəfindən bir komponentli antistatik aşqar – sintetik yağ turşularının xrom duzu, AKOR-1 aşqarı və AP-L34-1 aşqarı yaradılmışdır. Qeyd edək ki, **AP-L34-1 aşqarı** AMEA-nın həqiqi üzvü V.M.Abbasov tərəfindən işlənib hazırlanmışdır. ÜİETNEİ tərəfindən yaradılmış **Siqbol** aşqarının qüsurları o idi ki, yanacaqda pis həll olurdu, onu qızdırılmış halda yanacağa vermək lazım gəlirdi. Siqbol əlavə olunmuş reaktiv yanacağı uzun müddət saxlandıqda yanacağın elektrik keçiriciliyi sürətlə aşağı düşür. Buna səbəb aşqarın ionlaşma dərəcəsinin az olması və saxlanma zamanı yanacaqda həll edilmiş aşqarın – sintetik yağ turşularının xrom duzunun və gəbirpolimerin molekullarının assosiatlar əmələ gətirərək çökməsidir.

AP-L34-1 aşqarı sintetik naften turşusunun xrom duzunun  $C_{14}-C_{18}$  nitrobirləşməsi ilə kompleksindən ibarətdir. Bu aşqar hətta mənfi  $40^{\circ}C$ -də də yanacaqda həll olur və yanacaq uzun müddət saxlandıqda onun elektrik keçiriciliyi kəskin azalmır. Buna səbəb odur ki, kompleksdə olan nitrobirləşmə güclü liqand kimi kompleksin ionlaşma dərəcəsinin yüksək olmasını təmin edir, digər tərəfdən həm sintetik naften turşusu molekulunda olan mürəkkəb efir qrupu və həm də nitrobirləşmədə olan  $-OH$ ,  $-ONO_2$  və s qrupların olduğundan, əmələ gələn assosiatların özləri də makroionlar kimi yük daşıyıcısı olur. Hazırda dünyanın aparıcı dövlətlərində reaktiv yanacaqlarında CET A-1 və CET-V kimi antistatik aşqarlardan istifadə olunur.

**Sürtünmədən yeyilməyə qarşı aşqar.** Bu aşqarlar yanacaqların yağlayıcı xassəsini bərpa etmək üçün istifadə olunur. Sürtünmədən yeyilməyə aşqar kimi Rusiya Federasiyasında iki funksiyalı **Siqbol** aşqarı və bu aşqarın polimetakrilat

əsasında alınan aşqar olan **PMAM** ilə kompozisiyası və K markalı aşqar – təbii neft turşusu fraksiyası istifadə olunur.

#### **Dizel yanacağına aşqarlar.**

Dizel yanacaqları üçün aşqarların istifadəsinin vacibliyi baza yanacağının keyfiyyəti ilə müəyyən olunur. Xassələri yaxşılaşdırmaq üçün dizel yanacağına aşağıdakı tip aşqarlar əlavə olunur: depressorlar, yanma prosesinin modifikatorları, tüstü əleyhinə aşqarlar, metalları passivləşdiricilər, yuyucu dispersləşdirici aşqarlar, korroziya əleyhinə aşqarlar və s. Aşqarlar paket tərkibinə daxil olur və ya bir-birindən asılı olmayaraq istifadə olunur.

Dizel yanacağına yanma prosesinə təsir edən üç tip aşqar istifadə olunur: setan ədədini artıran, yanma katalizatoru və çökmə modifikatorları. Yada salaq ki, setan ədədi yanacağın kritik xassəsidir. Setan ədədi dizel yanacağının alınmasının əsas göstəricisidir. Setan ədədinin artması soyuqda mühərrikin asanlıqla işə salınmasına şərait yaradır, qırma prosesində onun işində qeyri-müntəzəmliyi və dayanmanı azaldır, səs səviyyəsini, tüstülənməni və tüstü qazlarının zəhərliliyini azaltmağa, mühərrikin gücünün və ehtiyatının artmasına səbəb olur.

Setan ədədini yaxşılaşdıran aşqarlar yanacağın yanma kamerasına çılənməsi zamanı, onun alışmasına nəzarət edir. Setan ədədini artıran aşqar kimi alkilnitritlər, nitratlar, nitrobirləşmələr, oksidlər istifadə olunur. Bu aşqarların dizel yanacaqlarına 0,05-0,2% (həcm) əlavə olunması setan ədədini orta hesabla 6-8 punkt artırmağa imkan verir. Uzun illər ərzində kommersiya əhəmiyyətli setan aşqarları kimi alkilnitritlər daha geniş istifadə olunurdu. Hazırda adi temperaturda stabil olan və alışmayan oktilnitratlar daha geniş istifadə olunur. Nitrobirləşmələr, oksidlər kimi digər tip aşqarlar anoloji funksiyanı icra edir, amma onlar baha və partlayış təhlükəli olduqlarından istifadə olunmur. Alkilnitrat, nitrit aşqarlarının qüsurlarına onların korroziya aktivliyi, zəhərliliyi, qatran əmələgətirməyə meyilliliyi aiddir.

Yanmanın tamlığını artıran aşqarlar yanmanın bütün mərhələlərində təsir göstərir. Onların əsas effekti yanacağı qənaətdir. Bundan başqa onlar yanma kamerasında qurum əmələ gəlməni və forsunkanın çiləyicilərinin üzərində koks çökməsini, tüstülənməni və tüstü qazlarının zəhərliliyini azaldır. Tüstülənməni azaltmaq, katalitik tam yanmanı təmin etmək üçün aşqarlardan istifadə olunur. Tüstü əleyhinə ən yaxşı aşqar yanacaqda həll olan barium birləşməsinə malik olur. Qatılıq 0,1-0,5% (kütlə) olduqda onlar işlənmiş qazın tüstülülüyünü 30-90% azaldır.

Səmərəli antinaqar təsiri yuyucu – dispersləşdirici aşqarlar ilə əldə olunur. Yanacaqlarda depressor aşqarlar xarici ölkələrdə keçən əsrin 60-cı illərin ortalarından istehsal olunur. Onların arasında əhəmiyyətli yeri etilenin vinilasetat ilə birgəpolimeri tutur.

Aşqarlar Kimyası İnstitutunda (Azərbaycan) tüstü əleyhinə aşqar - İXP-706 işlənilib hazırlanmış və istifadəsinə icazə verilmişdir. Onun əsas aktiv komponenti

barium alkilfenolyatdır. Qərb ölkələrində ABŞ-ın Zubrizol Corp. Firmasının istehsal etdiyi bariumlu aşqarlarından istifadə olunur.

Rusiya Federasiyasında EFAP-B aşqarı yaradılmışdır. Aşqar barium alkilfenolyat və yuyucu dispersləşdirici birləşmələrin qarışığından ibarətdir.

Yanacağın modifikasiya üsullarından biri su emulsiyalı dizel yanacağı istifadə etməkdir. Yanma kamerasında suyun termiki dissosiasiyası nəticəsində oksidləşdirici qrupların miqdarı artır, bu da yanacağın oksidləşməsinin tamlığını təmin edir və qurumun emissiyasını azaldır. Yanacağın tərkibinə 5-10% su olan su-yanacaq emulsiyası əlavə edildikdə, qurum əmələgəlmə uyğun olaraq 40-70% azalır.

### **XIII. TƏBİİ QAZDAN ALTERNATİV MÜHƏRRİK YANACAQLARI İSTEHSALI PROBLEMİ**

Artıq kifayət qədər uzun müddət dünya praktikasında ənənəvi neft mühərrik yanacaqları ilə yanaşı, alternativ növ mühərrik yanacaqlarından istifadə olunur. Onlardan ilk olaraq xeyli həcmdə sıxılmış neft qazları – propan və butan istifadə olunmağa başladı. Qaz balonu ilə işləyən avtomobillər yarandı. Sonralar mühərrik yanacağı kimi istifadə olunan sıxılmış təbii qaz və kompromizləşdirilmiş təbii qaz istifadə olunur. Təbii qazın üstünlüyü aşkar idi, xammal bazasının miqyası və ucuzluğu, ekoloji xarakteristikasının fərqliliyi, istismar keyfiyyətləri. Propan-butan sıxılmış və kompromizləşmiş qaz kimi alternativ yanacaq növləri təkcə avtomobil yanacağı kimi yox, həm də təyyarələr, dəniz və çay gəmiləri, teplovozlar üçün də geniş istifadə olunmağa başladı. Bir çox ölkələrdə qaz mühərrik yanacaqlarının istifadəsinin stimullaşdırılması üçün tədbirlər görüldü. Bir çox üstünlükləri ilə yanaşı qaz mühərrik yanacaqları qüsurlara malikdir-onlar uyğun istehsal və istifadə strukturlarının yaradılmasını tələb edirlər. Belə strukturlar avtoqaz doldurucu kompressor stansiyaları, xüsusi yanacaq doldurma məntəqələridir. Həmçinin tələb olunur ki, mühərrikdə dəyişikliklər aparılsın və avtomobil vasitələrində qaz balonları quraşdırılsın.

Belə təkliflər var ki, biodizel yanacaqları, başqa sözlə efirlər əsasında yanacaqlar istifadə olunsun. Bu yanacaqlar bərpa olunan mənbələr əsasında (kənd təsərrüfatı istehsalının tullantıları) alınır. Həmçinin bərpa olunan xammal əsasında alınan etil spirti, metil tetrahidrofuran komponent kimi istifadə olunan yanacaqlar da tətbiq olunmaqdadır.

Bununla belə sintetik maye yanacaqlar (SMY) da geniş istifadə olunmaqdadır. Bu yanacaqlar əla ekoloji xarakteristikalara malikdir və başlıcası odur ki, onların istifadəsi istifadə infrastrukturunda heç bir dəyişiklik tələb etmir. Eyni anbarlardan, yanacaq doldurma məntəqələrindən, məhsul nəqliçisi sistemlərdən istifadə etmək olar. Avtomobillərdə və onların mühərriklərində heç bir dəyişiklik tələb olunmur. Bundan başqa SMY kükürdə və praktiki olaraq aromatik karbohidrogenlərə malik olmur. SMY həm sərbəst olaraq yanacaq kimi, həm də ənənəvi yanacaqlara komponent kimi istifadə oluna bilər.

Təbii qazın SMY-yə emal olunması və ya dünya praktikasında qəbul olunmuş terminalogiya ilə təbii qazın maye məhsullara çevrilməsi texnologiyası (**Gasto liquids - GTL**) artıq uzun müddətdir ki, dünyanın ən nəhəng qaz şirkətlərinin diqqətini cəlb edir.

Ekoloji təmiz yanacaq almaqla yanaşı GTL texnologiyaya xüsusi məhsulları da (parafinlər, sintetik sürtgülər) almağa imkan verir.

SMY-nin alınma texnologiyasının tarixi alman kimyaçıları Frans Fişer və Xans Tropş tərəfindən 1923-cü ildə işləyib hazırladığı sintez qazın (CO və H<sub>2</sub> qarışığı) maye karbohidrogenlərə katalitik çevrilməsi prosesidir. O vaxta qədər

artıq müxtəlif ölkələrdə sintez qazın alınma texnologiyaları (xüsusən də kömürdən) var idi.

Sintez qazın alınma texnologiyası və Fişer-Trops prosesini əsasında Almaniyada keçən əsrin 30-cu illərində kömürdən SMY istehsalı üzrə zavodlar tikildi ki, bu zavodlar ikinci dünya müharibəsində Almaniyanı yanacaq ilə təmin edirdi.

İkinci dünya müharibəsi qurtardıqdan sonra SMY istehsalı üzrə alan zavodların ayrı-ayrı avadanlıqları müharibədə məğlub olan tərəfin (Almaniya) qalib tərəfə (SSRİ-yə) təminatı kimi verilmişdir. Amma iri neft yataqları kəşf olunduqdan sonra kömürdən mühərrik yanacağı istehsalatlarının istismarı dayandırıldı və yalnız Novoçerkasskda alman avadanlığı yalnız təbii qaz əsasında yüksək təmizlikli parafin almaq üçün işlədilməkdə davam etdi.

Həmin dövrdə Cənubi Afrika Respublikasında aparılmasında sənaye aparılması səbəbindən beynəlxalq sanksiyalara məruz qalmışdı və tamamilə neft və neft məhsulları ilə təminatdan məhrum olmuşdu.

Ölkə özünün kömür ehtiyatlarına əsaslanmağı qərara aldı və alman Fişer-Trops texnologiyasına və "Amerika qaynar lay" reaktoruna əsaslanaraq SMY istehsalı üçün yeni zavodların tikintisinə başladı. Ümumi gücü 125 min ton/il olan ilk iki qurğu Sasolburq şəhərində tikildi (Sasol-1). Sonra iki zavod Sekunda şəhərində (Sasol-2 1980-ci ildə və Sasol-3 1982-ci ildə) tikildi və hər birinin istehsal gücü 325 min ton/il oldu. Sasol şirkəti SMY alınmasının təkmilləşdirilmiş texnologiyasını işləyib hazırladı və bu proses Sasolburq şəhərində nümayiş qurğusunda sınaqdan keçirildi (gücü 5 min ton/il olub və 1983-cü ildə işə salınıb).

Sonra təkmilləşdirilmiş texnologiya ilə işləyən ilk sənaye bloku işə salındı (Sasolburq şəhərində, 1989-cü ildə gücü 175 min ton/il). Elə bu texnologiya ilə 1992-ci ildə gücü 385 min ton/il olan daha bir blok fəaliyyətə başladı. 1990-cı ildə gücü 5 min ton/il olan təcrübə qurğusu işə salındı və onun istismar təcrübəsi əsasında 1993-cü ildə Sekunda şəhərində gücü 12 min ton/il olan təcrübə qurğusu, sonra isə 1996-cı ildə gücü 550 min ton/il olan iri blok, 1998-ci ildə gücü 1 milyon ton/il olan iri zavod işə salınıb. Yuxarıda qeyd olunan qurğuların hamısında xammal kimi kömürdən istifadə olunur. 1955-2000-ci illərdə Sasol şirkətinin zavodlarında sintetik maye yanacaq ilə yanaşı, həmçinin yüksək keyfiyyətli parafinlər və çoxlu sayda kimyəvi məhsullar istehsal olunub. Sasol zavodlarında SMY alınmasının proseslərinin ardıcılığı aşağıdakı kimi olmuşdur: **1955 - yüksək temperaturlu Agre prosesi və Synthol prosesi; 1984 - Advanced Synthol texnoloji prosesi; 1990 - Slurri-reaktor istifadə etməklə nümayiş qurğusu; 1993 - Slurri Phase Distillate proses (SPD) üzrə nümayiş qurğusu; 1998 - SPD texnologiyası üzrə sənaye qurğusu.**

Paralel olaraq Cənubi Afrika Respublikası (CAR) yaxınlığında Şelfdə kəşf olunmuş yataqdakı təbii qaz əsasında yeni proseslər yaratmaq üçün tədqiqat işləri aparılırdı. 1985-ci ildə Mossel-Bey şəhərində təbii qazdan SMY almaq üçün

zavodun yaradılmasının Texniki İqtisadi Əsaslandırılması işlənilib hazırlanmışdır. 1987-ci ildə layihə CAR hökuməti tərəfindən bəyənilib, 1991-ci ildə üç Synthol reaktotu işə salındı və hər birinin gücü 375 min ton/il idi. Müəssisənin müasir gücü 1,5 milyon ton/il SMY təşkil edir. Bu zavodda həmçinin ildə 1,9 milyon ton qaz kondensatı stabilləşdirilir.

Keçən əsrin 70-ci illərindən Amsterdamda (Hollandiya) nəhəng **Royal Dutch/Shell** şirkətinin elmi mərkəzində təbii qazdan SMY almaq sahəsində tədqiqatlara başlandı. 1993-cü ildə şirkətin mütəxəssislərinin işləyib hazırladığı texnologiya üzrə Malaziyanın Bintulu şəhərində 625 min ton/il gücündə zavod işə başladı. Zavod yerli qaz yatağının qazından istifadə edirdi və ildə bir milyard kub metr qaz sərf olunurdu. Zavodun son məhsulu orta distillat fraksiyaları və yüksək molekullu parafin idi. 1997-ci ildə qurğuda partlayış (havanı ayırma qurğusunda) baş verdi və 28 ay zavod işləmədi. Həmin dövrdə zavodda yenidən qurulma aparıldı və şirkətin mütəxəssislərinin işləyib hazırladıkları ikinci nəsil katalizator istifadə olunmaqla zavod 2001-ci ildə yenidən işə salındı. Yeni katalizatorun istifadəsi istehsal gücünü 750 min ton/ilə qədər artırmağa və istehsalatın məsrəflərini azaltmağa imkan verdi.

1985-ci ildə **Mobil Corporation** tərəfindən öz texnologiyası üzrə SMY istehsalı üçün Yeni Zelandiyada zavod işə salındı. Onun istehsal gücü 580 min ton/il, qaz məsrəfi 1,6 milyard m<sup>3</sup>/il idi. Bu texnologiyanın mahiyyəti ondan ibarət idi ki, əvvəlcə təbii qazdan metanol sintez olunurdu və sonra metanol SNY-ə çevrilirdi (**MTG texnologiyası - metanol benzinə**). Keçən əsrin 90-cı illərində dünyada metanol bazarında qiymətin kəskin artması nəticəsində **Methanex** firması Xlobildən zavodu aldı və prosesin yalnız birinci mərhələsini istifadə etməyə başladı və əmtəə məhsulu kmi metanol istehsal etdi. Mobil texnologiyası əsasında SMY istehsalı fəaliyyət göstərmir.

Nəhəng **Exxon Corporation** neft-qaz şirkəti ABŞ-ın Zuiziana ştatında Baton-Ruj şəhərində illik gücü 10 mn ton olan pilot qurğusuna malikdir. Bu qurğuda şirkətin mütəxəssisləri tərəfindən **AGCT-21 (Advanced Gas Conversion Technology 21 - XXI əsrin texnologiyası)** işlənilib hazırlanmışdır. Hazırda təbii qazdan SMY alınmasının üç mərhələli sxemi yaradılmışdır.

Birinci mərhələdə zərərli əlavələrdən (kükürd və s.) təmizlənmiş təbii qaz reaktorlarda, konvertorlarda və ya generatorlarda sintez qaza konvertasiya olunur.

Birinci mərhələdə sintez qaz buxar və ya karbonat turşusu riforminqi prosesində və ya hava ilə metanın parsial (tam olmayan) oksidləşməsi ilə və ya yüksək temperaturlu konvertorlarda (reaktorlarda) oksigen ilə və ya iki göstərilən proses birgə istifadə olunmaqla alınır.

Buxar riforminqi köhnə üsuldur. Həmçinin avtotermiki riforminq də mövcuddur və bu prosesdə təbii qaz su buxarı ilə və oksigen ilə CO<sub>2</sub> iştirakı ilə reaksiyaya girir.

Sintez qazın alınmasının ikinci istiqaməti parsial (qeyri-tam) oksidləşmədir



və bu prosesdə qaz yüksək temperaturlarda və təzyiqlərdə yandırılır. Adətən katalizatorlardan istifadə olunur. Oksidləşmə prosesində oksigen və ya hava istifadə olunur.

Hibrid texnologiya da mövcuddur ki, o, sintez qazın istiqamətini birləşdirir **(Exxon şirkətinin prosesi).**

Sintez qaz zərərli və ballast əlavələrdən təmizləndikdən sonra ikinci mərhələyə daxil olur. Bu mərhələ katalitik sintez reaktorunda aparılır. Proses hərəkətsiz və ya hərəkətli katalizator təbəqəsi üzərində, qaz fazalı və ya suspenziyalı reaksiya zonasında aparılır və sintez qaz çox komponentli SMY-ə malik buxar-qaz-maye qarışığına çevrilir.

Fişer-Tropş reaksiyası ilə SMY alınması prosesi dəmir və ya kobalt əsasında katalizator iştirakı ilə aparılır (yumşaq temperaturlarda və təzyiqlərdə). Ənənəvi Fişer-Tropş prosesinə əlavə olaraq Sasol və Exxon şirkətləri SMY almaq üçün orijinal texnologiya işləyib hazırlamışlar. Bu texnologiyada multifazlı **“Slurri-reaktor”** istifadə olunur.

Üçüncü mərhələdə katalizin buxar qaz maye məhsullarının ayrılması və onların əmtəə formasına salınması üçün ikinci emal aparılır, həmçinin ballast və zərərli məhsulların utilləşdirilməsi həyata keçirilir. Üçüncü mərhələdə neft emalı zavodlarında istifadə olunan proseslər həyata keçirilir (yumaq, hidrokrekinq və hidroizomerləşmə). Bu proseslərdə aparılma şəraitindən asılı olaraq yüksək keyfiyyətli dizel və reaktiv yanacaqları yüksək çıxım ilə alınır. Bu proseslər, həmçinin olefinlərin və spirtlərin kənarlaşdırılması üçün də istifadə olunur.

Hazırda sintez qazın alınma texnologiyasının təkmilləşdirilməsi sahəsində bir çox firmalar tədqiqatlar aparır. GTL texnologiya ilə yüksək keyfiyyətli, ekoloji təmiz mühərrik yanacaqları alınır. Bu texnologiya üzrə alınmış dizel yanacağının keyfiyyət göstəriciləri cədvəl 13.1-də verilmişdir

**Cədvəl 13.1. Dizel yanacağının keyfiyyət xarakteristikası**

Göstəricilər	GTL pilot qurğusunda alınan dizel yanacağı	Neft dizel yanacağının spesifikasiyası
Setan ədədi	>75	>53
Poliaromatik birləşmələr, %	<0.1	<6,0
Kükürdün miqdarı, ppm	0,0	<50
Sıxlıq, q/l	767	<835

Həmçinin GTL texnologiya ilə alınan benzin tərkibinə və əlavələrin miqdarına görə daha keyfiyyətlidir. Onlarda praktiki olaraq kükürd olmur, aromatik karbohidrogenlər olduqca azdır və oktan ədədləri kifayət qədər yüksəkdir.

GTL texnologiya ilə alınmış dizel yanacağı ilə işləyən mühərriklərin işi zamanı atmosfərə atılan zərərli tullantıların miqdarı standart neft dizel yanacaqları istifadə olunduğu hala nəzərən azdır (cədvəl 13.2.)



**Cədvəl 13.2. Dizel mühərriklərinin işləməsi zamanı əmələ gələn tullantılar**

Zərərli maddələr	Tullantılar, q/kvts		Tullantıların azalması, %
	GTL qurğusunda alınmış dizel yanacağı	Standart neft dizel yanacağı	
Karbohidrogenlər	0,21	0,25	16
Karbon monooksid (CO)	0,67	0,94	29
Azot oksidləri	6,03	7,03	14
Bərk hissəciklər	0,08	0,15	46

Azthur D.Little Inc.Konsaltinq firmasının fikrincə yaxın 10-15 ldə SMY istehsalı 40-95 milyon ton/ilə çatacaqdır ki, bu da dünya neft hasilatının 1-2,4%-nə uyğun gəlir.

Keçən əsrin 80-ci illərinin solarında yeni növ yanacağa – dimetil efirinə (DME) həsr olunmuş ilk işlər yarandı.

Öz xassələrinə görə DME propan-butan yanacaqlarına yaxındır. DME avtobenzin ilə müqayisədə az istilik törətmə qabiliyyətinə malikdir (10760 kkal/kq-a qarşı 6920 kkal/kq), odur ki, onun mühərrikin vahid gücünə məsrəfi 1,6 dəfə çoxdur. Lakin DME yaxşı ekoloji xarakteristikaya malikdir (tüstü qazlarında qurum olmur və CO<sub>2</sub> azdır).

Hazırda DME alüminium oksid üzərində metanolun dehidratasiyası ilə alınır. DME-nin əsas istehsalçıları Du Pont və Air Products and Chemicals amerika şirkətləridir. 2000-ci ilin məlumatlarına görə DME istehsalı ildə təxminən 150 min tona yaxın idi. DME sintezi sahəsində tədqiqatlar 1986-cı ildə Air Products and Chemicals şirkətində başlamışdır. 1990-cı ildə tədqiqatlar ABŞ-ın energetika departamenti tərəfindən müdafiə edildi. 1991-ci ildən şirkətin Texas ştatının Zaport şəhərindəki zavodunda nümayiş qurğusu işləyir və burada DME alınma texnologiyası işlənir.

Haldor Torsoe şirkəti DME sintezi üçün yüksək selektivliyə, temperatur davamlılığına, həmçinin uzun fəaliyyət müddətinə malik katalizator işləyib hazırlamışdır. Laboratoriya eksperimentlərinə əsaslanaraq Kopenhagendə istehsal gücü 50 kq/saat xam DME olan pilot qurğusu yaradılmışdır. Bu qurğuda katalizator 5 ildən çox işləmiş və metanolun sintezi üçün sənaye katalizatoruna nəzərən stabilliyə görə daha yaxşı nəticələr göstərmişdir

Rusiya Federasiyasında DME sintezi, həmçinin DME əsasında sintezlər üzrə tədqiqat işləri Rusiya Elmlər Akademiyasının (REA) Neft Kimya Sintezi İnstitutunda və REA-nın Sibir filialının Kataliz İnstitutunda aparılır.

Gücü 2500-dən 10000 ton/sutka olan qurğularda təbii qazdan çoxtonnalı DME istehsalı üçün təbii qazdan birbaşa DME sintezinə əsaslanan Haldor Topsoe şirkətinin texnologiyası üzrə DME istehsalının əsas mərhələləri: sintez qazın hazırlanması, DME sintezi, təmizləmə, yardımçı enerji sistemlərin işi.

Hazırda DME dezodozantlarda freon əvəzinə aerosol əmələgətirici

komponent, həmçinin daha mürəkkəb efirlərin sintezi üçün xammal kimi istifadə olunur. Daha geniş miqyasda DME birbaşa dizel yanacağıının əvəzedicisi, avtobenzinlərin sintezi üçün istifadə oluna bilər.

Əvvəlcə DME başlıca ənənəvi dizel yanacaqlarına alternativ kimi baxılırdı (setan ədədi 55-60 və ekoloji təmizliyi baxımından). Danimarkada, ABŞ-da və RF-də dizellərin sınaqlarının nəticələri DME-nin sərt ekoloji tələblərə cavab verdiyini təsdiq etdi. Rusiya şəraiti üçün DME xüsusi ilə maraqlıdır. Belə ki, təmiz DME mənfi 138°C-də donur.

# AZƏRBAYCANIN NEFT KİMYASI SAHƏSİNDƏ GÖRKƏMLİ ALİİMLƏRİ

## AKADEMİKLƏR

### MƏMMƏDƏLİYEV Y.H.

Yusuf Heydər oğlu Məmmədəliyev 1905-ci il dekabrın 31-də Ordubad şəhərində kübar ailədə anadan olmuşdur. O, təhsilini evdə və yeni tipli Ordubad məktəbində almışdır. 1918-ci ildə erməni daşnakların vəhşi hücumundan yaxa qurtarmaq üçün onun ailəsi Təbriz şəhərinə köçmüş və orada yeddiillik Rusdiya məktəbində təhsilini davam etdirmişdir. 1920-ci ildə Ordubada qayıtmış və 1923-cü ilə qədər müəllimlik edərək savadsızlığın ləğvində fəal iştirak etmiş və ilk qızlar məktəbini açmışdır. 1923-cü ildə Azərbaycan Pedaqoji Universitetinin hazırlıq fakultəsində oxumuş və sonra 1924-26-cı illərdə orada təbiət elmləri fakultəsində ali təhsil almışdır. 1924-cü ildə Azərbaycan ziyalılarının I qurultayında məruzə etmişdir. 1926-cı ildə təyinatla Gəncə şəhərinə göndərilmiş və orada iki il müəllim işləmişdir. 1928-ci ildə İrəvan Pedaqoji Texnikumunun müəllimi olmuş və azsaylı xalqların təşkilat komitəsinə üzv seçilərək, oğlan və qızların təhsilə cəlb edilməsi ilə əlaqədar dəfələrlə mətbuatda çıxış etmişdir. 1929-cu ildə kimya biliklərini dərinləşdirmək məqsədiylə Moskva Dövlət Universitetinin (MDU) kimya fakultəsinə qəbul olunmuş və 1931-ci ildə oranı bitirmişdir. Diplom işini SSRİ Elmlər Akademiyasının (EA) akademiki N.Zelinskinin rəhbərliyi ilə yerinə yetirmişdir. 1932-ci il sentyabr ayında Azərbaycan Kommunist Partiyası MK-nın məktubuna əsasən Gəncə Kənd Təsərrüfatı Akademiyasının “Üzvi kimya” kafedrasına müdir təyin edilmişdir. Elmi tədqiqat işlərinə böyük maraq sonradan böyük alimi Azərbaycan Elmi Tədqiqat Neft Emalı İnstitutuna gətirmişdir. Həmin institutda laborantlıqdan akademikliyə qədər şərəfli yol keçmişdir. 1933-45-ci illərdə kiçik və böyük elmi işçi vəzifələrini tutmuş, 1945-ci ildə isə laboratoriya müdiri vəzifəsinə seçilmişdir.

Y.H.Məmmədəliyev hələ Moskva zavodlarının birində işləyərkən neft qazlarından qiymətli kimya məhsullarının alınması sahəsində tədqiqat aparmışdır. Bu ideya onun gələcək elmi-tədqiqat istiqamətini müəyyən etmişdir. O, dünyada ilk dəfə olaraq neft qazlarından sintetik kauçuk alınması fikrini irəli sürmüş və 1933-cü ildə “Etil spirtinin neft qazlarından ayrılması” adlı ilk elmi əsərini çap etdirmişdir. 1934-cü ildə kauçuk ilə əlaqədar olaraq “Azərbaycanda süni kauçukun problemləri” ikinci məqaləsini çap etdirmiş və bununla da o, respublikamızda sintetik kauçukun yaradılmasının mümkünliyünü əsaslandırmışdır. Bu fikir 1953-cü ildə keçmiş SSRİ-də Sumqayıtda sənaye miqyasında etil spirtindən

butadienin və onun əsasında butadien-stirol kauçukunun alınması ilə həyata keçirilmişdir. Yeri gəlmişkən onu qeyd etmək lazımdır ki, Y.H.Məmmədaliyev ömrünün son illərində Sumqayıt Kimya Kombinatının layihəsini tərtib edən komissiyanın sədri olmuşdur.

Y.H.Məmmədaliyevin elmi fəaliyyətində neft qazlarının emalı, onlardan xüsusi tullantısız texnologiya əsasında səmərəli xammal kimi istifadə edilməsi xüsusi yer tutur. O, bu sahədə apardığı tədqiqat işlərini ümumiləşdirərək 1936-cı ildə “Azərbaycanın təbii və süni qazları və onların kimyəvi emalı” monoqrafiyasını çap etdirmişdir. Sonralar neft qazlarının çevrilmələrinə dair 10-a qədər məqalə çap etdirmişdir. Qeyd edilən məqalələr içərisində 1930-cu ildə nəşr edilən “Azərbaycan hidrogen problemi” öz əhəmiyyətini bu gün də itirməmişdir. Çünki, bütün dünya alimlərinin qarşısında ekoloji cəhətdən daha təmiz yanacaq olan hidrogenin iqtisadi cəhətdən səmərəli üsulla alınması bu gün də problem kimi qarşıda durur. Hadisələri xeyli qabaqlayan gənc tədqiqatçını bu problem düşündürmüş və o, bunun həyata keçməsi yollarını aramışdır.

Onun tərəfindən təbii qazların halogenləşməsi reaksiyaları daha sistemli şəkildə aparılmışdır. O, 1939-cu ildə ilk dəfə dünya təcrübəsində yarımşənaye qurğusunda metandan stasionar katalizator təbəqəsində, sonralar “qaynar katalizator layı” reaktorunda dördxlörlü metanı (karbon dörd xlor) istehsal etmişdir. 1938-ci ildə M.V.Lomonosov adına MDU-nun Elmi Şurası Y.H.Məmmədaliyevin təbii və süni neft qazlarının kimyəvi emalı sahəsində apardığı sistemli tədqiqatları nəzərə alaraq, ona müdafiə etmədən “kimya elmləri namizədi” alimlik dərəcəsi vermişdir.

Onun rəhbərliyi ilə karbohidrogenlərin xlorlu törəmələrini almaq üçün pentan, heksan, divinil və digər karbohidrogenlərin xlorlaşma reaksiyası tədqiq edilmişdir. Sonralar onun tərəfindən halogenləşmə reaksiyaları sahəsində tədqiqatlar daha genişləndirilmiş və karbohidrogenlər bromlaşdırılmışdır. Metilen bromidin alınması texnologiyası işlənib hazırlanmış və sənaye qurğusunda istehsal edilmişdir. Beləliklə, onun tərəfindən neft qazlarının halogenləşmə reaksiyası nəticəsində çox qiymətli kimya məhsulları sintez edilmiş və xalq təsərrüfatının tələbatı ödənilmişdir.

Y.H.Məmmədaliyev tərəfindən neft qazlarının və onların ayrı-ayrı komponentlərinin halogenləşməsi və onların əsasında qiymətli maddələrin alınması sahəsindəki dərin və orijinal tədqiqatlar neft kimyasını yeni tövsiyyələri ilə zənginləşdirmişdir. O, halogenləşmə sahəsində dünyanın ən nüfuzlu alimi idi. Heç təsadüf deyildir ki, 1960-cı ildə Parisdə keçirilən Beynəlxalq simpoziumda halogenləşmə seksiyasına sədrlik etmişdir.

Y.H.Məmmədaliyevin rəhbərliyi ilə aromatik, parafin və tsikloparafin karbohidrogenlərin alkilləşməsi sahəsində sistemli fundamental elmi tədqiqatlar aparılmışdır.

Onun katalizatorun iştirakı ilə alkil- və dialkilaromatik karbohidrogenlərin

dealkilləşməsi reaksiyası olduqca maraqlı doğuran problemlərdən biridir. O apardığı tədqiqatları ümumiləşdirərək 1942-ci ildə "Aromatik karbohidrogenlərin alkiləşdirilməsi və dealkiləşdirilməsi ilə toluolun sintezi" mövzusunda doktorluq dissertasiyası müdafiə etmişdir. 1943-cü ildə "Neft kimyası" ixtisası üzrə professor adına layiq görülmüşdür. Onun doktorluq dissertasiyası trotil partlayıcı maddəsinin alınması üçün ilkin xammal olan toluolun sənaye miqyasında istehsal prosesinə həsr edilmişdir. Toluol müharibəyə qədər xaricdən alınır. Lakin müharibə illərində bu maddənin satışı dayandırıldığı üçün, ölkə kimyaçıların qarşısına toluolun alınması problemi kəskin şəkildə qoyulmuşdu. Respublikamızda bu məsuliyyətli işin həlli Y.H.Məmmədəliyevə tapşırılmışdı. Bu şərəfli işin öhdəsindən o, ləyaqətlə gələrək, benzolu metilxlorid ilə alüminium xlorid katalizatoru iştirakı ilə alkiləşdirərək yüksək çıxım ilə toluolu sənaye miqyasında istehsal etmişdir.

Professor Y.H.Məmmədəliyev ilk dəfə olaraq aromatik karbohidrogenlərin doymamış karbohidrogenlər ilə alkiləşməsi üçün sulfat turşusundan katalizator kimi istifadə etmişdir. Bu proses əsasında sənaye miqyasında zavod işə salınaraq, yüksək oktan ədədli izopropilbenzol istehsal edilmiş və SSRİ Müdafiə Nazirliyinin yüksək keyfiyyətli aviabenzin ilə təmin edən komponent əldə edilmişdir. Onun bu sahədə apardığı tədqiqatlar dövlət tərəfindən yüksək qiymətləndirilmiş, 1944-cü ildə Lenin ordeni ilə, 1946-cı ildə isə Stalin mükafatı ilə mükafatlandırılmışdır.

Professor Y.H.Məmmədəliyev alkiləşmə reaksiyalarında şəraiti, katalizatorun təbiətini, aromatik karbohidrogenlərin və doymamış birləşmələrin quruluşunu və reaksiyaya girmə qabiliyyətini müasir üzvi kimya nəzəriyyəsi ilə izah etmiş, reaksiyaların kinetikasını tədqiq etmiş və onların mexanizminə dair dərin mülahizələr söyləmişdir. O, sübut etmişdir ki, alkiləşmə reaksiyaları ion mexanizmi ilə gedir. O, hətta benzolun propilen ilə sulfat turşusu iştirakı ilə alkiləşmə reaksiyasının kvant kimyası müddəalarına əsaslanaraq mexanizmini vermişdir. Onun tərəfindən aromatik həlqə olan qrupların təbiətindən, onların uzunluğundan, quruluşundan asılı olaraq ayrı-ayrı katalizatorların istiqamətləndirici təsiri tədqiq edilmişdir. Mübaligəsiz olaraq onu qeyd etmək yerinə düşərdi ki, dünya ədəbiyyatında alkiləşmə reaksiyalarını Yusuf Məmmədəliyev kimi hərtərəfli tədqiq edən ikinci məktəbə çətin rast gəlmək olar.

Professor Y.H.Məmmədəliyev 1945-ci ildə yeni yaradılmış Azərbaycan EA-nın ilk kimyaçı akademiki seçilmiş və həmin ildə də Azərbaycan EA nəzdində Neft İnstitutu yaratmış və onun ilk direktoru işləmişdir. 1947-ci ildə isə Azərbaycan EA-nın prezidenti seçilmişdir. Həmin ildə həmçinin SSRİ Neft Sənayesinin Texniki Şurasının sədri vəzifəsində çalışmışdır. O, keçmiş SSRİ məkanında ən nüfuzlu kimyaçılardan biri olduğundan, SSRİ "Bilik" cəmiyyətinin xahişi ilə "1959-65-ci illərdə SSRİ-də kimya sənayesi" kitabını yazmaq ona həvalə edilmişdir. 1950-ci ildə şəxsiyyətə pərəstişin tüğyan etdiyi bir vaxtda, onu

bəzi subyektiv səbəblərə görə EA-nın prezidenti vəzifəsindən çıxarmışlar. O, 1951-54-cü illərdə Azərbaycan EA Fizika, Kimya elmləri və Neft üzrə akademik katib vəzifəsində işləmişdir.

Y.H.Məmmədaliyev 1934-cü ildən başlayaraq elmi-tədqiqat işləri ilə paralel olaraq Bakı Dövlət Universitetində (BDU) assistent, dosent və professor vəzifələrində çalışmışdır. 1945-ci ildə BDU-da "Neft kimyası" kafedrasını yaratmış və ömrünün axırına kimi ona rəhbərlik etmişdir. 1954-58-ci illərdə BDU-nun rektoru olmuşdur. Onun rektor işlədiyi dövrlərdə fakültələrdə elmi-tədqiqat işlərinin, eləcə də, tədrisin keyfiyyəti yüksəlmişdir. Universitetin qabaqcıl ali məktəblər ilə, MDU ilə əlaqəsi xeyli genişlənmişdir. Y.H.Məmmədaliyevin rektorluğu dövründə BDU kimyaçı kadrlarının əksəriyyəti elmi-tədqiqat yolunu seçmiş, namizədlik və doktorluq dissertasiyası müdafiə etmişlər.

Akademik Y.H.Məmmədaliyevin yüksək elmi təşkilatçılığını nəzərə alaraq, 1958-ci ildə o, ikinci dəfə Azərbaycan EA-nın prezidenti seçilmiş və ömrünün axırına qədər həmin vəzifədə çalışmışdır. 1958-ci ildə həmçinin SSRİ EA-nın müxbir üzvü seçilmişdir. O, qeyri-adi elmi təşkilatçılıq qabiliyyətinə malik idi. Hələ 1947-ci ildə prezident işlədiyi vaxt akademiya çalışanların sayını 1000 nəfərdən 5000 nəfərə çatdırmışdı. Onun təşəbbüsü ilə akademiya Şamaxı Rəsədxanası, Əlyazmalar Fondu yaradıldı. Onun rəhbərliyi ilə neft-kimya sahəsindəki tədqiqatları daha da dərinləşdirmək üçün V.V.Kuybişev adına Azərbaycan Neft Emalı Elmi-Tədqiqat İnstitutu və Azərbaycan EA Neft İnstitutu birləşdirildi və hazırda onun adını şərəflə daşıyan Azərbaycan EA Neft Kimya Prosesləri İnstitutu yaradıldı.

Akademik Y.H.Məmmədaliyevin elmi fəaliyyəti heç də müxtəlif karbohidrogenlərin alkülləşməsi və halogenləşməsi reaksiyası ilə məhdudlaşmamışdır. Onun tərəfindən, həmçinin, Bakı neftlərinin benzin fraksiyaları katalitik aromatləşdirilib, yüngül neft yağlarının katalitik yolla keyfiyyəti yaxşılaşdırılıb və piroliz məhsullarını polimerləşdirməklə plastik kütlələrin alınması sahəsində fundamental tədqiqatlar aparılıb. Polimerləşmə sahəsində apardığı tədqiqatlar xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. O, nəinki respublikamızda neft kimyasının, neft emalının və üzvi sintezin banisidir, o həmçinin polimerlər kimyasının yaradıcısıdır. Y.H.Məmmədaliyev 1934-cü ildə neft qazlarından sintetik kauçukun alınması fikrini verməklə, respublikamızda polimer kimyasını inkişaf etdirmək istəmişdir. Onun rəhbərliyi ilə bir sıra halogenli stirollar, izopren, bəzi alkilərilvinil birləşmələri sintez edilmiş və onların polimerləşməsi öyrənilmişdir. Digər tərəfdən o, 1959-cü ildə bu sahədə tədqiqatları gələcəkdə inkişaf etdirmək məqsədi ilə 30-a yaxın gənc aspirantı Moskva, Leningrad və digər elmi mərkəzlərə ixtisaslaşmaq üçün göndərmişdir. Hətta özünün rəhbərlik etdiyi "Xlor-üzvi sintez" laboratoriyasının elmi istiqamətini dəyişdirərək, onu "Plastik kütlələr" adlandırmışdır. Həmçinin polimerlərin quruluşunu öyrənmək üçün bir sıra xarici ölkələrdən lazımı avadalıq

almağa nail olmuşdur. O, Sumqayıt şəhərində EA-nın polimerlərə dair elmi-tədqiqat institutunu yaratmaq məqsədi ilə orada tikiləcək binanın əsasını qoymuşdur. Sonralar onun fikri həyata keçdi və Azərbaycan EA Polimerlər İnstitutu yaradıldı.

Böyük ensiklopedik bilik dairəsinə malik olan akademik Y.H. Məmmədliyəvin elmi yaradıcılığı təkcə kimya elminin müxtəlif sahələrini əhatə edən çərçivədə qapanıb qalmamışdır. O, Naftalan neftinin müalicəvi əhəmiyyətinə dair tədqiqatlar da aparmış, ilk dəfə olaraq müəyyən etmişdir ki, Naftalan neftinin müalicəvi xassəsi onun tərkibində olan 250-328°C intervalında qaynayan çoxhədli tsiklopentanperhidrofenantrenin törəməsi ilə əlaqədardır. Qeyd edilən birləşmə bir sıra steroidhormonlarının əsas skeletini təşkil edir. Onun tərəfindən Binəqədi bitumlarında tədqiq edilmiş və müəyyən edilmişdir, onların tərkibində azot olan bitki və heyvan mənşəli piqmentlər – porfirinlər mövcuddur. Bu isə neftin üzvi maddələrdən əmələ gəlməsi nəzəriyyəsini bir daha təsdiq edir.

Akademik Y.H.Məmmədliyəvin daha bir maraq dairəsi elmin tarixi olmuşdur. Onun 1960-cı ildə yazdığı “Azərbaycanda elmin inkişafı “ kitabı bu sahədə yazılacaq əsərlərin təməl daşı olub, ilk dəfə 22 elmin inkişaf tarixi haqqında icmaldır. O, Rusiyada respublikamızda kimya elminin tarixinə dair bir sıra məqalələr, məruzələr və oçerklər yazmışdır. Onun 1951-ci ildə öz müəllimi akademik Zelinskinin həyat fəaliyyətindən bəhs edən əsəri çox diqqətə layiqdir. Rusiyada neft-kimya elminin inkişafına dair məruzəsində Rusiya neft-kimya elminin keçdiyi inkişaf mərhələlərinin və ayrı-ayrı görkəmli kimyaçı alimlərin neft-kimya elminə verdiyi töhfələrin xronologiyasını ətraflı şərh etmişdir. Təəssüflər olsun ki, onun “Polşada neft-kimya elmi” və “Neftin əmələ gəlməsi və istifadə tarixi” məqalələri yarımçıq qalmışdır.

Akademik Y.H.Məmmədliyəvin 30 illik elmi və pedaqoji fəaliyyəti 200-dən çox sanballı elmi əsərdə nəinki keçmiş SSRİ-də, hətta, onun xaricində də yüksək qiymətləndirilmişdir. O, 36 elmlər doktoru və namizədi hazırlamışdır. Onun yetişdirdiyi aspirantlardan 3-ü Azərbaycan EA-nın həqiqi, 5-i isə müxbir üzvü seçilmişdir. O, ABŞ, Fransa, İngiltərə, Polşa, Monqolustan və digər ölkələrdə çağırılan Beynəlxalq elmi konqres və simpoziumlarda respublika kimya elmini ləyaqətlə təmsil etmişdir.

Akademik Y.H. Məmmədliyev görkəmli kimyaçı olmaqla bərabər, çoxcəhətli ictimai fəaliyyətdə olan dövlət xadimi olmuşdur. O, dəfələrlə seçkili orqanlara seçilmiş və SSRİ Ali Attestasiya Komissiyasının üzvü olmuşdur.

1961-ci ilin dekabrın 15-də mürəkkəb olmayan cərrahiyyə əməliyyatından sonra böyük amallarla yaşayan Y.H.Məmmədliyev 55 yaşında həyatla vaxtsız vidalaşmışdır.

Akademik Y.H.Məmmədliyəvin xatirəsini əbədləşdirmək məqsədilə hökumətimiz Azərbaycan EA Neft-Kimya Prosesləri İnstitutuna, Naxçıvan Dövlət Pedaqoji Universitetinə, Şamaxı rəsədxanasının yerləşdiyi elmi qəsəbəyə,

Ordubad ipək kombinatına və Bakı küçələrindən birinə onun adını vermişdir. Adını daşdığı NKPI-də və Ordubad şəhərində muzeyi açılmış, büstü qoyulmuşdur. Bakıda İstiqlal küçəsində, Azərbaycan EA Prezidumunun yanında heykəli ucaldılmışdır.

### **ABBASOV V.M.**

Vaqif Məhərrəm oğlu Abbasov – neft-kimyası və üzvi kimya sahəsində tanınmış alimdir. O, 1952-ci il oktyabrın 5-də Tərtər rayonu Cəmilli kəndində müəllim ailəsində anadan olmuşdur. 1973-cü ildə indiki Pedaqoji Universitetinin kimya fakültəsini fərqlənmə diplomu ilə bitirmişdir. 1973-cü ildə Y.H.Məmmədliyəv adına Neft Kimya Prosesləri İnstitutunun aspiranturasına daxil olmuş, 1978-ci ildə “Sintetik neft turşuları əsasında antistatik aşqarların sintezi və sınaqları” mövzusunda namizədlik, 1991-ci ildə “Olefinlər və bəzi turşular əsasında amin və xrom kompleksləri-korroziya inhibitorları və karbohidrogen mayelərə antistatik aşqarlar kimi” mövzusunda doktorluq dissertasiyası müdafiə etmişdir. 1992-ci ildə ona professor elmi adı verilmişdir.

2001-ci ildə Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının müxbir üzvü, 2014-cü ildə Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının həqiqi üzvü seçilmişdir. 2003-cü ildə isə V.S.Altunin adına Beynəlxalq Ekologiya və Təbiətdən İstifadə Akademiyasının həqiqi üzvü seçilmişdir.

1988-1992-ci illərdə ASSOKOR Beynəlxalq Assosiasiyasının Rəyasət Heyətinin üzvü olmuşdur. 2013-cü ilin aprelin 5-də Rusiya Təbiət Elmləri Akademiyasının xarici üzvü, 2013-cü ilin may ayında Türk Dünyası Tədqiqatları Beynəlxalq Elmlər Akademiyasının akademik üzvü, 2013-cü ilin noyabrın 15-də Avropa Təbiət Elmləri Akademiyasının həqiqi üzvü seçilmişdir.

Akademik V.M. Abbasov neft-kimya sintezi, üzvi sintez və korroziya sahəsində yüksək nüfuz qazanmış alimdir. Onun elmi fəaliyyətinin əsas istiqaməti nitrobirləşmələrin metal komplekslərinin, yüksəkmolekullu aminlərin, amin komplekslərinin sintezinin, alınma üsullarının və proseslərinin elmi əsaslarının işlənilib hazırlanması, çoxfunksiyalı antistatik aşqarların, inhibitorların inhibitor bakterisidlərin yaradılması və onların təsiri mexanizmlərinin tədqiqi, Azərbaycanın unikal neftlərinin müqayisəli tədqiqi və təmizlənmə texnologiyalarının işlənilib hazırlanması, reaktiv və raket yanacaqları üçün yüksək keyfiyyətli yanacaq komponentlərinin sintezi və kompozisiya tərkibli yanacaqların işlənilib hazırlanmasıdır.

Akademik V.M.Abbasova elm və texnika üçün böyük əhəmiyyəti olan nəhəng elmi problemlər irəli sürmək və onları yüksək nəzəri səviyyədə həll etmək xüsusiyyəti xarakterikdir.

V.M.Abbasov karbohidrogen mayelər, o, cümlədən, reaktiv yanacaqları



üçün antistatik aşqarlar sintezi sahəsində dərin tədqiqatlar aparmışdır. İlk dəfə olaraq o, nitrobirləşmələrin və üzvi turşuların keçid elementləri ilə qarışıq komplekslərin alınmasının mümkünlüyünü kəşf etmiş və o, bu əsasda mövcud analoqlarından yüksək effektivliyi, stabilliyi və çox funksiyalılığı ilə kəskin fərqlənən antistatik aşqar yaratmışdır. Bu aşqar Perm aviasiya mühərrikləri zavodunda, Tbilisi aviasiya zavodunda, Bakı şin zavodunda sınaqdan keçirilmiş və tətbiq edilmişdir.

V.M.Abbasov üzvi nitrobirləşmələrin metal kompleksləri əsasında antistatik aşqarların yaradılmasının elmi əsaslarını işləyib hazırlamış və bu sahədə yeni elmi istiqamət yaratmışdır.

O, 2008-2009-cu illərdə tərkibində metal saxlamayan, qeyri-ionogen oksigenli törəmələr əsasında yüksək antistatik xassəli və daha ekoloji təmiz dizel yanacaq yaratmışdır. Bu yanacaq mühərrikdə yanarkən tüstü qazlarında CO-nun miqdarının 5 dəfə az olduğu aşkar edilmişdir. Tərkibində 10%-ə qədər aşqar olan dizel yanacağının elektrik keçiriciliyi >1000 pSm/m olmuşdur ki, bu da yanacağın daha böyük sürətlə nəqlinə və doldurulmasına imkan verir.

V.M.Abbasov korroziya inhibitorlarının yaradılması və tədqiqi sahəsində dərin və geniş tədqiqatlar apararaq aşağıdakı əhəmiyyətli nəticələri əldə etmişdir:

Karbamid və aminlər əsasında yeni tip fosfat komplekslərinin sintez üsulunu yaratmış və bu komplekslər əsasında çoxfunksiyalı korroziya inhibitorlarının (VFİKS-82 və Azəri) istehsal və tətbiqini təşkil etmişdir.

Rusiya Federasiyası bu istehsal texnologiyasına lisenziya ilə almış və gücü 20 min ton olan qurğu Başqırdistanın Meleuz şəhərində işə salınmışdır. Hazırda bu inhibitorlar müxtəlif neft yataqlarında istifadə olunur.

1988-ci ildən VFİKS-82 və Azəri Rusiya Federasiyasının, Ukraynanın, Türkmənistanın neft yataqlarında, Neft Daşlarında, sənaye miqyasında istifadə olunmağa başlamışdır.

1987-ci ildə VFİKS-82 SSRİ xalq təsərrüfatı nailiyyətləri sərəgisinin gümüş medalına layiq görülüb və 1990-cı ildə SSRİ Elm və Texnika komitəsi onu xaricə satmaq üçün 1572 nömrəli lisenziya verib.

V.M.Abbasov fosfat kompleksləri əsasında yeni dəri aşılavıcı maddə yaratmışdır ki, o müvəffəqiyyətlə Rusiya Federasiyasının, Latviyanın, Qazaxıstanın, Azərbaycanın dəri və gön emal zavodlarında sənaye sınaqlarından keçirilib və tətbiq olunub. BEPIKOR adlanan bu maddə dəri sənayesində istifadə olunan 8 zəhərli kimyəvi maddəni əvəz edir, istehsal tullantılarını 6 dəfə azaldır və dəri-gön məmulatlarının istismar xassələrini yaxşılaşdırır. Bunu Türkiyənin «Səpici» və «Gunder dəri» fabrikində keçirilmiş sənaye sınaqları təsdiq edir.

V.M.Abbasov  $\alpha$ -olefinlər əsasında tərkibində 25 həcm faizi  $H_2S$  və  $CO_2$  olan mühitdə işləyə bilən, çoxfunksiyalı hidrogensulfid korroziyası inhibitoru yaratmış, sənaye sınaqlarından keçirmiş və tətbiq etmişdir. Bu iş keçmiş SSRİ üzrə vahid proqram əsasında aparılmış və olefinlər əsasında inhibitorların

yaradılması işinə rəhbərlik V.M.Abbasova tapşırılmışdır. Bu işlərin nəticəsi olaraq Kaspi-2, Araz-1 və Abşeron adlı inhibitorlar yaradılmış, onların təsir mexanizmi öyrənilmişdir.

Kanadanın Lavalin firması Qərbi Qazaxıstanın neft yataqlarında istifadə olunmaq üçün keçmiş SSRİ-dən və dünyanın aparıcı firmalarından təqdim olunmuş 21 inhibitorlardan 3-nü tətbiq üçün təklif etmişdir ki, onun ikisi Kaspi-2 və Abşerondur.

Kaspi-2 1988-90-cı illərdə Tengiz yatağında sənaye sınağından keçib və tətbiq üçün tövsiyə olunub. O, 1988-ci ildən Heydər Əliyev adına Bakı Neft Emalı Zavodunun katalitik riforminq qurğusunda ABŞ-dan alınan Yunikor inhibitorunun əvəzinə tətbiq olunur.

Araz-1 inhibitoru Neft Daşlarında sənaye sınaqlarından keçirilib və tətbiq üçün tövsiyə olunub.

V.M.Abbasov dünyada ilk dəfə olaraq üzvi nitrobirləşmələrin suda həll olan duzlarının korroziya-inhibitoru - bakterisid kimi tədqiqini aparıb, CO<sub>2</sub> ilə doymuş suda 1%-li NaCl məhlulunda poladın korroziyasının kinetikasına onların təsirini öyrənib.

V.M.Abbasov neftin ilkin emal qurğuları üçün dünyada analoqu olmayan Kaspi-X neytrallaşdırıcı-inhibitor yaradıb. 95-99% müdafiə qabiliyyətinə malik bu inhibitor öz effektivinə görə Almaniyanın Xyoxst firmasının Dodigen 481 inhibitorundan bir neçə dəfə üstündür. O, 1995-ci ildən Heydər Əliyev adına Bakı Neft Emalı Zavodunda neftin ilkin emal qurğusunda tətbiq olunur və qurğu üçün xarici valyuta ilə inhibitor alınmasına ehtiyac yoxdur. 1995-2013-cü illərdə 18530 ton Kaspi-X istehsal olunaraq istifadə edilmişdir.

V.M.Abbasovun rəhbərliyi ilə 1997-ci ildən çoxfunksiyalı parafinçökmə inhibitoru (Parkorin-1) yaradılmışdır ki, o neftçıxarma üzrə birgə Azərbaycan-Türkiyə müəssisəsinin istismar etdiyi yataqlarda (Mişovdağ) sənaye sınaqlarından keçib və 1998-ci ilin fevral ayından istifadəyə verilib.

V.M.Abbasov əməkdaşları ilə birlikdə neftin təkrar emal məhsulları əsasında yüksək səmərəliliyə malik «Xəzər» deemuqatoru yaratmış, Heydər Əliyev adına Bakı Neft Emalı Zavodunda 1998-ci ilin aprel-iyun aylarında sənaye sınaqlarını keçirmişdir. Bu deemuqator 1998-ci ilin iyulundan başlayaraq Almaniyadan alınan Proqalit deemuqatorunun əvəzinə istifadə olunur. 1998-2013-cü illərdə 2748 ton deemuqator istehsal olunmuş və tətbiq edilmişdir.

V.M.Abbasovun yaratdığı proseslərin və reagentlərin istehsalata tətbiqindən 1984-1997-ci illərdə 51398705 rubl və 496869967 manat mənfəət əldə edilmiş, 1998-2006-cı illərdə dövlət büdcəsinə 5790000000 manat (1157000 AZN) vəsait köçürülmüşdür.

2008-ci ildə professor V.M.Abbasovun rəhbərliyi ilə NKPI-34-2 köpükəmələgətiricisi yaradılmış, sənaye sınaqları keçirilmiş və Fövqəladə Hallar Nazirliyinin lisenziyası ilə istehsalına və istifadəsinə icazə verilmişdir. 2009-cu

ildə 170 ton istehsal olunaraq istehlakçılara təhvil verilmişdir. Bu köpükəmələgətirici çay, göl, dəniz sularında və yeraltı sularda davamlı köpük əmələ gətirir və yanğını müəyyən olunmuş vaxtdan daha tez.

2014-cü ildə yeni, daha səmərəli “Naftapen” köpükəmələgətirici yaradılmış, Fövqəladə Hallar Nazirliyinin poliqonunda sənaye sınağından keçmiş və tətbiq üçün tövsiyə olunmuşdur.

2008-ci ildə çoxfunksiyalı Xəzər inhibitoru yaradılmış, ARDNŞ-in Balaxanı yatağında sənaye sınağından keçirilmiş, istehsal və tətbiqinə icazə verilmişdir.

V.M.Abbasovun neftkimyası sahəsində apardığı tədqiqat işlərindən biri də dünyada analoqu olmayan müalicəvi Naftalan neftinin struktur-qrup tərkibinin öyrənilməsi və onun yeni təmizlənmə texnologiyasının yaradılması istiqamətidir.

V.M.Abbasov ilk dəfə olaraq Naftalan neftinin hidrotəmizləmə və hidrogenləşmə proseslərinin tətbiqi ilə təmizlənməsi fikrini irəli sürüb və bu sahədə yüksək nəticələr əldə edib.

Mövcud təmizləmə üsullarından fərqli olaraq, kanserogen olan çoxnüvəli aromatik karbohidrogenləri müalicəvi naften karbohidrogenlərinə çevirmək texnologiyasını işləyib hazırlamışdır. Yeni təmizləmə üsulu ilə alınan təmizlənmiş naftalanın fiziki üsullarla birgə istifadəsinin daha səmərəli olduğu sübut edilmişdir.

Onun apardığı tədqiqatlar nəticəsində «Ağ Naftalan yağı» alınmış, Azərbaycanda və Ukraynada dərman preparatı kimi qeydiyyatdan keçmişdir. Onun rəhbərliyi altında aparılan tədqiqatların nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, Azərbaycanın dərman bitkilərinin yağları və ağ naftalan yağı əsasında güclü antimikrob xassəli kompozisiyalar hazırlamaq olar.

“Ağ Naftalan yağı” və onun əsasında hazırlanmış kompozisiyalara Azərbaycan Respublikasının 3 patenti alınmışdır.

Akademik V.M.Abbasov aktiv yaradıcılıq işi aparır, 700-dən çox elmi əsərin, o cümlədən, SSRİ-nin 20 müəlliflik şəhadətnaməsinin, Rusiya Federasiyasının 4, Azərbaycan Respublikasının 24 patentinin, 9 monoqrafiyanın, ali məktəblər üçün 7 dərslinin, ümumtəhsil məktəbləri üçün 6 dərslinin və 11 əlavə dərs vəsaitinin müəllifidir.

Akademik V.M.Abbasov yüksək ixtisaslı kadrlar hazırlamaq sahəsində böyük iş aparır. Onun rəhbərliyi altında 9 doktorluq və 29 namizədlik dissertasiyası müdafiə olunub.

O, böyük elmi və təşkilatçılıq işi aparır. 1992-ci ildən 2014-cü ilin martına qədər məktəblilərin kimya olimpiadasını keçirən münisflər heyətinin sədri, 2001-ci ildən 2013-cü ilin oktyabrına qədər Tələbə Qəbulu üzrə Dövlət Komissiyası nəzdində kimyadan ekspert şurasının və seminarın sədri, 2003-cü ildən Ali Attestasiya Komissiyası nəzdində kimyadan ekspert şurasının üzvü (2009-cu ilə qədər) olmuşdur, 2003-cü ildən «Neft kimyası və neft emalı prosesləri» jurnalının baş redaktorunun müavini, «Kimya məktəbdə» elmi-metodiki jurnalın

təsisçilərindən biri və baş redaktorudur. 2013-cü ildən AMEA-nın Rəyasət Heyətinin “Elm dünyası” elmi-kütləvi jurnalının baş redaktorunun müavini.

1998-cı ildən 2014-cü ilin mart ayına qədər Təhsil Nazirliyi nəzdində Elmi-Metodiki Şuranın «Kimya və texnologiya» şöbəsinin sədri olmuşdur.

2005-ci ildə Azərbaycan Respublikasının Milli Məclisi V.M.Abbasovu ölkədə ilk dəfə yaradılan İctimai Televiziyanın Yayım Şurasına üzv seçib. Bu televiziyanın qısa zamanda və beynəlxalq qurumların tələblərinə uyğun yaradılması və işinin təşkilində V.M.Abbasovun çox böyük xidmətləri var.

O, 1997-ci ildən beynəlxalq və dünya kimya olimpiadalarına hazırlıq mərkəzi yaratmışdır. 1998-2006-cı illərdə onun rəhbərlik etdiyi Azərbaycan komandası qeyd olunan olimpiadalardan 60-dan çox qızıl, gümüş və bürünc medallar gətirmişdir. 2005-ci ildə keçirilən dünya olimpiadasında komandanın bir üzvü dünyanın mütləq birincisi olaraq dünya kubokuna sahib olmuşdur. Olimpiada qaliblərindən 20 nəfəri Moskva Dövlət Universitetinin kimya fakültəsinə imtahansız qəbul olmuş və əksəriyyəti fərqlənmə diplomu ilə bitirmişdir.

V.M.Abbasov 1987-ci ildə SSRİ Xalq Təsərrüfatı Nailiyyətləri Sərgisinin gümüş medalı, «SSRİ-nin qabaqcıl ixtiraçısı» döş nişanı, 1989-cu ildə SSRİ Neftkimya Sənayesi Nazirliyinin fəxri fərmanı ilə təltif olunub.

V.M.Abbasov 1996-cı ildə Y.H. Məmmədəliyev adına mükafatın laureatı olmuş, 2004-cü ildə Təhsil Nazirliyinin «Qabaqcıl təhsil işçisi» döş nişanı, 2005-ci ildə «Şöhrət» ordeni ilə təltif olunmuş və 2005-ci ildə «Azərbaycanın əməkdar müəllimi» fəxri adına layiq görülmüşdür.

V.M.Abbasov 2009-cu ildə martın 11-də İslam ölkələri İqtisadi Əməkdaşlıq Təşkilatının dövlət başçılarının Tehran zirvə toplantısında «Elm və texnologiya» üzrə mükafata layiq görülmüşdür.

V.M.Abbasov 2013-cü ildə Avropa Təbiət Elmləri Akademiyasının Əsas Qızıl Cəngavər ulduzuna, 2013-cü ildə Dünya elminə verdiyi töhvələrə görə Beynəlxalq SOKRAT Komitəsinin Şöhrət medalına, 2013-cü ildə Uluslararası Altın Yıldız Madalyasına (Türkiyə, Ankara) layiq görülmüşdür.

V.M.Abbasov 2014-cü ildə Atatürk Uluslararası Ödülünə (Türkiyə), 2014-cü ildə “VEKTOR” Beynəlxalq Elm Mərkəzi Mükafat Komissiyasının qərarı ilə Xudu Məmmədov adına Beynəlxalq mükafata layiq görülmüşdür.

2007-ci ilin sentyabrın 14-dən 2008-ci ilin noyabrın 8-ə qədər Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun elmi işlər üzrə direktor müavini əvəzi işləmişdir.

2011-ci ilin noyabrın 1-dən Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun direktoru işləyir.

Elmi fəaliyyəti müddətində akademik V.M.Abbasov aşağıdakı monoqrafiya, dərslik və dərs vəsaitlərini, publisistik əsərləri hazırlayıb nəşr etdirmişdir:

1. Q.Q.Vəliyev, V.M.Abbasov. Sənayedə statik elektrikləşmə və onunla mübarizə üsulları (monoqrafiya). Bakı, «Elm» nəşriyyatı, 1984, 80 s.

2. V.M.Abbasov, N.Ə.Əkbərov. Kimyadan testlər. Bakı, «Maarif» nəşriyyatı, 1993-cü il, 95 s.
3. V.M. Abbasov, N.S.Pirquliyev, X.Q.Qəmbərov. Kimya və biologiyadan testlər. Bakı, «Mütərcim» nəşriyyatı, 1996-cı il, 114 s.
4. A.H.Həsənov, V.M.Abbasov, F.F.Quliyev. Süni gönlərin kimyası və texnologiyası (İqtisad Universiteti üçün dərslik). Bakı, «Qorqud» nəşriyyatı, 1998-ci il, 370 s.
5. V.M.Abbasov, M.M.Abbasov, A.M.Tağiyeva. Kimya suallar və cavablarda (ümumtəhsil məktəbləri üçün əlavə dərs vəsaiti). Bakı, «İsmayıl» nəşriyyat poliqrafiya mərkəzi. 1998-ci il, 393 s.
6. V.M.Abbasov, Ə.V.Musayev, G.Ə.İsayeva. Naftalan nefti və onun naften karbohidrogenləri (monoqrafiya). Bakı, «Elm» nəşriyyatı, 1998-ci il, 119 s.
7. Ə.P.Həsənov, A.H.Həsənov, V.M.Abbasov. Gön ayaqqabı və xəz malları əmtəəşünaslığı (İqtisad Universiteti üçün dərslik). Bakı, 1999-cu il, 358 s.
8. V.M.Abbasov, M.M.Abbasov, C.İ.Mirzai, N.Ə.Abışov, N.Q.Şıxəliyev, A.M.Tağiyeva, Z.B.Muradova. Abituriyentlər üçün kimyadan qəbul imtahanlarına hazırlıq testləri. Bakı, «Bilik» maarifçilik cəmiyyətinin nəşriyyatı, 1999-cu il, 334s.
9. V.M.Abbasov, M.M.Abbasov, A.M.Tağiyeva, C.C.Musayev. Kimyadan olimpiada məsələləri (həlli ilə). Bakı, «Bilik» maarifçilik cəmiyyətinin nəşriyyatı, 1999-cu il, 212 s.
10. V.M.Abbasov, A.M.Məhərrəmov, M.V.Babanlı, M.M.Abbasov, Ümumi kimyanın əsasları (Universitetlərin kimya fakültələri üçün dərslik). Bakı, «Azərbaycan Milli Ensiklopediya» nəşriyyatı, 2000-ci il, 405 s.
11. V.M.Abbasov, A.M.Məhərrəmov, M.M.Abbasov, M.V.Babanlı, A.M.Tağiyeva. Qeyri-üzvi kimya (Universitetlərin kimya fakültələri üçün dərslik). Bakı, «Azərbaycan Milli Ensiklopediya» nəşriyyatı, 2001-ci il, 559 s.
- 12.V.M.Abbasov, N.Ə.Səlimova, Ə.İ.Babayev, M.M.Abbasov. Ekoloji kimyaya giriş (Universitetlər üçün dərslik). Bakı, «Maarif» nəşriyyatı, 2002- ci il, 127 s.
13. В.М.Аббасов. Химические реагенты и продукты, созданные и полученные школой М.А.Марданова (monoqrafiya). Bakı, «Bakı» nəşriyyatı, 2002-ci il, 114 s.
14. V.M.Abbasov, A.M.Məhərrəmov, M.M.Abbasov, N.Ş. Pirquliyev, A.M.Tağiyeva. Kimyadan SOROS olimpiadası məsələləri. Bakı, «Bakı nəşr» nəşriyyatı, 2002-ci il, 368 s.
15. V.M.Abbasov, M.M.Abbasov, R.Y.Əliyev, A.H.Əliyev, V.S.Əliyev, Z.İ.Qasımov. Kimya (Ümumtəhsil məktəblərinin 8-9-cu sinifləri üçün dərslik). Bakı «Təhsil» nəşriyyatı, 2002-ci il, 459s.
16. V.M.Abbasov, A.M.Məhərrəmov, M.M.Abbasov, R.Y.Əliyev, A.H.Əliyev, V.S.Əliyev, Z.İ.Qasımov. Kimya (Ümumtəhsil məktəblərinin X-XI

sinifləri üçün dərslik). Bakı, «Təhsil» nəşriyyatı, 2002-ci il, 367s

17. M.İ. Rüstəmov, V.M. Abbasov, A.M. Məhərrəmov, M.Ə. Səlimova, Z.C. Seyidov, M.M. Abbasov. Əsas üzvi və neft kimya sintezi (Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyası üçün dərslik). Bakı, «Bakı nəşr» nəşriyyatı, 2003-cü il, 256 s.

18. V.M. Abbasov, R.Ə. Əliyev, M.Ə. Səlimova, M.M. Abbasov, Ə.İ. Babayev, F.S. Əsgərov, Ş.M. Abbasov. Ekoloji kimya (Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyası üçün dərslik). Bakı, «Bakı nəşr» nəşriyyatı, 2003-cü il, 208 s.

19. V.M. Abbasov. Bioloji varlıqdan şəxsiyyətə ucalmaq yolu (müdrək kəlamlar). Bakı, «Qamma Servis» nəşriyyatı, 2003-cü il, 272 s.

20. Т.Б. Агаев, В.М. Аббасов, Б.М. Гапуров, В.И. Короткин, Ф.А. Исмаилов. Нефть и геозекологическая обстановка криолитзоны России (монография). Москва. Типография «Гамма-Ю», 2004 г, 300 с.

21. V.M. Abbasov. Liderlik fəlsəfəsi (Türk dünyasının sönməz Günəşi, ümummillə liderimiz Heydər Əleyevın unudulmaz xətirəsinə ithaf olunub). Bakı, «Təhsil» nəşriyyatı, 2004-cü il, 204 s.

22. V.M. Abbasov, M.M. Abbasov, R.Ə. Əliyev, A.H. Əliyev, V.S. Əliyev, Z.İ. Qasımov. Kimya (VIII sinif üçün dərslik). Bakı, «ASPOLİ QRAF», 2005-ci il, 160 s.

23. V.M. Abbasov, M.M. Abbasov, R.Ə. Əliyev, A.H. Əliyev, V.S. Əliyev, Z.İ. Qasımov. Kimya (IX sinif üçün dərslik). Bakı, «ASPOLİ QRAF», 2005-ci il, 192 s.

24. V.M. Abbasov, A.M. Məhərrəmov, M.M. Abbasov, V.S. Əliyev, R.Ə. Əliyev, A.H. Əliyev, Z.İ. Qasımov. Kimya (X sinif üçün dərslik) Bakı, «ASPOLİ QRAF», 2005-ci il, 128 s.

25. V.M. Abbasov, A.M. Məhərrəmov, M.M. Abbasov, V.S. Əliyev, R.Ə. Əliyev, A.H. Əliyev, Z.İ. Qasımov. Kimya (XI sinif üçün dərslik) Bakı, «ASPOLİ QRAF», 2005-ci il, 128 s.

26. V.M. Abbasov, N.Q. Əzməmmədov, R.İ. Süleymanov, S.H. Yunusov, S.Ə. Pənahzadə, A.B. Bədəlov, A.H. Batiyeva, X.İ. Əliyeva. Kimya (test tapşırıqları, VIII sinif üçün). Bakı, TDQK-«Abituriyent», 2005-ci il, 149s.

27. V.M. Abbasov, Q.Z. Həsənzadə, A.H. Batiyeva, M.M. Abbasov, N.Ə. Əkbərov, B.F. Kərimov, N.İ. Ələkbərova. Kimya (test tapşırıqları, IX sinif üçün). Bakı, TDQK-«Abituriyent», 2005-ci il, 219 s.

28. V.M. Abbasov, T.C. Güləliyev, Y.M. Şıxıyev, A.T. Hüseynova, E.İ. Məmmədov, A.H. Batiyeva. Kimya (test tapşırıqları, X sinif üçün). Bakı, TDQK-«Abituriyent», 2005-ci il, 211 s.

29. V.M. Abbasov, V.S. Əliyev, A.N. Məmmədov, H.M. Əlimərdanov, A.C. Hüseynova, T.H. Xanlarov, R.N. Xudiyeva, A.H. Batiyeva. Kimya (test tapşırıqları, XI sinif üçün). Bakı, TDQK-«Abituriyent», 2005-ci il, 197 s.

30. V.M. Abbasov, M.M. Abbasov, T.H. Xanlarov, V.S. Əliyev, T.C. Güləliyev, H.M. Əlimərdanov, N.Q. Əzməmmədov, R.M. Mustafayev, A.H. Batiyeva,

Kimya (Abituriyentlər və yuxarı sinif şagirdləri üçün vəsait). Bakı, TDQK-«Abituriyent», 2005-ci il, 618 s.

31. V.M. Abbasov. Ömür yoluma suallarla səyahət. Bakı, «GISO Enterprise», 2006, 220 s.

32. V.M. Abbasov. Korroziya. Bakı, 2007, 355 s.

33. V.M.Abbasov, M.M.Abbasov, A.M.Tağıyeva, Z.V.Abbasova, İ.S.Musa-yeva, Z.B.Muradova. Təbiət kimyasının möcüzələri. Bakı. “Elm” nəşriyyatı. 2007. 202 s.

34. V.M.Abbasov. Korroziya. Bakı. 2007. 355 s.

35. V.M.Abbasov. Nanokimyaya giriş. Bakı. “Elm”. 2007. 132 s.

36. V.M.Abbasov. Ömür ağacı. Bakı. 2007. 180 s.

37. М.И.Рустамов, В.М.Аббасов, Т.А.Мамедова, Н.Н.Пириев. Экологические проблемы земли и альтернативные источники энергии. Баку “ЭЛМ”. 2008. 717 с.

38. V.M.Abbasov. Ünsiyyətdən başlanan ucalmaq yolu. “Gariol”. Bakı. 2008. 294 s.

39. V.M.Abbasov. Müalicəvi Naftalan neftinin fiziki-kimyəvi xassələrinin və struktur-qrup tərkibinin tədqiqinə dair tarixi həqiqətlər. Bakı. “Elm” nəşriyyatı. 2009. 60 s.

40. C.C.Musayev, S.Ə.Sultanov, R.Ə.Cəfərova, V.M.Abbasov, A.M.Tağıyeva, Z.B.Qasımova. Raket mühərrikləri üçün yüksək sıxlıqlı karbohidrogenlərin sintezi və yanacaq kimi tədqiqi. Bakı “Elm” nəşriyyatı. 2009. 280 s.

41. V.M.Abbasov, D.N.Məmmədov, S.R.Rəsulov, R.Ə.Cəfərova, M.M.Abbasov. “Neft kimyası və neftin ilkin emalı”. Bakı. ADNA-nın mətbəəsi. 2010. 418 s.

42. V.M.Abbasov. Dahilərin, müdriklərin və fəhələrin həyat dərsləri. “Təhsil nəşriyyatı”. Bakı. 2010. 574 s.

43. V.M.Abbasov. “Nanokimya və nanotexnologiya” Universitetlər üçün dərslük. Bakı. “Elm” nəşriyyatı. 2010. 232 s.

44. V.M.Abbasov. “Kimya üzrə Nobel Mükafatları Laureatları” Əlavə vəsait. 2010. Bakı. “Elm” nəşriyyatı. 584 s.

45. V.M.Abbasov. Dahilərin, müdriklərin və fəhələrin həyat dərsləri (I cild). “Təhsil nəşriyyatı”. Bakı. 2010. 572 s.

46. V.M.Abbasov, A.M.Tağıyeva, Z.Ə.Həsənov, Ş.V.Salmanzadə. Kimya və həyat (dərs vəsaiti). “Kövsər” nəşriyyatı. Bakı. 2011. 234 s.

47. V.M.Abbasov, A.M.Tağıyeva Z.Ə.Həsənov Ə.B.Şərbətov, Ş.V.Salmanzadə G.Ə.Piriyeva. Məktəblinin kimyadan yaddaş kitabı (dərs vəsaiti) “Təhsil” nəşriyyatı. Bakı. 2011. 68 s.

48. V.M.Abbasov. Kimya üzrə Nobel Mükafatları Laureatları. Əlavə vəsait. 2011. Bakı. “Elm” nəşriyyatı. 583 s.

49. V.M.Abbasov. Liderlik fəlsəfəsi. (II nəşr). “Təhsil” nəşriyyatı. Bakı. 2013.190 s.

50. V.M.Abbasov. Dahilərin, müdriklərin və fəthlərin həyat dərsləri (II cild). “Təhsil nəşriyyatı”. Bakı. 2013. 613 s.

## DALİN M.A.

Mark Aleksandroviç Dalin 1906-cı il martın 25-də Bakıda anadan olmuşdur. 14 yaşında olarkən əmək fəaliyyətinə başlamışdır. 1930-cu ildə ASİ-ni bitirdikdən sonra 1934-cü ilədək Azərbaycan Elmi Tədqiqat Neft Emalı İnstitutunda (AETNEİ) işləmişdir. O, həmin illərdə akademik V.S.Qutırya ilə birlikdə etilenin sulfat turşusu iştirakı ilə hidratlaşması hesabına etil spirtinin əmələ gəlməsi prosesinin elmi əsaslarını işləyib hazırlamışdır. 1935-ci ildən Sintetik Kauçuk təcrübə zavodunda dünya təcrübəsində ilk dəfə olaraq qazayırıcı qurğuda soyutma yolu ilə piroliz qazlarından qatılaştırılmış etilenin alınma prosesini həyata keçirmişdir. II Dünya müharibəsi illərində müdafiə əhəmiyyətli məhsulların alınması işində çalışmışdır.

1938-ci ildə D.İ.Mendeleyev adına Moskva Kimya Texnologiya İnstitutunun Elmi Şurası ona dissertasiya müdafiə etmədən texnika elmləri namizədi alimlik dərəcəsi vermişdir. 1952-ci ildə isə “Benzolun olefinlərlə alkülləşməsi” mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmişdir. 1953-cü ildə ona professor adı verilmişdir. 1959-cu ildə Azərbaycan EA Kimya Bölməsinin akademik-katibi vəzifəsində işləmişdir. 1963-cü ildə Ümumittifaq Elmi Tədqiqat Olefinlər İnstitutu təşkil olunduqdan sonra, həmin instituta direktor təyin edilmişdir. Bu vəzifədə o, 1987-ci ilə qədər çalışmışdır. 1987-96-cı illərdə direktorun məsləhətçisi olmuşdur.

Akademik M.A.Dalin 1946-cı ildə bir qrup mütəxəssislə birlikdə yüksəkotanlı aviayanacaqın komponenti olan alkilbenzolların sintezi və tətbiqi prosesinə görə SSRİ Dövlət Mükafatı Laureatı adına layiq görülmüşdür. O, 1952-ci ildə ikinci dəfə bu mükafatı sənayedə geniş tətbiq olunan olefinlərin hidratlaşması sahəsindəki işlərinə görə almışdır. 1981-ci ildə isə o, öz əməkdaşları ilə birlikdə etilbenzolun geniş miqdarda yaradılmasına görə SSRİ Nazirlər Sovetinin Mükafatını almışdır.

Akademik M.A.Dalinin əsas elmi işləri neft kimyasının çox mühüm problemlərinə həsr edilmişdir. Onun rəhbərliyi və iştirak ilə bir sıra texnoloji proseslər (piroqazdan etilen və propilenin çıxarılması, etil spirtinin sintezi, etilbenzolun , kumolun alınması və s.) işlənilib hazırlanaraq sənayedə (Sumqayıt SK zavodu, Orsk və Ufa sintetik spirt zavodları, Saratov və Qroznı kimya kombinatları və s.) tətbiq olunmuş, yüksək sıxlıqlı polietilen növü alınmış, etilen-propilen kauçuku, propilen oksidi, izopropil spirti və s. alınması prosesləri



sənayedə tətbiq üçün hazırlanmışdır. Sonralar onun rəhbərliyi ilə səthi-aktiv maddələrin, yağlar üçün aşqarların, xətti və şaxəli quruluşa malik yüksəkmolekullu olefinlərin istehsalı üçün mütərəqqi texnologiya yaradılması sahəsində çox geniş miqyaslı elmi işlər aparılmış və sənayedə tətbiq edilmişdir.

Akademik M.A.Dalnin apardığı çoxsahəli elmi-tədqiqat işlərinin nəticələri 6 monoqrafiyada, 450-yə yaxın elmi əsərdə və 100 müəlliflik şəhadətnaməsində öz əksini tapmışdır. Onun rəhbərliyi ilə 6 elmlər doktoru və 26 elmlər namizədi hazırlanmışdır. Elmi kadrların hazırlanması və neft-kimya elminin inkişafında etdiyi xidmətlərə görə o, 1964-cü ildə Azərbaycan SSR Əməkdar Elm Xadimi adına layiq görülmüşdür.

Onun əməyi yüksək qiymətləndirilmiş, Lenin, 2 dəfə Qırmızı Əmək Bayrağı, “Şərəf nişanı” ordenləri və müxtəlif medallarla təltif olunmuşdur.

Akademik M.A.Dalin ictimai işlərdə də fəal iştirak etmişdir. Keçmiş SSRİ-də mövcud olan SSRİ Elmlər Akademiyası Neft Kimyası üzrə Elmi Şuranın, Azərbaycan SSR Elmi Texniki Cəmiyyətin üzvü və Azərbaycan Kimya Jurnalının redaktor müavini idi.

M.A.Dalin 1996-cı il oktyabrın 13-də Bakıda vəfat etmişdir.

## ƏLİYEV A.M.

Ağadadaş Mahmud oğlu Əliyev 1940-cı il oktyabrın 16-da Bakı şəhərində anadan olmuşdur. 1948-ci ildə Bakı şəhər 176 saylı orta məktəbin birinci sinfinə gedib, 1958-ci ildə oranı bitirmişdir. Həmin ildə Azərbaycan Sənaye İnstitutunun mexanika fakültəsinə qəbul olunmuş və 1963-cü ildə oranı bitirərək mühəndis-mexanik diplomu almışdır. 1963-cü ildə Sumqayıtın qapalı müəssisəsinə maşinist vəzifəsinə işə qəbul olmuş, orada mühəndis və mexanik vəzifələrində işləmişdir. 1964-65-ci illərdə Bakı Şin zavodunda mexanik vəzifəsində çalışmışdır. 1965-68-ci illərdə Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyasının aspiranturasında oxumuşdur. 1967-ci ildə Azərbaycan Elmlər Akademiyası (EA) Kimya Texnologiyasının Nəzəri Problemləri İnstitutunda (KTNPİ) baş mühəndis vəzifəsinə təyin edilmişdir. Orada kiçik elmi işçi (1970-71), böyük elmi işçi (1971-72), elmi katib, şöbə müdiri (1972-77, 1986-91), laboratoriya müdiri (1977-86, 1991-98) vəzifələrində işləmişdir. O, 1998-2010-cu illərdə həmin institutun elmi işlər üzrə direktor müavini, sonra Azərbaycan EA M.F.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-Üzvi Kimya İnstitutunun direktoru vəzifəsində çalışmış, hal-hazırda orada laboratoriya müdiridir.

1969-cu ildə “Kimyəvi kinetika və kataliz” ixtisası üzrə “Toluolun benzola hidrogenoliz reaksiyasının kinetika və mexanizminin öyrənilməsi” mövzusunda namizədlik, 1985-ci ildə isə texnika elmləri doktoru dərəcəsi almaq üçün “Qeyri-stasionar katalitik proseslərin modelləşdirilməsi” mövzusunda doktorluq

dissertasiyasını müdafiə etmişdir. Həmin ildə professor adına layiq görülmüşdür. 1989-cu ildə Azərbaycan EA-nın müxbir, 2001-ci ildə həqiqi üzvü seçilmişdir.

Professor A.M.Əliyevin əsas elmi fəaliyyəti kimyəvi reaksiyaların kinetika və mexanizminin tədqiqi, çoxmərhləli reaksiyalar üçün yüksək effektivliyə malik çoxfunksiyalı metalseolit katalizatorlarının sintezinin əsaslarının yaradılması, qeyri-stasionar katalik proseslərin nəzəriyyəsi və texnologiyası, kimya proseslərinin və kimya texnoloji sistemlərin modelləşdirilməsi, optimallaşdırılması və kimya texnologiyasının işlənməsi ilə əlaqəli geniş problemləri əhatə edir. O, kimyəvi kinetika və kataliz və kimya texnologiyasının proses və aparatları ixtisasları üzrə görkəmli alimdir.

Professor A.M.Əliyevin rəhbərliyi ilə bir neçə yüksək tonnajlı sənaye və yeni katalitik proseslərin riyazi modelləri işlənilib hazırlanmış və onlar əsasında optimal iş rejimləri hazırlanmış və bir sıra neft-kimyası zavodlarında və layihə institutlarında tətbiq edilmişdir.

Professor A.M.Əliyevin elmi-tədqiqat işləri 458 elmi əsərdə, o cümlədən, 18 müəlliflik şəhadətnaməsində və 33 patentdə öz əksini tapmışdır. Onun rəhbərliyi ilə 3 elmlər doktoru, 34 elmlər namizədi hazırlanmışdır. Elmdə əldə etdiyi nailiyyətlərə görə bir sıra fərman və medallarla təltif olunmuşdur.

Professor A.M.Əliyev dəfələrlə elmimizi xarici ölkələrdə (Bolqarıstan-1983, 1985; Macarıstan - 1985, 1988; ABŞ - 1997) ləyaqətlə təmsil etmişdir. O, 1980-ci ildə bir ay müddətində ABŞ-da elmi ezamiyyətdə olmuşdur.

## ƏLİYEV F.Y.

Əliyev Fuad Yusif oğlu 1972-ci ildə Azərbaycan Dövlət Universitetinin kimya fakültəsini bitirərək kimyaçı ixtisası almışdır. 1974-cü ildən Azərbaycan Elmlər Akademiyasının Aşqarlar Kimyası İnstitutunda laborant, mühəndis vəzifələrində çalışmış və 1976-cı ildə qiyabi aspiranturaya daxil olmuşdur. 1981-ci ildə Azərbaycan Elmlər Akademiyasının aspiranturasını müvəffəqiyyətlə başa vuraraq kimya elmləri namizədi elmi dərəcəsinə layiq görülmüşdür. 1981-ci ildə Azərbaycan Elmlər Akademiyası Rəyasət Heyətinin qərarı ilə Aşqarlar Kimyası İnstitutunun elmi işlər üzrə direktor müavini təyin edilmişdir.

Mərhum akademik Əli Quliyevin rəhbərliyi altında yüksək keyfiyyətli, ekoloji cəhətdən təmiz, iqtisadi cəhətdən sərfəli, texnoloji tərəfdən sadə aşqarların istehsalı sahəsində tədqiqatlar aparmışdır.

Fuad Əliyevin çalışdığı sahə yeni sintez olunmuş və analoqu olmayan kükürd üzvi birləşmələrin aşqarlar kimi müxtəlif xassələrə malik sürtgü yağlarının alınmasında istifadə olunmasıdır. Bu məqsədlə tərkibində elementar kükürd, müxtəlif hetero-atomlar və funksional qruplar saxlayan üzvi birləşmələr: qeyri-simmetrik disulfidlər, ksantogenatlar, diaminokarbonatlar sinfinə aid birləşmələr

sintez edilmişdir. Müxtəlif quruluşu malik birləşmələrin sintez olunmasında məqsəd onların quruluşunda və tərkibində olan funksional qrupların, heteroatomların yeni alınmış maddələrin xassələrinə təsirinin öyrənilməsi, bunların isə öz növbəsində sürtkü yağlarının keyfiyyətinə göstərə biləcəyi xassələrin öyrənilməsidir. Alınan nəticələr əsasında müxtəlif xassələrə və müxtəlif istiqamətlərdə istifadə olunan müxtəlif növ sürtkü yağlarının alınması elmi-tədqiqat işlərinin əsasını təşkil etmişdir. Ədəbiyyatda az istifadə edilən qeyri-simmetrik disulfidlər yeni üsulla, yəni elementar kükürdün, tiolyatların və hallogen saxlayan birləşmələrin iştirakı ilə sintez edilmiş və özündən əvvəlki üsullara nisbətən daha sadə, ekoloji cəhətdən daha təmiz, iqtisadi cəhətdən daha səmərəlidir. Bu üsulla, yəni elementar kükürddən istifadə etməklə, xlorasetefenon və ya xlorbenzoaldehidin aminlərə təsiri ilə müxtəlif quruluşu malik müxtəlif siniflərə aid 100-ə yaxın qeyri-simmetrik sulfidlər - tioamidlər, ksantogenat və ditiokarbomat turşularının törəmələri sintez edilmişdir.

Elementar kükürd və müxtəlif merkaptanlar, ksantogenat, ditiokarbomat turşuları əsasında, yeni hazırlanmış üsulla sintez olunan birləşmələr sürtgü yağlarının keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması istiqamətində hərtərəfli tədqiq olunmuşdur. Alınmış birləşmələr arasında mühərrik transmissiya və hidravlik yağlar üçün kompozisiyalar hazırlanmışdır ki, bunlar da Dövlət standartlarına uyğun olaraq sınaqdan çıxarılmış və öz keyfiyyətlərinə görə analoqlardan üstün olmuşlar. Sintez olunmuş birləşmələr əsasında hazırlanmış kompozisiyalar yağların korroziyaya, didilməyə və yeyilməyə qarşı davamlılığını Dövlət standartlarına uyğun olaraq sınaqdan çıxarılmışdır. Əsas olaraq TB-20 və M-11 yağlarından istifadə olunmuşdur.

Sintez olunmuş aşqarların daha ətraflı öyrənilməsi məqsədi ilə onların termostabiliyi və antioksidləşmə xassələri də öyrənilmişdir.

Didilmə və yeyilməyə qarşı xassələr 4 kürəli sürtünmə maşınında (DÜST 9490-75) öyrənilmişdir. Hazırlanmış sürtgü kompozisiyanın korroziyaya qarşı davamlılığı DK-NAMİ aparatında 140°C və 25 saat ərzində öyrənilmişdir (DÜST 20502-75).

Alınan nəticələr sənayedə istifadə olunan İXP - 21 aşqarı ilə müqayisə edilmiş, yeni sintez olunmuş birləşmələr əsasında hazırlanan aşqarların bir çox hallarda sənaye aşqarından üstün olduğu aydınlaşdırılmışdır.

Sürtgü yağları, ümumiyyətlə neft məhsulları uzun müddət saxlanıldıqda da müxtəlif mikroorqanizmlərin təsiri nəticəsində öz keyfiyyətlərini itirirlər və buna görə bizim üçün sintez etdiyimiz birləşmələrin antimikrob xassələrinin öyrənilməsində maraqlı idi, çünki çoxfunksiyalı xassələrə malik aşqarlar daha uzun ömürlüdür və onlara tələbat böyükdür. Sintez etdiyimiz birləşmələrin tərkibində müxtəlif funksional qruplarla, hetroatomlarla yanaşı kükürd atomunun da iştirak etməsi bu birləşmələrin bir çox dərman preparatlarının tərkibinə daxil olmasına səbəb olmuşdur. Bu baxımdan da sintez edilən maddələrin bir çoxunun antimikrob xassələri araşdırılmışdır.

İpək qurdlarının yeni növlərinin yetişdirilməsində və onlarda mövcud olan bəzi xəstəliklərin (sarılıq, çoxlost və s.) müalicə olunmasında və dezinfeksiya işlərində sulfidlər, ksantogenatlar və ditiokarbamatlardan geniş istifadə edilmiş və yüksək nəticələr əldə edilmişdir.

Həmçinin bostan, tarla və meşə bitkilərində müxtəlif xəstəliklərə və həşəratlara qarşı mübarizə üsullarında Bitki Mühafizə İnstitutunun əməkdaşları tərəfindən tətbiq edilmişlər.

Sintez olunan birləşmələrin termiki stabilliyinin öyrənilməsi də vacib məsələlərdən biridir, çünki maşın və mexanizmlər işləyərkən yüksək hərarət alınır. Bu şəraitdə aşqarların özünün necə aparacağı maraqlıdır.

Müxtəlif siniflərin hərtərəfli öyrənilməsi nəticəsində onların içərisindən bir neçəsi seçilərək yeni sürtgü yağları hazırlanmış və onların yüksək effektivliyi Ümumittifaq Elmi Tədqiqat Neftayırma, avtomobil və avtomühərrik elmi-tədqiqat institutlarının sınaq məntəqələrində öyrənilmiş və aktlarla təsdiq olunaraq istehsalat üçün tövsiyə olunmuşdur.

Əldə olunan elmi nəticələr keçmiş Ümumittifaq Konfranslarında məruzə edilmişdir (Moskva, Rıqa, Ufa, Bakı, Gəncə və s.).

Fuad Əliyevin rəhbərliyi ilə üç kimya laboratoriyaları ilə işə başlayan Elmi Mərkəzdə sonradan 1982-ci ildə «İctimai elmlər» bölməsi və onun nəzdində «Azərbaycan ədəbiyyatı», «Xalq yaradıcılığı və etnoqrafiya», «İqtisadi araşdırmalar» sektorları, 1983-cü ildə «Avtomatik idarəetmə sistemləri» şöbəsi, 1985-ci ildə isə «Xalqlar dostluğu» muzeyi yaradılmışdır, 1995-ci ildə «Təbii boyalar» və «Farmakologiya», 2003-cü ildə «Biotexnologiya və təbii sərvətlər», 2005-ci ildə isə «Davamlı inkişaf və ekoloji monitorinq» laboratoriyaları yaradılmışdır.

Bu illər ərzində Azərbaycan Elmlər Akademiyasının Gəncə Elm Mərkəzi gənc və istedadlı kadrlarla, müasir avadanlıqlarla və cihazlarla təmin edilmiş və respublikanın qabaqcıl elm ocaqlarından birinə çevrilmişdir. Elmi Mərkəzdə Respublikamızın elmi-iqtisadi inkişafında böyük əhəmiyyət kəsb edən bir neçə elmi tədqiqat işləri: kübrələrin dənəvərləşdirilməsi, kükürd qazlarından elementar kükürdün alınması, Naftalan nefti tullantılarından bioloji-aktiv maddələrin ayrılması, sənaye tullantılarından müxtəlif tikinti materiallarının alınması texnologiyaları işlənib hazırlanmış və İqtisadi İnkişaf Nazirliyinə sonrakı təyinatı üzrə işlənilməsi üçün təqdim edilmişdir.

Fuad Əliyev 1992-ci ildə doktorluq dissertasiyasını müffəqiyyətlə müdafiə edərək kimya elmləri doktoru elmi dərəcəsinə layiq görülmüşdür. O, 84 elmi əsərin, 16 elmi ixtiranın, 6 monoqrafiyaların müəllifidir.

Fuad Əliyev Milli Elmlər Akademiyasının Gəncədə dərc olunan «Xəbərlər» məcmuəsinin baş redaktorudur. Kimya elmləri doktoru Fuad Əliyev 2005-ci ildə əməkdar elm xadimi adına layiq görülmüşdür. O, 2007-ci ildə Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasına müxbir üzvü, 2014-cü ildə isə həqiqi üzvü seçilmişdir.

## ƏLİYEVƏ R.Ə.

Akademik Əliyeva Rəfiqə Əlirza qızı – analitik kimya sahəsində tanınmış alimdir. O, 1956-cı ildə kimyaçı ixtisası üzrə Azərbaycan Dövlət Universitetinin (indiki BDU) kimya fakültəsini bitirmişdir. 1960-cı ildə ADU-nun analitik kimya kafedrasında «Analitik kimya» ixtisası üzrə aspiranturaya qəbul olunmuş və analitik kimya ixtisası üzrə «Germaniumun bəzi üzvi reagentlərlə əmələ gətirdiyi birləşmələrin spektrofotometrik tədqiqi və onun fotometrik metodla təyini» mövzusunda namizədlik dissertasiyasını müdafiə etmişdir. Aspiranturanı bitirdikdən sonra baş müəllim, 1976-cı ildə isə dosent vəzifəsinə seçilmişdir. O, kimya elmləri doktoru elmi dərəcəsinə almaq üçün analitik kimya ixtisası üzrə «d-, f- Elementləri və germaniumun tərkibində N-, S-, O- olan liqandlarla müxtəlifliqanlı kompleksləri və onların analitik tətbiqi» mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmişdir. 1998-ci ildən analitik kimya ixtisası üzrə professorudur. Hazırda BDU-da «Ekoloji kimya və ətraf mühitin mühafizəsi» elmi-tədqiqat laboratoriyasının müdiri, analitik kimya kafedrasının professorudur. 2007-ci ildə AMEA-nın müxbir üzvü, 2014-cü ildə isə AMEA-nın həqiqi üzvü seçilmişdir.

Akademik R.Ə.Əliyevanın Respublikada analitik kimyaçıların yetişdirilməsində böyük xidmətləri var. Onun rəhbərliyi altında analitik kimyanın nəzəri və tətbiqi məsələlərinə həsr edilmiş 20 namizədlik və 2 doktorluq dissertasiyası müdafiə edilmişdir. Hazırda onun rəhbərliyi altında namizədlik dissertasiyası üzərində 2 doktorant elmlər doktoru proqramı üzrə, 8 doktorant fəlsəfə doktoru proqramı üzrə və dissertantlar işləyir.

Akademik R.Ə.Əliyeva 450 elmi əsərin, 25-dən çox dərs vəsaiti və dərslik, 6 Analitik kimyadan tərcümə kitabının və 20 patentin müəllifidir.

Elmi fəaliyyəti müddətində R.Ə.Əliyeva aşağıdakı dərs vəsaitlərini nəşr etdirmişdir:

1. Кислотно-основные тирование. Изд.отд. АГУ. 1986. 68 s.
2. Kiçik kimya ensiklopediyası. Bakı. 1997. 153 s.
3. Ən... ilk... ensiklopediya. Bakı.1998. I cild. 174 s.
4. Ən... ilk... ensiklopediya. Bakı.1998. II cild. 176 s.
5. Azərbaycan kimyaçıları. Bakı. 1998. 592 s.
6. Fiziki-kimyəvi analiz metodlarının nəzəri əsasları. Bakı. 2001. 266 s.
7. Optiki analiz metolarından praktikum. Bakı. 2001. 110 s.
8. Analitik kimyadan vəsait. Bakı. 2002. 76 s.
9. Ekoloji kimya. Bakı. 2003. 208 s.
10. Analitik kimyadan İngilis-Rus-Azərbaycan və Azərbaycan-Rus-İngiliscə qısa lüğət. Bakı. 2004. 168 s.
11. Ümumi ekologiya. Bakı. 2004.
12. Analitik kimyadan praktikum. Bakı. 2004. 525 s.

13. Ətraf mühit kimyasından laboratoriya praktikumu. Bakı. 2004. 117 s.
14. Ekologiya. Bakı. 2004. 432 s.
15. Kimya. Bakı. 2006. 478 s.
16. Ekologiyanın əsasları. Bakı. 2006. 536 s.
17. Analitik kimya. Bakı. 2009. 246 s.
18. Atom-absorbsiya spektroskopiyası. Bakı. 2010. 133 s.
19. Qatılma və ayrılma analiz metodları. 260 s
20. Nümunənin şəksinin götürülməsi və analizi. Bakı. 2009. 114 s
21. Instrumental analiz metodları. Bakı. 2010. 280 s.
22. Ekologiya (9-10 siniflər üçün dərslik). Bakı. 2011.
23. Elektrokimyəvi analiz metodları. Bakı. 2012
24. Neft-kimya sənayesində istifadə olunan kimyəvi analiz metodları (I hissə) Bakı. 2012. 300 s.
25. Neft-kimya sənayesində istifadə olunan kimyəvi analiz metodları (II hissə). Bakı. 2012. 318 s.
26. Elektrokimyəvi analiz metodları. Bakı. 2013. 231 s.
27. Üzvi kimya. Dərslik. Bakı. 2014

#### *TƏRCÜMƏ KİTABLARI:*

1. Алексеев В.Н. Vəsfı kimyəvi yarımmikroanaliz kursu (I hissə). 1994. 152 s.
2. Алексеев В.Н. Vəsfı kimyəvi yarımmikroanaliz kursu (II hissə). 1995. 114 s.
3. Алексеев В.Н. Vəsfı kimyəvi yarımmikroanaliz kursu. 2003. 521 s.
4. Дорохова Ю.Н., Прохорова Г.В. Analitik kimyadan suallar və çalışmaları. 2003. 267 s.
5. «Analitik kimyanın əsasları». Kitab I. Bakı. 2005. 440 s.
6. «Analitik kimyanın əsasları». Kitab II. Bakı. 2006. 574 s.

#### *ELMI REDAKTORU OLDUĞU KİTABLAR*

1. Qravimetrik analiz metodu. Bakı. 1998. 60 s.
  2. Titrimetrik analiz. Bakı. 2001. 176 s.
  3. Ekologiyanın əsasları praktikum (rus və azərbaycan dilində). Bakı. 2010. 75 s.
- Akademik R.Ə.Əliyeva 2000-ci ildə Əməkdar Elm Xadimi adına və akad. Y.Məmmədliyev adına mükafatın laureatı adına layiq görülmüşdür. Nyu-York Elmlər Akademiyasının həqiqi üzvüdür. O, 2001-ci ildə Amerika Biblioqrafiya İnstitutu tərəfindən «2001-ci ilin adamı» və «2001-ci ilin işgüzar qadını» seçilmiş, 2003/2004-cü tədris ilində göstərdiyi yüksək peşəkarlığa, elmi uğurlara və gənc nəslin hərtərəfli biliyə malik vətənpərvər ruhda yetkinləşməsindəki xidmətlərinə görə Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin «Fəxri Fərmanı» ilə təltif olunmuşdur. 2005-ci ildə Bakı Dövlət Universitetinin təsis etdiyi «İlin alimi» fəxri adına, «Ekologiya» və «Ümumi ekologiya» adlı dərs vəsaitləri isə Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin təsis etdiyi H.Əliyev adına mükafata layiq görülmüşdür. 2007-ci ildə AMEA-nın müxbir üzvü seçilmiş, 2009-cu ildə

isə “Şöhrət Ordenu” ilə təltif olunmuşdur

Akademik R.Ə.Əliyeva ABŞ, Türkiyə, Rusiya, Yaponiya, Avstraliya və digər ölkələrdə keçirilən Beynəlxalq simpozium və konfransların iştirakçısı olmuş və məruzə etmişdir.

Akademik R.Ə.Əliyeva Bakı Dövlət Universiteti nəzdində fəaliyyət göstərən D 02.011 şifrlı Dissertasiya Müdafiə Şurasının sədr müavini, Bakı Dövlət Universitetinin Elmi Şurasının üzvüdür.

Akademik R.Ə.Əliyeva keçid və nadir torpaq elementlərinin fotometrik təyini və qatılaşdırma metodikalarının öyrənilməsi sahəsində tədqiqatlar aparan, analitik kimya elminin bu sahəsini yeni biliklərlə zənginləşdirilməsində xidmətləri olan tanınmış alimdir. O, ilk dəfə olaraq analitik reaksiyaları xarakterizə edən parametrlərlə kompleks birləşmələrin quruluşu arasındakı asılılığı müəyyən etmişdir.

Spektrofotometrik metod vasitəsilə germaniumun alizarin qırmızı C, stilbazo, piroqallol qırmızı, brompiroqallol qırmızı, xinalizarin reagentləri ilə kompleks birləşmələrinin tədqiqi ilk dəfə olaraq R.Ə.Əliyeva tərəfindən aparılmışdır. O, germaniumun fotometrik təyini üçün metodika təklif etmiş və bu metodika mürəkkəb tərkibli nümunələrdə germaniumu təyin etmək üçün tətbiq edilmişdir.

Akademik R.Ə.Əliyeva piroqallol, teofilidin və asetilaseton əsasında sintez edilmiş üzvi reagentlərdən Cu(II), Ni(II), Al(III), Sn(IV), Ge(IV), Ti(IV), Zr(IV), Mo(VI), W(VI) ionlarının təyini üçün fotometrik reagent kimi tətbiq edilməsini təklif etmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, göstərilən elementlərin təyini üçün təklif olunan fotometrik metodikalar yüksək seçici və həssaslığa malikdirlər. Qeyd edilən metalların təyini üçün işlənmiş metodika həmin elementlərin təbii və süni obyektlərdə təyini üçün tətbiq edilmişdir.

Akademik R.Ə.Əliyevanın rəhbərliyi altında ilk dəfə olaraq  $\beta$ -diketonlar əsasında azobirləşmələr sintez edilmiş və fotometrik reagent kimi tətbiq edilməsi təklif edilmişdir. Onun rəhbərliyi altında sintez edilmiş üzvi reagentlərdə kvantkimyəvi hesablamalara görə elektron sıxlığı hesablanmış və alınan nəticəyə əsasən bu reagentlərin bir-birinə nəzərən nə dərəcədə analitik effekt verməsi qabaqcadan proqnozlaşdırılmışdır.

Akademik R.Ə.Əliyeva qarışıqlıqandlı kompleks birləşmələrin tədqiqi sahəsində geniş işlər aparmışdır. O ilk dəfə olaraq liqand-liqand qarşılıqlı təsirini müxtəlif fiziki-kimyəvi metodlarla öyrənməklə qarışıqlıqandlı kompleks birləşmələrin alınmasında üçüncü komponentin seçilmə prinsipi haqqında müəyyən fikirlər irəli sürmüşdür. O təcrübi faktların analizinə əsasən müəyyən etmişdir ki, qarışıqlıqandlı kompleks birləşmələrin alınmasında əgər binar sistemə əlavə edilən üçüncü komponent metala koordinasiya edərsə, onda kompleks birləşmələrin davamlılığı artır, bu isə seçiciliyin artmasına səbəb olur. Əgər üçüncü komponent liqandla qarşılıqlı təsirdə olarsa, onda çox vaxt kompleksmələgəlmə reaksiyalarının həssaslığı artmış olur. Təqdim olunan iş bu

sahədə çoxillik təcrübəyə malik, tanınmış alimlərin diqqətini cəlb etmişdir.

Akademik R.Ə.Əliyevanın rəhbərliyi altında malein anhidridi və stiolun birgə sopolimeri əsasında sintez edilmiş sorbentdən istifadə etməklə Cu, Cd, Zn, Fe, Ni, Co, U və fenol tipli birləşmələrin qatılaştırılmasının optimal şəraiti işlənib hazırlanmışdır. Bu sinif sorbentlərdən neftayırma zavodlarından alınan çirkab sularında, axıntı və lay sularında metalların qatılaştırılması üçün istifadə edilməsi təklif olunmuşdur.

Akademik R.Ə.Əliyeva 2001-ci ildən kimya fakültəsinin nəzdində yaradılan «Ekoloji kimya və ətraf mühitin mühafizəsi» elmi-tədqiqat laboratoriyasına rəhbərlik edir. Onun rəhbərliyi altında Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkətinin tabeçiliyində olan müəssisələrlə elmi-texniki təsərrüfat müqaviləli işlər yerinə yetirilir. Nəticədə Universitet böyük miqdarda mənfəət əldə edir. Təsərrüfat müqavilələrin nəticələrinə əsasən ətraf mühitin çirklənməsi qiymətləndirilmiş, zərərli və ağır metalların qatılaştırılaraq ayrılmasının yeni ucuz və iqtisadi cəhətdən əlverişli metodikaları işlənib hazırlanmışdır.

## ƏLİYEV S.M.

Sahib Müseyib oğlu Əliyev 1933-cü il martın 15-də Gədəbəy rayonunun Gədəbəy qəsəbəsində fəhlə ailəsində doğulmuşdur. 1939-cu ildə həmin rayonun orta məktəbinə daxil olmuş və 1949-cu ildə oranı gümüş medalla bitirmişdir. Həmin ildə Azərbaycan Sənaye İnstitutunun kimya-texnologiya fakültəsinə qəbul olunmuş və oranı 1953-cü ildə fərqlənmə diplomu ilə bitirmişdir. 1953-57-ci illər Azərbaycan Elmlər Akademiyasının aspirantı olmuş və 1958-ci ildə “Sintetik alümin-silikatların iştirakı ilə neftin destruksiya məhsullarının katalitik emalı yolu ilə aromatik karbohidrogenlərin alınması” mövzusunda namizədlik, 1965-ci ildə isə “Alkil, alkenil aromatik karbohidrogenlərin və onların oksid törəmələrinin heterogen katalitik sintezi və çevrilmələrinin tətbiqi” mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə edərək kimya elmləri doktoru elmi dərəcəsinə almışdır. 1971-ci ildə “Neft-kimyası və neft-kimya sənayesi” ixtisası üzrə professor adına layiq görülmüşdür. 1959-cu ildə Azərbaycan EA Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda (NKPI) kiçik və böyük elmi işçi vəzifələrində çalışmışdır.

Professor S.M.Əliyev 1970-ci ildən ömrünün axırınadək Azərbaycan EA NKPI-də “Oliqomerlərin kimyası və texnologiyası” laboratoriyasına rəhbərlik etmişdir. 1982-86-cı illər həmin institutda elmi işlər üzrə direktor müavini olmuşdur. O, 1983-cü ildə Azərbaycan EA-nın müxbir üzvü, 1989-cu ildə isə akademik seçilmişdir.

Akademik S.M.Əliyev oliqomerlərin və polimerlərin kimyası sahəsində görkəmli alim idi. Onun əsas elmi fəaliyyəti aromatik karbohidrogenlərin, oliqomerlərin, polimerlərin kimyası və texnologiyasına, karbohidrogenlərin



oligomerləşməsi, alkilləşməsi, oksidləşməsi və s. Başqa reaksiyalar üçün yüksək keyfiyyətli homogen və “heterogenləşdirilmiş” katalizatorların hazırlanmasına, sənaye polimerlərinin kimyəvi modifikasiyasına həsr edilmişdir. Onun rəhbərliyi ilə alkinaromatik sırasına daxil olan di- və polifunksional monomerlər və onların əsasında alınan çoxfunksiyalı oligomer və polimerlərin alınması proseslərinin nəzəri əsasları işlənib hazırlanmışdır. O, yuxarıda qeyd edilən problemlərin həllini özündə əks etdirən 400-dən çox elmi əsərin, o cümlədən, bir monoqrafiyanın, 110 müəlliflik şəhadətnaməsinin, ABŞ, İngiltərə, Fransa, Almaniya və b. ölkələrdən alınan 20 patentin müəllifidir.

Akademik S.M.Əliyevin elmi kadrının hazırlanmasında xidməti böyükdür. Onun rəhbərliyi ilə 2 elmlər doktoru və 37 elmlər namizədi hazırlanmışdır. O, Fransa, Polşa, Almaniya, Çexoslovakiya və digər xarici ölkələrdə çağırılmış beynəlxalq simpozium və konfransların iştirakçısı olmuş və orada məruzələrlə çıxış etmişdir. Sahib müəllim Qanlı yanvar hadisələri zamanı Bakıda baş verən vəhşiliklərə dözməyərək 1990-cı il fevralın 7-də qəflətən vəfat etmişdir.

## ƏLİYEV V.S.

Vahab Səfər oğlu Əliyev 1908-ci il iyunun 20-də Bakı quberniyasının Saray kəndində anadan olmuşdur. 1925-ci ildə fəhlə fakültəsinə daxil olmuş və oranı 1929-cu ildə bitirdikdən sonra, təyinatla ali təhsil almaq üçün Moskva şəhərinə İ.Qubkin adına Neft İnstitutuna göndərilmişdir. 1934-cü ildə ali təhsilini başa vuraraq kimyaçı texnoloq kimi “Azneftlayihə”də layihəçi-mühəndis vəzifəsində işləmişdir. 1935-ci il ASİ-nin aspiranturasına daxil olmuş və eyni zamanda Bakı Neft Texnikumunda dərs demişdir. 1936-37-ci illərdə “Azneftzavodlar” Birliyində baş mühəndis və neft kəməri kontorunda texniki şöbənin müdiri olmuşdur. 1938-46-cı illərdə V.Strua adına Bakı Krekinq zavodunda texniki şöbənin müdiri olmuş, sonralar isə böyük mühəndisi vəzifəsində çalışmışdır. 1946-50-ci illərdə “Azneftzavodlar” Birliyinin baş mühəndisi olmuşdur.

V.S.Əliyev 1950-ci ildə “Parafin və olefin karbohidrogenlərinin dehidrogenləşməsi üçün kiçik dispersli katalizatorların hazırlanması və tədqiqi” mövzusunda namizədlik dissertasiyasını müdafiə etmiş və texnika elmləri namizədlik alimlik dərəcəsini almışdır.

1951-ci ildən başlayaraq V.S.Əliyev istehsalatdan elmi-tədqiqat işinə keçmiş və həmin ildən 1959-cu ilə qədər Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Neft Emalı İnstitutunun (AETNEİ) direktoru vəzifəsində işləmişdir. 1959-62-ci illərdə AETNEİ və Azərbaycan Elmlər Akademiyası (EA) Nİ əsasında yaranan Azərbaycan Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun (NKPI) direktor müavini, 1962-87-ci illərdə direktor və 1987-93-cü illərdə direktorun məsləhətçisi vəzifəsində çalışmışdır. O, 1959-cu ildən ömrünün sonuna qədər “Neft emalının termiki və

katalitik prosesləri” laboratoriyasına rəhbərlik etmişdir.

V.S.Əliyev 1961-ci ildə “Reaksiyaya qabil karbohidrogenlərin neft kimyasında işlənməsi və tədqiqi” mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə edərək texnika elmləri doktoru dərəcəsinə almışdır. 1962-ci ildə professor adına layiq görülmüşdür. O, həmin ildə “Kimya və kimya texnologiyası” ixtisası üzrə Azərbaycan EA-nın müxbir üzvü, 1968-ci ildə isə həqiqi üzvü seçilmişdir.

1982-90-cı illərdə Azərbaycan EA Kimya Elmləri Bölməsinin akademik-katibi və Rəyasət heyətinin üzvü olmuşdur. 1948-ci ildə Bakı Krekinq zavodlarının yenidən qurulmasındakı fəaliyyətinə görə SSRİ Dövlət Mükafatına layiq görülmüşdür. 1964-cü ildə Azərbaycan SSR əməkdar elm və texnika xadimi adını almışdır.

Akademik V.S.Əliyevin respublika neft sənayesinin inkişafında əvəzedilməz rolu olmuşdur. O, sənayedə tətbiq olunan bir çox orijinal proseslərin müəllifidir. Onun rəhbərliyi ilə “qaynar” lay texnologiyasının nəzəri əsasları işlənilib hazırlanmış və katalitik krekinq dehidrogenləşməyə və alunitin yandırılmasına reduksiya proseslərinə tətbiq edilmişdir. Həmçinin onun tərəfindən qalxanvari, açıq və yarımçıq katalizator axınında krekinq, ikipilləli katalitik krekinq kimi heterogen-katalik proseslərin aparılması üçün reaktorların yeni konstruksiyalarının və texnoloji sistemlərin yaradılması reaktorların məhsuldarlığının 8-10 dəfə artırılmasına və avtomobil benzininin alınması üçün məhsuldar aqreqlərin yaradılmasına imkan vermişdir. Onun tədqiqatları içərisində C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub> olefinlərinin oksigen iştirakı ilə dien karbohidrogenlərinə dehidrogenləşməsi prosesinin nəzəri əsaslarının yaradılmasının xüsusi yeri vardır. Bu proseslər üçün reaktorun xüsusi konstruksiyaları və yeni səmərəli katalizatorlar işlənilib hazırlanmışdır. O, homogen kataliz, bir karbonlu molekulların kimyası, propilenin dimerləri, 2-naftolmetilzosianat, super plastifikatorlar, izopropil spirtinin alınması üçün turş xassəli katalizatorların hazırlanması və s. proseslərin texnologiyasını işləyib hazırlamışdır.

Akademik V.S.Əliyevin çoxcəhətli elmi-tədqiqat işləri 400-dən artıq məqalədə, o cümlədən, 5 monoqrafiyada öz əksini tapmışdır. O, 100-dən çox müəlliflik şəhadətnaməsinin, 30-dan çox patentin və 2 lisenziyanın müəllifidir.

Akademik V.Əliyev elm və istehsalatla paralel olaraq, elmi kadrların hazırlanmasına xüsusi diqqət vermişdir. Onun rəhbərliyi altında 7 elmlər doktoru və 60 elmlər namizədi yetişmişdir.

O, dəfələrlə respublika neft-kimya elmini ümumdünya konqres və simpoziumlarda təmsil etmişdir.

O, “Lenin”, “Oktyabr”, “Şərəf nişanı” və s. orden və medallar, Azərbaycan Ali Sovetinin Fəxri Fərmanları ilə təltif edilmişdir. Akademik V.S.Əliyev 1976 və 1982-ci illərdə iki dəfə Azərbaycan SSR Dövlət Mükafatı Laureatı adına layiq görülmüşdür.

V.S.Əliyev 1993-cü il avqust ayının 2-də vəfat etmişdir.

## ƏZİZOV A.H.

Akif Həmid oğlu Əzizov 1943-cü il noyabrın 2-də Ağdərə rayonu Umudlu kəndində müəllim ailəsində anadan olmuşdur.

A.H.Əzizov 1966-cı ildə Moskva Dövlət Universitetini fərqlənmə diplomu ilə bitirmiş və orada namizədlik dissertasiyasını müvəffəqiyyətlə müdafiə etmişdir. Bu dövrlər ərzində A.H.Əzizov görkəmli rus alimləri akademik V.A.Kargin, akademik V.A.Kabanov, akademik B.A.Dolqoplosk və professor Y.İ.Tinyakovanın rəhbərliyi ilə yüksək vakuumda buxar fazasından maye azotla soyudulmuş metal səthinə çökdürülmüş maqnezium metalının təsiri altında akrilonitrilin metilmetakrilatla şüşə kristal fəza-keçid temperaturlarında sopolimerləşməsi, yeni effektiv metal-üzvi katalizatorlar iştirakı ilə butadienin polimerləşməsi sahəsində müvəffəqiyyətli tədqiqatlar aparmışdır.

1992-ci ildə elmlər doktoru elmi dərəcəsi və professor elmi adını almışdır. 2001-ci ildə AMEA müxbir üzvü, 2014-cü ildə isə həqiqi üzvü seçilmişdir. A.H.Əzizovun əmək və elmi fəaliyyəti bilavasitə Azərbaycan MEA Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu ilə bağlıdır. O, AMEA NKPI-də kiçik və böyük elmi "Metalkompleks katalizatorları" laboratoriyasının müdiri vəzifəsində işləmişdir, 1988-ci ildən 2014-ci ilə qədər institut direktorunun elmi işlər üzrə müavini vəzifəsində çalışmış, 2003-cü ildən etibarən AMEA NKPI-də onun təşəbbüsü ilə yaradılmış "Neft kimya proseslərində ion mayeləri texnologiyaları" şöbəsinin rəhbəri təyin olunmuşdur. Akademik A.H.Əzizov 2014-cü ildə AMEA Polimer Materialları İnstitutuna direktor təyin olunmuşdur.

A.H.Əzizovun apardığı elmi-tədqiqat işləri, əsasən neft kimyası, o cümlədən, neft-kimya sintezi proseslərinin metalkompleks katalizatorlar və metal-üzvi birləşmələrin iştirakı ilə katalizinə aiddir. Aparılan elmi axtarışlar əsasında donor-akseptor və xelat əmələgətirən müxtəlif liqandların rolu, metal-üzvi katalitik sistemlərin təsiri ilə gedən oliqomerləşmə və polimerləşmə reaksiyalarında regio- və fəza seçiciliyi, onların elementar mərhələlərinin kinetik parametrləri, katalitik mərkəzlərin təbiəti, yaranma və məhv olma mexanizmləri tədqiq edilmişdir.

Onun rəhbərliyi altında aparılan elmi tədqiqatların nəticəsində bir sıra yeni nəzəri və praktiki elmi istiqamətlər yaradılmışdır. O, oliqomerləşmə və polimerləşmə proseslərində ilk dəfə metallinium-ion mexanizmləri adlanan yeni konsepsiya irəli sürmüş və onu təcrübi yolla əsaslandırılmışdır. İlk dəfə olaraq, zəif metal liqand əlaqələrinin oliqomerləşmə və polimerləşmə məhsullarının molekulyar kütləsinə və quruluşuna təsirini, alınan məhsulların fəza quruluşlarının və molekulyar kütlələrinin əlaqəli dəyişmə qanunauyğunluqlarını aşkar etmiş və öyrənmişdir. A.H.Əzizovun apardığı tədqiqatlar əsasında aralıq metal-üzvi katalitik mərkəzlərdə zəif metal-liqand rabitələrinin, bəzi metal-üzvi sistemlərdə gedən, əvəllər məlum olmayan oksidləşdirici-reduksiyaedici polikompleksləşmə,

metallotrop izomerləşmə, oliqoalkilləşmə, ali  $\alpha$ -olefinin qeyri-adi tsiklləşməsi reaksiyalarının, oliqomerləşmə və polimerləşmə reaksiyalarında yeni bifunksional katalizatorların rolu aşkar edilmişdir. Keçən əsrin 80-ci illərinin ortalarında A.H.Əzizovun çoxsaylı təcrübi nəticələrə əsaslanaraq metal-üzvi katalizdə zəif metal liqand rabitələrinin rolu haqda irəli sürdüyü mühüm fikirlər 90-cı illərin sonunda dünya praktikasında oliqomerləşmə və polimerləşmə prosesləri üçün yeni tip yüksək səmərəliliyə malik katalizatorların yaradılmasının təməlini qoymuşdur. Hal-hazırda bu sahə həm nəzəri, həm təcrübi istiqamətdə böyük sürətlə inkişaf etməkdədir.

A.H.Əzizov keçmiş SSRİ-də polimer daşıyıcılar üzərində heterogenləşmiş metal-kompleks katalizatorları sahəsinin ilk tədqiqatçılarından biri olmuşdur. Onun apardığı fundamental tədqiqatlar olefinlərin və dienlərin dimerləşməsi, oliqomerləşməsi, polimerləşməsi, digər karbohidrogenlərin oksidləşməsi və s. proseslər üçün yüksək səmərəliliyə malik yeni tip katalizatorların yaradılması ilə nəticələnmişdir. Karbohidrogenlərlə yanaşı onların oksigenli törəmələrinin və suyun heterogen və homogen katalizatorların iştirakı ilə çevrilmələrində oksidləşdirici-reduksiyaedici və turşu-əsas mexanizmlərin metal-üzvi mexanizmlərlə qoşalaşması hallarının mövcudluğunun kinetik, spektrokinetik və fenomenal dəlilləri aşkar olunmuşdur. Nəticədə aşağımolekullu karbohidrogenlərin, metanolun yumşaq şəraitdə aktivləşdirilməsi və suyun termokatalitik parçalanması üçün yeni katalizatorlar və üsullar işlənib hazırlanmışdır.

Müxtəlif vaxtlarda A.H.Əzizovun rəhbərliyi altında işlənib hazırlanmış yeni tipli bifunksional kobalt və nikel tərkibli katalizatorlar Türkiyənin "Petkim" firmasında, Rusiya Federasiyasının Yefremov "Sintetik kauçuk" zavodunda tətbiq olunmuş, sirkonium tərkibli metal kompleks katalitik sistem keçmiş "Plastpolimer" Elmi-tədqiqat Birliyində və Səudiyyə Ərəbistanının "Sabic" firmasında təcrübə-sənaye miqyasında etilenin selektiv oliqomerləşməsi prosesində müvəffəqiyyətlə sınaqdan keçmişdir. Titan və sirkoniumtipli katalizatorlar əsasında etilenin yumşaq şəraitdə yüksək seçiciliklə oliqomerləşməsi ilə dar alfa-olefin fraksiyalarının və ya oliqoalkilaromatik diqoalkilnaften sintetik yağların birmərhələli alınma texnologiyaları işlənib hazırlanmışdır.

A.H.Əzizovun rəhbərliyi ilə son zamanlar bir sıra ekoloji problemlərin həllinə yönəldilmiş ion mayeləri texnologiyalarının yaradılması istiqamətində məhsuldar işlər aparılır. Son üç il ərzində neft fraksiyalarının aromatik karbohidrogenlərdən yumşaq şəraitlərdə təmizlənməsi üçün yeni termotrop ion-maye tərkibli ekstragentlər, etilenin (so) oliqomerləşməsi və (so) polimerləşməsi üçün azmərhələli üsul ilə sintez olunmuş "çalanmış" ion maye liqandlı effektiv katalitik sistemlər, ion maye tipli selektiv modifikatorlar, dienlərin və olefinlərin müxtəlif çevrilmələri üçün ion maye sistemləri işlənib hazırlanmışdır.

Polimerləşmə proseslərini “canlı” radikal mexnizmi ilə aparmağa imkan verən yeni nitroksil tipli bifunksional inisiatorlar, bir sıra üzvi birləşmələrin sintezi üçün üçün effektiv ionitlər hazırlanmışdır.

A.H.Əzizov Azərbaycan MEA Polimer Materialları İnstitutunun direktoru kimi institutda aparılan elmi-tədqiqat, təcrübə-istehsal xarakterli mövzuların, elmi-texniki sənədlərin hazırlanması işlərinin rəhbərlərindən biridir, respublika əhəmiyyətli bir sıra elmi-texniki proqramların tərtibatçısı, bir çox elmi istiqamətlərin təşəbbüsçüsüdür. O, dəfələrlə AMEA-nın Rəyasət Heyətində və kimya bölməsinin iclaslarında Azərbaycanda yeni elmi istiqamətlərin yaradılması haqqında təşəbbüskar çıxışlar etmişdir. A.H.Əzizov eyni zamanda Azərbaycan yeni monomerlər, oliqomerlər, polimerlər, mütərəqqi tələbatlara cavab verən neft məhsulları, Azərbaycanda neft emalı və neft-kimyası sənayesinin davamlı inkişafını təmin edə bilən kompleks emal sxemlərinin yaradılması istiqamətlərində aparılan fundamental və tətbiqi elmi-tədqiqat işlərinin əsas əlaqələndiricisi, rəhbərlərindən biridir. O, metəmədi olaraq keçirilən Neft Kimya Konfranslarında təşkilatı komitənin üzvü və ya sədrin müavini olmuşdur. Onun İslam İnkişaf Bankının mükafatının NKPI-u tərəfindən alınmasında, Azərbaycan və Ukrayna birgə iqtisadi İnkişaf proqramı çərçivəsində etilüçlübutil efinin bioetanola əsaslanmış yeni istehsal texnologiyasının yaradılması və 2006-cı ildə Sumqayıt şəhərində sənaye miqyasında tətbiq olunmasında böyük rolu olmuşdur.

Apardığı məhsuldar elmi-tədqiqat işlərinin nəticələri, əsasən xarici ölkələrdə nəşr olunmuş 450-dən çox elmi əsərdə, o cümlədən 4 monoqrafiya, 80-dən çox müəlliflik şəhadətnaməsi və patentdə öz əksini tapmışdır. Son 5 il ərzində onun rəhbərliyi ilə aparılmış 15-dən çox elmi işin nəticələri AMEA-nın ən mühüm nailiyyətləri sırasına daxil edilmişdir. Onun tərəfindən özündə 4000-dən çox kitab, jurnal və sair ədəbiyyat mənbəyi saxlayan elektron kitabxanası yaradılmışdır. Onların əsasında 100-dən çox tematik topla tərtib olunmuş və institut əməkdaşlarının istifadəsinə verilmişdir.

Onun rəhbərliyi altında 2 doktorluq işi müdafiə olunub, 1 iş isə müdafiəyə hazırlanıb və 9 namizədlik dissertasiyaları müdafiə edilmişdir. Hal-hazırda onun rəhbərliyi ilə 2 doktorant, 2 aspirant və 2 dissertant öz elmi axtarışlarını davam etdirir. Onun rəhbərliyi ilə üç gənc alimin elmi işləri Dünya Alimləri Federasiyasının (İsveçrə) təqaüdünə layiq görülmüşdür. O, 2005-2009-cu illər ərzində ABŞ Mülkü Tədqiqatlar İnkişaf Fondu və Azərbaycan Milli Elm Fondunun verdiyi Grant layihə işlərinin rəhbəri olmuşdur.

A.H.Əzizov dəfələrlə Beynəlxalq forumlarda Azərbaycan Kimya elmini ləyaqətlə təmsil etmiş, bir sıra simpozium və konfranslarda təşkilat komitəsinin üzvü və ya rəhbərlərindən biri olmuşdur. O, Nyu-York Elmlər Akademiyasının və Amerika Kimya cəmiyyətinin üzvü seçilmişdir, onun adı ABŞ-da nəşr olunan “Elm və texnikada kim kimdir” sorğu kitabına və İngiltərədə nəşr olunan Beynəlxalq bioqrafik lüğətə daxil edilmişdir. O, müstəqil Azərbaycanın neft –

kimya elminə xarici investisiyalar gətirən ilk alimlərdən biridir. Respublikanın hüdudlarından kənarında nəşr olunmuş bir çox monoqrafiyalarda, jurnallarda və elmi məqalələrdə onun elmi əsərlərinə çoxsaylı istinadlar verilmişdir.

Onun uzun illərdir ki, yüksək ixtisaslı gənc alimlərin yetişdirilməsi, onların namizədlik və doktorluq dissertasiyalarının əsas müdafiəyə hazırlanmasında böyük xidmətləri var. O, Azərbaycan MEA “Neft-kimyası” və “Kinetika və kataliz” üzrə Problem Şuralarının, Dövlət Neft Şirkəti yanında neft emalı üzrə əvvəllər mövcud olmuş “Elmi texniki Şuranın”, AMEA akademik Y.H.Məmmədaliyev adına Neft Kimya Prosesləri İnstitutunun nəzdində elmlər doktoru dərəcəsi verən İxtisaslaşdırılmış Şuranın, “Azərbaycan Kimya Jurnalı”, “Neft-kimyası və neft emalı”, “Kimya Problemləri”, “Elm dünyası” jurnallarının redaksiya heyətlərinin üzvüdür. O, SSRİ EA-nın I dərəcəli diplomu, AR Standartlaşdırma, Metrologiya və Patent üzrə Dövlət Komitəsinin Birinci dərəcəli Diplomu, “Əmək şücaəti” ordeni, Soros Fondunun Fərdi Qrantı və AMEA Fəxri Fərmanı ilə təltif olunmuş, 2009-cu ildə Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Sərəncamı ilə Əməkdar Elm Xadimi adına layiq görülmüşdür.

### **FƏRZƏLİYEV V.M.**

Vaqif Məcid oğlu Fərzəliyev 1963-cü ildə Bakı Dövlət Universitetini fərqlənmə diplomu ilə (Lenin təqaüdçüsü olub) bitirdikdən sonra təyinatla Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Y.H.Məmmədaliyev adına Neft-kimya Prosesləri İnstitutuna mühəndis vəzifəsinə qəbul olunmuşdur. O, 1963-cü ildə Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun aspiranturasına daxil olmuş, 1968-ci ildə «Neft kimyası» ixtisası üzrə kimya elmləri namizədi elmi dərəcəsinə və 1974-cü ildə baş elmi işçi adını almışdır.

V.M.Fərzəliyev aspiranturasını bitirdikdən sonra Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Aşqarlar Kimyası İnstitutunda kiçik elmi işçi, laboratoriya müdirinin müavini, laboratoriya müdiri, direktorun elmi işlər üzrə müavini vəzifələrində işləmişdir. O, 1988-ci ildən Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Aşqarlar Kimyası İnstitutunun direktoru vəzifəsində çalışır. V.M.Fərzəliyev 27 aprel 2007-ci ildən AMEA Kimya elmləri bölməsinin akademik-katibi, 2008-ci ildən 2013-cü ilə kimi AMEA-nın akademik-katibi vəzifəsində çalışmışdır.

1986-cı ildə o, «Neft kimyası» ixtisası üzrə kimya elmləri doktoru dərəcəsinə və 1987-ci ildə həmin ixtisas üzrə professor elmi adını almış, 2001-ci ildə «Neft kimyası» ixtisası üzrə AMEA-nın müxbir üzvü, 2007-ci ildə isə AMEA-nın həqiqi üzvü seçilmişdir.

V.M.Fərzəliyev neft kimyası və üzvi kimya sahəsində tanınmış alimdir. Onun elmi fəaliyyətinin əsas istiqamətini sürtkü yağlarına, yanacaqlara və yağlayıcı-soyuducu mayelərə yüksək təsirli aşqarların və onların əsasında yüksək

keyfiyyətli yağ, yanacaq və yağlayıcı-soyuducu maye kompozisiyalarının yaradılmasının elmi əsaslarının işlənilib hazırlanması təşkil edir. O, yeni aşqarların sintezi, onların funksional təsir mexanizminin və həmçinin tərkib və quruluşlarının effektivliyə təsirinin öyrənilməsi sahəsində sistemativ fundamental tədqiqatlar aparır.

V.M.Fərzəliyev ilk dəfə olaraq fenol, naftol və aromatik aminlərin kükürlü törəmələrinin oksidləşmə inhibitorları kimi təsir mexanizmini öyrənmiş, həmin inhibitorlar tərəfindən karbohidrogenlərin oksidləşmə prosesinin qarşısının alınmasının elementar reaksiyalarının kinetik qanunauyğunluqları və miqdarı xarakteristikalarını müəyyən etmişdir. Fundamental tədqiqatların nəticələrinə əsasən sürtkü yağları və yanacaqların oksidləşməsinin qarşısını alan yüksək və kombinə təsirə malik yeni aşqarlar sintez edilmiş, bu antioksidantların yüksək təsirli sinergetik kompozisiyaları işlənilib hazırlanmışdır. Bu tədqiqatların bir hissəsi Rusiya Elmlər Akademiyasının Kimyəvi Fizika İnstitutu ilə birgə, bir hissəsi isə V.M.Fərzəliyev tərəfindən 1979-1980-ci illərdə İngiltərənin Böminham şəhərində yerləşən Aston universitetində yerinə yetirilmişdir.

V.M.Fərzəliyevin elmi-tədqiqatlarının müəyyən hissəsi yeyilməyə və siyirməyə qarşı kükürdsaxlayan aşqarların sintezi və tədqiqinə həsr edilmişdir. Onun tərəfindən ilk dəfə olaraq tiiran birləşmələrinin yeyilməyə və siyirməyə qarşı yüksək təsirli aşqar ola bilməsi elmi cəhətdən əsaslandırılmış və müəyyən edilmiş, onların funksional təsir mexanizmi öyrənilmişdir ki, bu da ona öz funksional təsir effektlərinə görə uyğun təyinatlı aşqarlardan üstün olan tiiran tipli bir sıra yeyilməyə və siyirməyə qarşı aşqarları işləyib hazırlamağa imkan vermişdir.

V.M.Fərzəliyev sürtkü yağlarına özlülük, dispersiyaedici və çoxfunksiyalı polimer aşqarların sintezi, tədqiqi, alınma texnologiyasının işlənilib hazırlanması, tətbiqi sahəsində geniş elmi-tədqiqat işləri aparmışdır. İzobutilenin stirol və alkilstirollarla birgə polimerləşmə reaksiyasının tədqiqi nəticəsində termiki və mexaniki destruksiyaya qarşı yüksək davamlığa malik yeni özlülük aşqarları sintez etmişdir. Onun dispersiyaedici və çoxfunksiyalı polimer aşqarların işlənilib hazırlanması sahəsindəki tədqiqatları daha mühüm əhəmiyyət kəsb edir. O, ilk dəfə olaraq sürtkü yağlarının eyni zamanda özlülük-temperatur, yuyucu-dispersedici, korroziyaya, oksidləşməyə və yeyilməyə qarşı xassələrini yaxşılaşdıran çoxfunksiyalı orjinal polimer aşqarları işləyib hazırlamış, onların sintez reaksiyalarının qanunauyğunluqlarını öyrənmiş və istehsal texnologiyasını yaratmışdır.

V.M.Fərzəliyevin xüsusi texnikada istifadə olunan sintetik yağlara aşqarların və sintetik yağ kompozisiyalarının işlənilib hazırlanması, müxtəlif mühafizəedici aşqarların yaradılması sahəsindəki işləri də diqqətəlayiqdir.

V.M.Fərzəliyevin elmi işləri fundamental xarakterli və eyni zamanda praktiki istiqamətli işlərdir. O, öz fundamental tədqiqatlarının nəticələrini

müxtəlif funksional təsirli yüksək effektiv aşqarların məqsədyönlü sintezi və onların əsasında sürtkü kompozisiyalarının işlənilib hazırlanmasında istifadə etmişdir. Keçmiş SSRİ Dövlət Standartının nəzdində olan yanacaq, yağ, sürtkü və xüsusi mayelərin sınağı üzrə Dövlət Komissiyası tərəfindən V.M.Fərzəliyevin işləyib hazırladığı ИХП-388 çoxfunksiyalı polimer aşqarı və onun əsasında yaradılmış bir sıra motor yağlarının istehsalı və tətbiqinə buraxılış verilmişdir.

V.M.Fərzəliyevin yaratdığı dispersedici suksinimid tipli polimer aşqarı Novopolotsk Neft Emalı Zavodunda, yeyilməyə və siyilməyə qarşı aşqar isə Yaroslavl Neft Emalı Zavodunda tətbiq edilmişdir.

Azərbaycan suverenlik əldə etdikdən sonra V.M. Fərzəliyevin bilavasitə rəhbərliyi altında Bakı baza yağları və müvafiq aşqar paketləri əsasında əvvəllər Rusiya Federasiyasından gətirilən M-16ИХП-3, M-10B<sub>2</sub>, M-12B<sub>2</sub>, M-14B<sub>2</sub>, M-8B, M-10Г<sub>2</sub> və M-14ГБ motor yağları, bir sıra transmissiya və sənaye yağları yaradılmış, respublikamızda təcrübi-sənaye və sənaye miqyasında istehsalı təşkil edilmişdir.

V.M.Fərzəliyev bir sıra Beynəlxalq və Respublika qrantlarının qalibi olmuşdur.

V.M.Fərzəliyevin apardığı çoxşaxəli elmi-tədqiqat işlərinin nəticələri 583 elmi əsərdə, o cümlədən 106 müəlliflik şəhadətnaməsi və patentdə, 2 monoqrafiyada öz əksini tapmışdır. Onun əsərlərinin çox hissəsi xaricdə çap olunmuşdur. Tanınmış beynəlxalq jurnallarda onun əsərlərinə istinad olunur.

V.M.Fərzəliyev apardığı elmi-tədqiqat işlərinin nəticələrini 80 Beynəlxalq və Ümumittifaq konfrans, simpozium və konqreslərdə məruzə etmişdir.

Rus, ingilis və türk dillərini sərbəst bilən V.Fərzəliyev elmimizi Almaniya (1968, 1991), Macarıstan (1969), Rumıniya (1971), İraq (1973-1974), İngiltərə (1977-1978), Fransa (1979), Hindistan (1979-1980), ABŞ (1994; 1996), Yaponiya (2005), Polşa (2005), Çexiya (2006), Sloveniya (2008), dəfələrlə Bolqarıstan, Türkiyə, İran və MDB ölkələrində yüksək səviyyədə təmsil etmişdir.

V.M.Fərzəliyev məhsuldar elmi fəaliyyəti ilə yanaşı böyük elmi-təşkilatçılıq və elmi-pedaqoji fəaliyyət də göstərir.

O, 1966-1970-ci illərdə Azərbaycan Respublikasının Gənc Alimlər Şurasının sədri olmuşdur.

V.M.Fərzəliyev SSRİ Elmlər Akademiyasının məsləhətçisi kimi İraq Neft İnstitutunda (1973-1974) və UNESCO-nun məsləhətçisi kimi Hindistan Neft İnstitutunda (1979-1980) aşqarların sintezi, tədqiqi və sürtkü kompozisiyalarının yaradılması elmi istiqamətlərini inkişaf etdirmişdir.

V.M.Fərzəliyev Aşqarlar Kimyası İnstitutunun direktoru vəzifəsində özünü elmin bacarıqlı təşkilatçısı kimi göstərmişdir. Onun əsas fəaliyyəti elmi-texniki tərəqqinin sürətlənməsinə - aşqarlar kimyasının və sürtkü materiallarının yaradılmasının inkişafına yönəlmişdir.

V.M.Fərzəliyevin rəhbərlik etdiyi institut elmi yeniliklərin və yeni



texnologiyaların inkişafı sahəsində əldə etdiyi nailiyyətlərə görə «Biznesin Təşəbbüs İstiqamətləri» Beynəlxalq Təşkilatı tərəfindən 2001-2003-cü illər ərzində ardıcıl olaraq «Qızıl kateqoriya», «Platin kateqoriya» və «Brilyant kateqoriya» beynəlxalq prizləri ilə təltif edilib.

V.M.Fərzəliyev Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının «Neft emalı və neft kimyası» koordinasiya şurasının, AMEA akademik Y.Məmmədəliyev adına Neft-kimya Prosesləri İnstitutu nəzdində dissertasiya şurasının, «Azərbaycan Kimya Jurnalı», «Neft emalı və neft kimyası» və «Kimya Problemləri» jurnallarının redaksiya heyətinin üzvü, «Elm dünyası» və «AMEA-nın Xəbərlər məcmuəsi» jurnallarının baş redaktorunun müavini.

O, Bakı Dövlət Universitetinin professorudur və uzun müddətdir ki, kimya fakültəsində «Neft kimyası» ixtisas kursu üzrə mühazirə oxuyur, dərslərlə Dövlət imtahan komissiyasının sədri olub.

V.M.Fərzəliyev 4 elmlər doktoru, 18 elmlər namizədi yetişdirmişdir və hazırda 2 fəlsəfə doktoru hazırlığı üzrə doktorantın elmi rəhbəri, 4 elmlər doktoru hazırlığı üzrə doktorant və 1 dissertantın elmi məsləhətçisidir.

V.M.Fərzəliyev elm və texnikanın inkişafındakı nailiyyətlərinə və elmi nəticələrin xalq təsərrüfatına tətbiqinə görə 1970-ci ildə «V.İ. Leninin 100-illik yubileyi», 1986-cı ildə «Əmək şərəfinə görə» və 1987-ci ildə «Əmək veteranı» medalları, 2005-ci ildə «Şöhrət» ordeni, 2009-cu ildə «Əməkdar Elm Xadimi» fəxri adı, dərslərlə Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının «Fəxri Fərman»ı ilə təltif edilmişdir.

V.M.Fərzəliyev həmçinin Rusiya Elmlər Akademiyasının təsis etdiyi «Akademik N.M. Emanuelin xatirəsi» medalı və diplomla, Avropa Birliyinin elm-sənaye palatasının «Qızıl» medalı və diplomla, Türkiyənin Fırat Universitetinin və Hindistan Texnoloji İnstitutunun xatirə medalları ilə təltif olunmuşdur.

AMEA-nın həqiqi üzvü, kimya üzrə elmlər doktoru, professor Vaqif Məcid oğlu Fərzəliyevin neft kimyası və üzvi kimya sahəsində görkəmli alim olmasını, sürtkü yağlarına, yanacaqlara və yağlayıcı-soyuducu mayelərə yüksək təsirli aşqarların sintezi, tədqiqi, təsir mexanizminin öyrənilməsi, alınma texnologiyasının işlənilib hazırlanması, tətbiqi və onların əsasında yüksək keyfiyyətli sürtkü, yanacaq və yağlayıcı-soyuducu maye kompozisiyalarının yaradılması və tətbiqi sahəsindəki mühüm elmi nailiyyətlərini, neft-kimya elmini əhəmiyyətli əsərləri ilə zənginləşdirdiyini, yüksək ixtisaslı kadrların hazırlanmasında xidmətlərini davam etdirir.

Akademik Vaqif Məcid oğlu Fərzəliyev indi də məhsuldar işləməkdədir və AMEA-nın Aşqarlar Kimyası İnstitutunun direktoru vəzifələrində uğurla çalışır. O, elmin müasir problemlərini həll etməklə, müstəqil Azərbaycanın maraqlarını nəzərə almaqla elmi-tədqiqat işlərini perspektivli istiqamətlərdə davam etdirir.

## İSMAYILOV R.H.

Rüstəm Hacı Əli oğlu İsmayılov 1909-cu il iyulun 1-də Bakıda fəhlə ailəsində anadan olmuşdur. 1920-26-cı illərdə Zaqafqaziya hərbi hazırlıq məktəbində oxumuşdur. Həmin il Azərbaycan Sənaye İnstitutunun neft texnologiyası fakültəsinə qəbul olmuş və eyni zamanda Budyonni adına “Neft-qaz” zavodunda növbətçi rəis və qurğu briqadiri işləmişdir. İnstitutu bitirdikdən sonra, 1933-38-ci illərdə həmin zavodda sex rəisi və direktor vəzifələrində işləmişdir. 1940-42-ci illərdə “Azərneft-kombinatının” neft emalı şöbəsinin rəis müavini və “Azqaz” trestinin müdiri olmuşdur. 1942-61-ci illərdə “Azərneftzavodları” trestinin müdiri və sonralar həmin trest əsasında yaranan birliyin rəis müavini, baş mühəndis və rəis vəzifələrində işləmişdir. 1946-cı ildə zavod təmizləmələrinin müxtəlif metodlarının piroliz məhsullarının məqsəduyğun hasilatına və onun keyfiyyətinə təsiri probleminə həsr edilmiş namizədlik dissertasiyasını müdafiə etmiş və texnika elmləri namizədi dərəcəsinə almışdır. 1946-54-cü illərdə Bakı Krekinq zavodunun tədqiqat laboratoriyasında piroliz və onun məhsullarının emalı sahəsində elmi tədqiqat işlərinin rəhbəri olmuşdur. 1960-cı ildən 1972-ci ilədək Azərbaycan Elmlər Akademiyası (EA) Neft Kimya Prosesləri İnstitutunda “Plastik kütlələrin kimyası və texnologiyası” laboratoriyasına rəhbərlik etmişdir.

R.H.İsmayılov 1958-cı ildə professor adına layiq görülmüş və bir ildən sonra texnika elmləri doktoru alimlik dərəcəsi almaq üçün dissertasiya müdafiə etmişdir. 1959-cu ildə Azərbaycan EA-nın müxbir üzvü, 1962-ci ildə isə həqiqi üzvü seçilmişdir. Akademik R.H.İsmayılov 1967-70-ci illərdə Azərbaycan EA prezidenti olmuşdur.

Akademik R.H.İsmayılov görkəmli elm təşkilatçısı olmaqla yanaşı, həm də böyük ictimai Dövlət xadimi idi. O, 1950-54-cü illərdə Bakı Şəhər Soveti İcra Komitəsinin sədri, 1961-65-ci illərdə Xalq Təsərrüfatı Şurasının sədrinin müavini və 1965-67-ci illərdə Azərbaycan SSR Neft-emalı və neft-kimya sənayesi naziri olmuşdur.

Akademik R.H.İsmayılovun əsas elmi işləri neft kimyasına və neft emalı texnologiyasına aiddir. O, bir qrup başqa mütəxəssislə birlikdə SK sənayesi üçün mühüm monomer olan divinilin butandan alınması kimi orijinal və çoxsəmərali bir proses işləyib hazırlanmış, yüngül piroliz yağının tərkibindəki doymamış karbohidrogenlər qarışığını polimerləşdirmək yolu ilə sintetik qatran almağın yeni üsulunu təklif edənlərdən biri olmuşdur. Respublikanın neftayırma sənayesində termiki krekinq texnologiyasının əsaslı sürətdə təkmilləşdirilməsində onun xidməti böyükdür.

Akademik R.H.İsmayılovun müxtəlif aromatik karbohidrogen birləşmələrinin alkilləşdirilməsi, hidrogensizləşdirilməsi, oliqomerləşdirilməsi və polimerləşdirilməsi sahəsindəki tədqiqatlarının böyük nəzəri əhəmiyyəti vardır.

Onun xlor üzvü birləşmələrin sintezi üzrə bəzi məhsulların texnologiyasının təkmilləşdirilməsi sahəsində böyük xidməti olmuşdur. Onun rəhbərliyi altında sulfanol və karbon 4-xlorid kimi mühüm məhsulların istehsalı sənaye və təcrübə-sənaye mərhələsinə çatdırılmışdır.

Akademik R.H.İsmayılov geniş elmi tədqiqat fəaliyyəti ilə yanaşı böyük elmi təşkilati və pedoqoji iş də aparmışdır. 1950-58-ci illərdə Azərbaycan Sənaye İnstitutu "Kimya, neft və qaz texnologiyası" kafedrasının dosenti, 1958-72-ci illərdə isə professoru və kafedra müdiri olmuşdur. Onun rəhbərliyi altında 20-ə qədər doktorluq və namizədlik dissertasiyası müdafiə edilmişdir. R.H.İsmayılovun tədqiqatları 150-dən çox kitabda, 7 monoqrafiyada, çoxlu məqalə və 40 müəlliflik şəhadətnaməsində ümumiləşdirilmişdir.

Akademik R.H.İsmayılov dəfələrlə Azərbaycan SSR Ali Sovetinə (2,3,6 və 7 çağırış) və Bakı Sovetinə deputat seçilmişdir. Azərbaycan Kommunist Partiyası və Bakı Şəhər Partiya Konfranslarının nümayəndəsi olmuşdur.

R.H.İsmayılovun elm və texnikanın inkişafındakı xidmətləri yüksək qiymətləndirilmiş, ona Sosialist Əməyi Qəhrəmanı adı (1948) verilmişdir. O, dörd Lenin ordeni, "Şərəf nişanı" və digər medallarla təltif edilmişdir.

Elmi-pedoqoji fəaliyyətinə görə akademik R.H.İsmayılov Azərbaycan SSR-in Əməkdar Elm Xadimi (1964) və SSRİ Dövlət Mükfatı Laureatı adlarına (1948) layiq görülmüşdür.

Akademik R.H.İsmayılov dəfələrlə xaricdə (İngiltərə, Fransa, Yaponiya, İran, Çexoslovakiya və s.) respublika elmini ləyaqətlə təmsil etmişdir.

R.H.İsmayılov 1972-ci il yanvar ayının 6-da vəfat etmişdir.

## **QARAYEV S.F.**

Siyavuş Fərhad oğlu Qarayev 1942-ci il aprelin 30-da Samux rayonunda həkim ailəsində anadan olmuşdur. 1959-cu ildə Gəncə şəhərindəki 24 saylı rus orta məktəbini bitirmişdir. Həmin ildə Azərbaycan Dövlət Universitetinin kimya fakültəsinə daxil olmuş, 1964-cü ildə "kimyaçı" ixtisası alaraq ADU-nu bitirmişdir.

1964-1967-ci illərdə o, təyinat üzrə əvvəlcə SSRİ neftayırma və Neft Kimya Sənayesi Nazirliyinin Ümumiittifaq elmi-tədqiqat olefinlər institutunda mühəndis, kiçik elmi işçi, sonra isə Azərbaycan Elmlər Akademiyasının Y.Məmmədəliyev adına Neft-kimya Prosesləri İnstitutunun Sumqayıt filialında kiçik elmi işçi işləmişdir.

Qarayev S.F. 1967-ci ildə M.Əzizbəyov adına Azərbaycan Neft və Kimya İnstitutunun aspiranturasına daxil olmuşdur. 1970-ci ildə aspiranturada təhsilini vaxtından əvvəl başa vuraraq "Tərkibində xlor olan bəzi asetilen spirtləri və onların üzvi və element-üzvi törəmələrinin sintezi və çevrilmələri sahəsində

tədqiqat" mövzusunda namizədlik dissertasiyasını müdafiə etmişdir. Öz dissertasiya işində ilk dəfə olaraq qiymətli psixotrop preparatlar olan trankvilizatorlar (əsəb sistemini sakitləşdirən) sinfinə xemotransformasiya oluna bilən bir sıra yeni tipli heterofunksional asetilen törəmələrinin-propargilkarbinolların xlorlu törəmələri və onların "çevrilmiş" analoqlarının alınma metodlarını işləyib hazırlamışdır. Dissertasiya işinin elmi rəhbəri kimya elmləri doktoru, professor İ.A.Şıxıyev olmuşdur.

1970-1982-ci illərdə Azərbaycan Neft və Kimya İnstitutunda kiçik, sonra baş elmi işçi, elmi-tədqiqat şöbəsinin kimya bölməsinin rəhbəri, "Üzvi kimya" kafedrasının dosenti və elmi işlər üzrə prorektorun müavini vəzifələrində çalışmışdır.

Bu illər ərzində o, asetilen törəmələrinin sintezi və tətbiqi sahəsində maraqlı elmi-tədqiqat işlərini davam etdirmiş, öz yetişdirmələrindən ibarət bir elmi məktəb yaratmış, dissertasiya işlərinə rəhbərlik etmişdir.

1981-ci ildə M.Lomonosov adına Moskva zərif kimya texnologiyası institutunda "Propargil və homopropargil sistemlərinin kimyası" mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmişdir. Doktorluq dissertasiyası üzərində işləyərkən o, terminal asetilenli birləşmənin heteroatomlu törəmələrinin sintezinin yeni metodlarını işləyib hazırlamış, onların kimyəvi və praktiki mühüm xassələrini öyrənmişdir. Qarayev S.F. tezkillə professor elmi adı almışdır.

1982-ci ildən indiyədək Azərbaycan Neft və Kimya İnstitutunda (sonra Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyası) "Üzvi kimya" kafedrasının müdiri və "doymamış karbohidrogenlərin heteroatomlu törəmələri" problem laboratoriyasının elmi rəhbəridir.

O, elmi fəaliyyəti ilə yanaşı daima tədris prosesində dəyərindən iştirak etmiş, 1988-1997-ci illərdə kimya-texnologiya fakültəsinin dekanı işləmişdir.

Azərbaycan Respublikasının Prezidentinin sərəncamı ilə 29.06.97-ci il tarixdən Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyasının rektorudur.

1995-ci ildə S.F.Qarayev Nyu-York Elmlər Akademiyasının həqiqi üzvü, 1997-ci ildə Beynəlxalq ekoenergetika Akademiyasının akademiki, 2000-ci ildə Beynəlxalq Mühəndislik Akademiyasının həqiqi üzvü, 2001-ci ildə Beynəlxalq Elmlər Akademiyasının akademiki və Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının müxbir üzvü, 2003-cü ildə Çin Neft Universitetinin fəxri professoru, 2006-cı ildə Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının, 2007-ci ildə isə Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının həqiqi üzvü seçilmişdir.

Akademik S.F.Qarayev üzvi kimya sahəsində görkəmli alimdir. Onun geniş elmi maraq dairəsi doymamış heteroatomlu üzvi birləşmələrin fundamental və tətbiqi kimyası sahəsini əhatə edir.

Akademik S.F. Qarayev tərəfindən zərif üzvi sintezin, doymamış heterofunksional birləşmələrin alınma üsullarının işlənməsi, quruluşunun öyrənilməsi, kimyəvi davranış qanunauyğunluqlarının və praktiki cəhətdən

dəyərli xassələrinin aşkar olunmasına qeyri-ənənəvi yanaşma özündə əks etdirən perspektiv istiqaməti inkişaf etdirilmişdir. Bu birləşmələrin əsasında metalların korroziyasının yüksək temperaturlu yeni inhibitorları, xüsusi yanacaqlara qatılan enerji tutumlu əlavələr, yanacaq və sürtkü yağları üçün aşqarlar, flotoregentlər, dərman preparatları, kənd təsərrüfatı bitkilərinin inkişafının stimullaşdırıcıları alınmışdır.

Onun tərəfindən funksional əvəzlənmiş alkinlərin katalitik çevrilmələrinin, molekul daxili qruplaşmalarının yeni qanunauyğunluqları tapılmış, molekul daxili tsikləşmənin yeni özünəməxsus reaksiyaları kəşf edilmişdir. Endotsiklik doymamış rabitəsi olan rəngin həlqəvari sistemlərinin sintezi probleminin eksperimental yolla əsaslandırılmış həlli prinsipləri xüsusi maraq kəsb edir.

S.F.Qarayev Azərbaycanda və eləcə də Rusiyada, MDB ölkələri, ABŞ, Böyük Britaniya, Yaponiya, Çin, Bolqarıstan, Rumıniya, Slovakiya, Polşa, Türkiyə, Əlcəzair, Səudiyyə Ərəbistanı, Malaziya, Fransa, Qatar, Avstriya və İranda nəşr olunmuş 500-ə yaxın elmi əsərlərin, o cümlədən 300-ə yaxın məqalənin, 100-dən çox məruzə tezisinin, 70-ə yaxın müəlliflik şəhadətnaməsi və ixtira patentinin, 11 dərslük və dərslük vəsaitinin, 2 orijinal monoqrafiyanın müəllifidir. Elmi əsərləri əsasən "Tetrahedron Letters", «Журнал общей химии», «Журнал органической химии», «Успехи химии», «Журнал прикладной химии», «Azərbaycan kimya jurnalı», "Azərbaycan ali texniki məktəblərinin xəbərləri", "Доклады АН Азербайджанской Республики" və s. jurnallarda nəşr olunub.

O, 70-dən çox Beynəlxalq və regional elmi konfrans və simpoziumlarda məruzə etmişdir.

Akademik S.F.Qarayev 70-ə yaxın müəlliflik şəhadətnaməsinin və ixtira patentlərinin müəllifidir. Onun tərəfindən üzvi sintez əsasında metalların turş mühitdə korroziyasının yüksək temperaturlu yeni inhibitorları, flotoreagentlər, dərman preparatları (psixotrop, şişə qarşı, antimikrob xassəli) kənd təsərrüfatı bitkilərinin inkişafının stimullaşdırıcıları alınmış və onların effektivliyi sübuta yetirilmişdir.

Akademik S.F.Qarayev aşağıdakı monoqrafiya, dərslük və dərslük vəsaitlərinin müəllifidir.

a) "Üzvi birləşmələrin optiki izomerliyi", 1992

Bu əsas tələbləri üzvi kimyanın çətin mənimsənilən bölməsi olan molekulların fəza quruluşu ilə reksiya qabiliyyəti arasındakı asılılıqla əyani şəkildə tanış edir.

b) "Heteroatomlu propargil birləşmələrinin kimyası", M., Ximiya, 1993

1600-dən çox mənbəyin məlumatlarını ümumiləşdirən bu monoqrafiya ensiklopedik xarakterli fundamental iş olaraq üzvi kimyaçılar üçün olduqca faydalıdır.

Bu monoqrafiyada heteroatomlu propargil sistemlərinin ümumi və spesifik

xüsusiyyətləri, alınma üsulları, fiziki və bioloji xassələri, sintetik imkanları və heteroatomlu propargil birləşmələrinin praktikada istifadə sahələri dəqiqliklə analiz edilmişdir.

c) orijinal dərş vəsaiti "Üzvi kimya suallar və cavablarda" (1999).

Bizə məlum olan böyük həcmli üzvi kimya dərşliklərindən fərqli olaraq bu dərşlik qısa və cəlbədicə suallar və cavablar şəklində "orta" səviyyəli tələbələri üzvi kimyanın mühüm nəzəri əsasları, üzvi birləşmələrin əsas sinifləri və onların çevrilmələri ilə tanış edir.

Bu dərş vəsaitinin həm ilk nəşri (1991-ci il), həm də S.F.Qarayev tərəfindən işlənmiş ikinci nəşri (1999-cı il) tələbələr arasında o qədər populyar olmuşdur ki, tez bir zamanda az tapılan bibliografik əsərə çevrilmişdir.

ç) "Zərif üzvi sintezin prinsipləri" (1998-ci il).Tələbələr, aspirantlar, magistrantlar və gənc kimyaçı alimlər üçün nəzərdə tutulmuş bu dərş vəsaiti üzvi birləşmələrin qurulmasına – molekulyar mühəndisliyə, o cümlədən, zərif üzvi sintezin ümumi metodologiyası, onun mühüm istiqamətləri, strategiya və taktikası, retrosintetikplanlaşdırma qaydalarına həsr olunub, bir təhsil sahəsi olaraq onun xüsusiyyətlərinə həsr olunmuş yeni bir fənnin əsasını qoydu.

d) "Biokimyanın əsasları" dərşliyi (Bakı-2002). Elmin prioritet istiqamətlərindən sayılan ekologiya ilə bağlı problemlərin anlaşılması üçün biokimyanın qanunlarının öyrənilməsi zəruridir. Bu dərşlik canlı orqanizmlər və onların həyat fəaliyyətinin əsasını təşkil edən kimyəvi proseslərin öyrənilməsinə həsr olunmuşdur. "Azərbaycan" qəzetinin 5 mart 2003-cü il tarixli sayında dərc olunmuş rəylərində akademik M.Musayev və AMEA-nın müxbir üzvü T.Ağayev qeyd edirlər: "Müəlliflər burada biokimyanın ümumi prinsiplərini elə şəkildə verməyə çalışmışlar ki, kitabdən istifadə edən hər bir oxucu əsasən biokimyəvi konsepsiyaları başa düşə bilsin və terminologiyayı dərk etsin. Böyük həcmli, mürəkkəb və zəngin materialı təhlil edən müəlliflər onu nisbətən sadə və maraqlı şəkildə verə bilmiş, çoxsaylı sxemlər və şəkillərə zənginləşdirmişlər".

Azərbaycan dilində yazılmış "Biokimyanın əsasları" dərşliyi respublikanın texniki ali məktəblərinin tələbələri, aspirantları, elmi işçiləri üçün nəzərdə tutulmuşdur.

d) "Neftlərdə heteroatomlu birləşmələr" (dərş vəsaiti, Bakı, 2003).

Kitabda neftin heteroatomlu komponentləri, onların mineral tərkibi, molekul daxili və molekularası komponentləri, porfirinli, oksigenli, kükürlü, azotlu, yüksəkmolekullu birləşmələri, fiziki və kimyəvi xassələri, ayrılma və alınma üsulları haqqında məlumat verilir.

Bu dərş vəsaiti ali məktəblərin kimya və kimya-texnologiya ixtisasları üzrə təhsil alan tələbələri üçün nəzərdə tutulmuşdur. Vəsait eyni zamanda geokimyaçılar, neft emalı sahəsində çalışan mütəxəssislər üçün də yararlı ola bilər.

ə) "Üzvi kimya" (ali məktəblər üçün dərşlik, Bakı, 2003). Bu dərşlik kimya-

texnologiya və kimya ixtisasları üzrə təhsil alan ali məktəb tələbələri üçün nəzərdə tutulmuşdur. Dərslərdə üzvi birləşmələr və onların xassələri nəzəri təsəvvürlərlə zənginləşdirilmiş, reaksiyaların mexanizmləri və kimyasını dərk etmək üçün müasir üzvi kimyanın sistemli təsviri verilmişdir. Dərslərdə karbohidrogenlərin bütün siniflərinin və onların müvafiq funksional törəmələrinin quruluşu və xassələri araşdırılmışdır. "Ali məktəblər üçün Azərbaycan dilində yazılmış müasir üzvi kimya dərslərinin vaxtında işıq üzü görməsi sevindirici haldır". Akademiklər T.N.Şahtaxtinski və Ə.M.Quliyev "Kimyaçıların stolüstü kitabı" resenziyalarında ("Respublika" qəzeti, 5 dekabr 2003-cü il) qeyd edirlər: "Elmi-pedoqoji ictimaiyyət, tələbələr və eləcə də cəmiyyətin elmə meyl edən hissəsi qiymətli bir hədiyyə almışdır. Dərsləri həm ictimai, həm də şəxsi kitabxanalarda "fəal həyat" gözləyir".

f) "Üzvi kimyadan məsələ və tapşırıqlar"(dərs vəsaiti, Bakı, 2006).

Bu dərs vəsaiti "Üzvi kimya" fənninin əsas bölmələri üzrə müxtəlif sinif birləşmələrin alınması və qarşılıqlı çevrilmələrini proqramlaşdırılmış yoxlama üçün test tapşırıqları şəklində özündə cəmləşdirir. Bu, tələbələrin fənni daha dərindən mənimsəməsinə və sərbəst çalışmalarına kömək edir.

Vəsait Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyasının kimya-texnologiya fakültəsinin tələbələri üçün nəzərdə tutulmuşdur. Ondan, eləcə də, kimya yönümlü texniki ali məktəblərin tələbələri də istifadə edə bilərlər.

S.F.Qarayev bir sıra xarici elmi mərkəzlər və təhsil müəssisələri ilə o cümlədən, Almaniyanın Heydenberq, Hamburq, universitetləri və BASF (Lyudviqshafen) kimya konserni ilə daima əlaqə saxlayır. 1972-73-cü illərdə Heydelberq Universitetində elmi təcrübə keçmiş, 1976-cı ildə BASF konserninə yay məktəbinin dinləyicisi olmuşdur. 1996-cı ildə Alman Akademik Mübadilə Xidmətinin qrantı ilə iki ay müddətində Hamburq Universitetinin üzvi kimya institutunda elmi tədqiqat aparmışdır.

1985-ci ilin dekabrında Ufanın neft institutunun rəhbərliyinin dəvətilə oraya ezam olunmuş və UNİ-nin müəllim və aspirantları üçün üzvi kimyanın nəzəri əsasları üzrə mühazirələr kursu oxumuşdur.

1989-cu ilin mayında Almaniyanın Drezden Texniki Universitetində "Doymamış silisium-üzvi birləşmələrin kimyası" mövzusunda mühazirələr kursu oxumuşdur.

## **QƏRİBOV A.A.**

Qəribov Adil Abdulkalıq oğlu 1950-ci ildə Azərbaycan Respublikası Şəki rayonunun İbrahim kəndində anadan olmuşdur, azərbaycanlıdır, ailəlidir, ali təhsillidir, Yeni Azərbaycan Partiyasının üzvüdür, 1972-ci ildən AMEA-nın Radiasiya Problemləri İnstitutunda fəaliyyətə başlayan A.A.Qəribov 1990-1995-ci

illərdə “Heterogen sistemlərin radiasiya kimyası” qrupunun rəhbəri, 1995-2001-ci illərdə “Heterogen sistemlərin radiasiya kimyası” laboratoriyasının rəhbəri vəzifələrində işləmişdir. 1979-cu ildə fiziki-kimya və radiasiya kimyası üzrə elmlər namizədi, 1995-ci ildə radiasiya kimyası üzrə kimya elmləri doktoru alimlik dərəcəsi, 1998-ci ildə radiasiya kimyası ixtisası üzrə professor elmi adı almışdır. 2002-ci ildən AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutunun direktorudur. Azərbaycan Respublikasında elmin inkişafında və yüksək ixtisaslı kadrların hazırlanmasında xidmətlərinə görə AMEA-nın 60 illik yubileyi ərəfəsində, Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 14 dekabr 2005-ci il Fərmanı ilə ona “Əməkdar elm xadimi” fəxri adına layiq görülmüş, 2007-ci ildə AMEA-nın müxbir, 2014-cü ildə isə həqiqi üzvü seçilmişdir. Dəfələrlə AMEA-nın Rəyasət Heyətinin “Fəxri Fərmanı” ilə təltif edilmişdir.

A.A.Qəribov Azərbaycan Respublikasında heterogen sistemlərin radiasiya kimyası sahəsində elmi-tədqiqat işlərinin əsasını qoymuş və onun aldığı nəticələr təkcə respublikada deyil, MDB ölkələri və digər xarici ölkələr tərəfindən rəğbətlə qarşılanmışdır.

A.A.Qəribovun elmi fəaliyyəti atom enerjisinin çevrilməsi və ondan istifadə olunması, atom- hidrogen energetikası, nüvə-neftkimya komplekslərinin yaradılması, nüvə reaktorlarının y təhlükəsizliyi, radiasiya materialşünaslığı, radiasiya katalizi və adsorbsiyası, respublikanın nüvə və radiasiya təhlükəsizliyi kimi aktual problemləri əhatə edir. Onun tərəfindən təqdim edilən yuxarıda göstərilən problemləri əhatə edən mövzular keçmiş Sovetlər Birliyinin elmi-texniki proqramlarına, respublika üzrə elm və texnikanın prioritet istiqamətlərinə, beynəlxalq qrant və layihələrə daxil edilmişdir. A.A.Qəribovun enerji tutumlu neft-kimya proseslərinin enerji təminatının atom enerjisi əsasında mümkünlüyünün aydınlaşdırılması və effektivliyinin yüksəldilməsinə yönəlmiş elmi-tədqiqat işlərinin nəticəsində alüminosilikat, seolit və seolit tərkibli katalizatorlarda əlavə və stabil elektron-akseptor və proton-donor katalitik aktiv mərkəzlərin yaranmasına imkan verən radiasiya-kimyəvi proseslərin elmi əsasları işlənmişdir. İşlənmiş proseslər benzin fraksiyasının və onun tərkibindəki izofraksiyaların çıxımının təxminən 15-20% artmasına və neft karbohidrogenlərinin katalitik krekinqində koksun və qaz məhsullarının çıxımının 20% azalmasına imkan verir.

Karbohidrogen və karbohidrogen + H<sub>2</sub>O sistemində seolit, seolit tərkibli və individual oksid katalizatorların iştirakı ilə radiasiya-katalitik və radiasiya-termik proseslərin qanunauyğunluqları və mexanizmləri aşkar edilmiş, izo və olefin karbohidrogenlərin çıxımını artırmağa imkan verən karbohidrogenlərin radiasiya-termik və radiasiya-termokatalitik krekinqinin elmi əsasları işlənmişdir.

Karbohidrogen +H<sub>2</sub>O sistemində radiasiya-termokatalitik proses vasitəsi ilə zəncirvari rejimdə karbohidrogenlə çirklənmiş sudan universal enerjidaşıyıcı olan hidrogen və aşağı molekullu karbohidrogenləri almaq imkanı aşkar olunmuşdur.



Onun tərəfindən ilk dəfə olaraq ionlaşdırıcı şüaların təsiri ilə səthi halların modifikasiyası, xüsusi aşqarlar daxil etməklə kation tərkibin, səthi elektrik sahəsinin, nizamlılığın, kation və anion vakansiyalarının konsentrasiyalarının, şüalanma intensivliyinin və prosesin temperaturunun dəyişməsi kimi faktorlar vasitəsi ilə oksid birləşmələrdə qeyri-tarazlıqlı yükdaşıyıcıların rekombinasiya, lokalizasiya və miqrasiya proseslərinin idarə olunmasının elmi əsasları işlənib hazırlanmışdır. Təcrübi olaraq radiasiya-heterogen proseslərin fiziki mərhələsi haqqında məlumat alınmış, oksidlərdə cütlərin generasiyası, enerjinin astana qiyməti müəyyənləşdirilmiş və qeyri-tarazlıqlı yükdaşıyıcıların çıxımı və əmələ gəlməsinin astana enerjisinin oksidin qadağan olunmuş zolağının ən kəsiyindən asılılığının qanunauyğunluqları aşkar edilmişdir. Bu proseslərin modeli yaradılmış və oksid sistemlərdə qeyri-tarazlıqlı yükdaşıyıcıların, həyəcanlanmış halların generasiyasının kinetik parametrləri hesablama yolu ilə müəyyənləşdirilmişdir.

İonlaşdırıcı şüalanmanın və adsorbsiya olunmuş halların oksid katalizatorların səthi yük hallarına təsiri öyrənilmiş, oksid maddələrin struktur nizamlılığının, adsorbsiya olunmuş molekulların konsentrasiyası və təbiətinin, səthi yük hallarının qeyri-tarazlıqlı yükdaşıyıcıların miqrasiyasına təsiri qanunauyğunluqları aşkar edilmişdir.

Oksid sistemlərin radiasiya-katalitik təsirinin mexanizmləri aydınlaşdırılmış və maddənin radiasiya-katalitik parçalanması üçün katalizatorların seçilməsinin elmi əsasları işlənmişdir. Oksid katalizatorların iştirakı ilə suyun radiasiya-katalitik parçalanması prosesinin fiziki və kimyəvi mərhələsinin modeli yaradılmışdır.

Radiasiya-katalitik proseslər zamanı katalizator tərəfindən udulan ionlaşdırıcı şüalanma enerjisinin səthə verilməsinin strukturun nizamlılıq dərəcəsindən, katalizatorun dispersliyindən, maddənin səth konsentrasiyasından, temperaturdan asılılıq qanunauyğunluqları müəyyən edilmişdir.

Nüvə energetikasının əsas problemlərindən biri su ilə soyudulan nüvə reaktorlarının hidrogen təhlükəsizliyidir. Bu proseslər energetik nüvə reaktorlarında müşahidə olunan iki Çernobıl və Fukusima qəzalarının əsas səbəbləri olmuşdular. A.A.Qəribovun Çernobıl qəzasından dərhal sonra nüvə reaktorlarının istilik daşıyıcı ilə istilik ayırıcı elementlər təmasında gedən fiziki-kimyəvi proseslərin qəzada rolunun aşkarlanması üzrə layihə təklifi əsasında 1986-1992-ci ili əhatə edən dövrdə İ.V.Kurçatov adına AEİ ilə birlikdə elmi-tədqiqat işləri aparılmışdır.

Su ilə soyudulan nüvə reaktorlarında həm normal, həm də qəza rejimlərində istilik ayırıcı elementlərin materiallarına (sirkonium, sirkolay ərintiləri, paslanmayan polad) ilə istilik daşıyıcı maddələrin (Su, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>) təmasında gedən radiasiya-heterogen fiziki-kimyəvi proseslərin kinetika və mexanizmləri aşkar olunub. Bu proseslərin metallik materialların həm müdafiə, həm də katostrofik oksidləşməsində, təmas mühitində isə əlavə hidrogen qazının əmələ gəlməsində,

qəza və normal iş şəraitində rolları aşkar olunub. Alınmış nəticələr su ilə soyudulan nüvə reaktorlarının normal və qəza rejimlərinin ssenarilərinin hazırlanmasında istifadə olunub (Atom Enerjisi üzrə Beynəlxalq Agentlik və İ.V.Kurçatov adına AEİ).

Nüvə reaktorları və digər ionlaşdırıcı şüaların təsiri sahələrində istifadə olunan materialların davamlılığının artırılması məqsədi ilə yeni radiasiya heterogen oksidləşdirici işlənmə üsulunun elmi əsasları hazırlanıb. Metallik materialların katostrofik oksidləşməyə davamlılığını artıran səthi nanooksid təbəqələrinin yaradılmasına imkan verən radiasiya oksidləşdirici təsir sirkonium, sirkolay, alüminium timsalında yoxlanılıb.

Seolit və silikat sorbentlərin, həmçinin hidrogenin texnoloji alınması zamanı onu əhatə edən qazlardan ayrılması prosesində intermetal ərintilərin adsorbsiya xassələrinin modifikasiyasının radiasiya-kimyəvi prosesləri işlənmişdir.

İstehsalın qaz tullantılarının CO<sub>2</sub> -dən təmizlənməsinin effektiv yollarının işlənilib hazırlanması məqsədi ilə oksid katalizatorlarının geniş sinfinin iştirakı ilə CO<sub>2</sub>-nin radiasiya- katalitik çevrilməsinin kinetikasi və mexanizmi tədqiq edilmişdir. CO<sub>2</sub> -nin parçalanması prosesində oksid katalizatorların radiasiya-katalitik xassələrinin idarə edilməsinin elmi əsasları və katalizatorların effektiv formaları, həmçinin bu proseslərin reallaşması rejimi aşkar edilmişdir.

Üzvi enerji mənbəbrinin tükənməsi ilə əlaqədar olaraq nüvə energetikasının əsasında sudan hidrogen enerji daşıyıcısının alınmasının yeni üsullarının işlənməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir. A.A.Qəribov tərəfindən sudan molekulyar hidrogenin alınmasının 12-dən artıq üsulu işlənmişdir ki, bu da yüksək faydalı iş əmsalı ilə nüvə enerjisinin kimyəvi enerjiyə çevrilməsinə imkan yaradır.

A.A.Qəribovun Respublikanın nüvə və radiasiya təhlükəsizliyini müəyyənləşdirmək üçün apardığı tədqiqatlarda daxili və xarici, təbii və süni faktorların nüvə və radiasiya təhlükəsizliyində rolu qiymətləndirilmişdir. Alınmış nəticələr AEBA-ya, Respublikanın uyğun təşkilatlarına təqdim edilmişdir. Müxtəlif regionların radiasiya təhlükəsizliyi, texnogen və təbii faktorların təsirinin öyrənilməsi üzrə tədqiqatlar da aparılır. Neft-qaz istehsalı və emalı bu problemdə əsas rol oynayır. Neft-qaz istehsalı, emalı və nəqli zamanı əmələ gələn qaz, maye və bərk tullantıların radioaktiv izotoplarının paylanma qanunauyğunluqları müəyyənləşdirilib. Alınmış nəticələr Beynəlxalq Elmi Mərkəz və Beynəlxalq təşkilatlar tərəfindən bəyənilib. AEBA və ABŞ-nin müxtəlif mərkəzləri və Energetika Nazirliyinin grant və layihələri alınmışdır. AMEA-nın Radiasiya Problemləri İnstitutunda A.A.Qəribovun rəhbərliyi altında həyata keçirilən bu layihələr əsasında radioaktiv izotopların analizi üzrə ən müasir laboratoriya yaradılıb.

A.A.Qəribov tərəfindən Azərbaycanda yeni istiqamət- radiokimya və radiometriya sahəsində tədqiqatlar aparılması təşkil edilmişdir. Yod ishətəli tullantılarından Ra-226 və Ra-228 izotoplarının ayrılmasının yeni üsulu

işlənmişdir. Qaz emalının texnoloji tsiklində təbii qazdan radioaktiv izotopun ayrılması və toplanması qanunauyğunluqları aşkarlanmışdır.

A.A.Qəribov Respublikamızın transsərhəd sularında və dib çöküntülərində radioaktiv izotopların və ağır metalların paylanmasını aşkar etmək məqsədi ilə AEBA ilə birlikdə beynəlxalq ekspedisiyalar təşkil edib və alınmış nəticələr əsasında Atom Enerjisi üzrə Beynəlxalq Agentliyi ilə birlikdə hesabat hazırlanıb Azərbaycan Respublikası Nazirlər Kabinetinə təqdim olunub.

Son illərdə Xəzər Dənizinin Azərbaycan sektorunun su və dib çöküntülərində həm təbii, həm də süni radioaktiv izotopların təyini üzrə beynəlxalq və milli dəniz ekspedisiyaları təşkil olunur. Aparılmış işlər nəticəsində radioaktiv izotopların, ağır metal və politsiklik karbohidrogenlərin suda, dib çöküntülərində qatılıqları təyin olunub, onların çökməsi, daşınması və aqreqasiyası qanunauyğunluqları aşkar olunub. Alınmış nəticələr müvafiq qərarların qəbul edilməsi məqsədi ilə AR Nazirlər Kabinetinə təqdim olunub.

A.A.Qəribovun rəhbərliyi altında radium və uran izotoplarının sorbsiya üsulu ilə məhluldan ayıraraq toplamağa imkan verən yeni sorbentlər alınıb, onların mühitin parametrlərinin müxtəlif qiymətlərində sorbsiya qabiliyyəti öyrənilib. Selluloza əsasında əlavə fosfor tərkibli funksional qruplar daxil etməklə modifikasiya olunmuş sorbentlərin məlum sorbentlərdən daha yüksək sorbsiya qabiliyyətinə malik olması aşkar olunub. Alınmış aktiv sorbentlərin real şəraitdə xassələrinin deqradasiyasını xarakterizə etmək məqsədi ilə onlar müxtəlif intensivlikli və enerjili neytronlarla Tədqiqat Nüvə reaktorlarında şüalandırılıblar. Neytronlarla şüalanma nəticəsində sorbentlərdə yaranan radioaktiv izotopların şüaları və defekt hallarının sorbentin uran və radiuma görə sorbsiya qabiliyyətinin dəyişmə qanunauyğunluqları aşkar edilib.

Gələcəyin əsas enerji mənbəyi olacaq perspektiv nüvə reaktorlarının yanacaq elementlərinin alınması və işlənmiş yanacaqdan yararlı radioizotopların ayıraraq saxlama formalarının aşkar edilməsi məqsədi ilə yeni uran və radium-silikatlar alınıb, onların fiziki və radioaktiv-katalitik xassələri tədqiq olunub. Bu birləşmələrdə daxili radioaktiv parçalanma məhsullarının təsiri altında gedən fiziki və fiziki-kimyəvi proseslər aşkar edilib.

A.A.Qəribovun bilavasitə rəhbərliyi altında Azərbaycan Respublikasının Naxçıvan MR, Daşkəsən, Qobustan, Şamaxı, Balakən-Şəki rayonlarının ərazilərində təbii radioaktiv izotopların monitorinqi üzrə mütəmadi olaraq ekspedisiyalar təşkil edilir. Aparılmış elmi araşdırmaların nəticəsində uran tərkibli ərazilər haqqında təkliflər hazırlanıb.

A.A.Qəribov radiasiyalı texnologiyaların neft-kimya, polimer və qeyri-üzvü kimya istiqamətlərində tətbiqi üzrə geniş elmi-tədqiqat işlərinə rəhbərlik edir. Belə ki, son illərdə aqressiv mühitə davamlı kauçuk-rezin məmulatlarının və kompozit materiallarının alınması istiqamətində əhəmiyyətli elmi nəticələr alıb. Butadion nitrik kauçukunun müxtəlif sensibilizator, plastifikator və aktivatorların

iştirakı ilə radiasiya-kimyəvi vulkanlaşdırma üsulları işlənilib.

A.A.Qəribov tərəfindən Azərbaycanda sterilizasiya məqsədli qamma-şüalanma kompleksinin yaradılması üzrə Atom Enejisi üzrə Beynəlxalq Agentliklə birlikdə milli layihə həyata keçirilir. Qurğunun yeri, tipi və gücü müəyyənləşib və bu sahədə kadr hazırlığı aparılır.

A.A.Qəribov tərəfindən son illərdə radiasiya-katalizində ölçü effektinin rolu aşkar olunub və nano-ölçülü katalizatorların daha səmərəli və effektiv olması həm nəzəri, həm də təcrübi yollarla sübut olunub.

A.A.Qəribov uzun müddət Rusiya İ.V.Kurçatov adına Atom Enerji İnstitutu, sonralar “Kurçatov Elmi Mərkəzi”nin Hidrogen energetika və Plazma Texnologiya institutu, Rusiya EA Fiziki-Kimya İnstitutu, M.V.Lomonosov adına MDU-nun “Radiasiya kimyası” kafedrası ilə birlikdə elmi tədqiqat işləri aparmışdır.

A.A.Qəribov heterogen proseslərin radiasiya və fiziki-kimyası üzrə respublikada, keçmiş SSRİ respublikalarında tanınmış elmi məktəb yaradıb. Onun rəhbərliyi altında səkkiz elmlər namizədi, bir elmlər doktoru hazırlanıb və bu istiqamətdə işi müvəffəqiyyətlə davam etdirir.

Professor A.A.Qəribov 220-dən artıq keçmiş SSRİ-nin və digər xarici ölkə jurnallarında çap olunmuş elmi məqalələrin və 26 müəlliflik şəhadətnaməsi və patentin müəllifidir. A.A.Qəribov radiasiya-katalizi, heterogen sistemlərin radiasiya kimyası, atom-hidrogen energetikası, radiasiya materialşünaslığı, radiasiya təhlükəsizliyi sahəsində MDB və xaricdə böyük maraq doğuran elmi nəticələr alıb. Çap olunmuş əsərlərin 76-sı yüksək indeksli elmi jurnallarda çap olunub.

## **QULİYEV Ə.M.**

Əli Musa oğlu Quliyev 1912-ci ildə mayın 31-də Gəncə şəhərinin Bağbanlar kəndində yoxsul kəndli ailəsində anadan olmuşdur. 1927-ci ildə Gəncə şəhərində ibtidai təhsil aldıqdan sonra Bakıya gəlmişdir. 1931-ci ildə Bakı Pedaqoji Texnikumunu bitirmiş və Goranboy rayonunda müəllimlik etmişdir. 1934-cü ildə Bakı Dövlət Universitetinin (BDU) kimya fakültəsinə daxil olmuş və oranı 1939-cu ildə qurtardıqdan sonra Dövlət imtahan komissiyasının qərarı ilə “Üzvi kimya” kafedrasında assistent saxlanmışdır. O, 1937-ci ildən davam etdirməklə yanaşı Azərbaycan Elmi Tədqiqat Neft Emalı İnstitutunda (AETNEİ) öz müəllimi, akademik Y.H.Məmmədaliyevin laboratoriyasında baş laborant, BDU-nu bitirdikdən sonra isə həmin institutda kimyaçı, sahə rəisi və böyük mühəndis vəzifəsində çalışmışdır. II Dünya müharibəsi illərində o, hərbi sifarişləri yerinə yetirən şöbəyə rəhbərlik etmiş, tank əleyhinə yandırıcı butulkaların nüsxəsini hazırlamış və sınaqdan keçirmişdir. Həmin butulkaları sınaqdan keçirərkən o, öz qolunu itirmişdir.

Ə.Quliyev həmçinin xalq təsərrüfatının böyük ehtiyacı olan bəzi dərman və yuyu-cu maddələrin alınması işində də çalışmışdır. 1943-cü ildə “Təbii qazdan heksameti-lentetraminin (urotropinin) alınması” mövzusunda namizədlik işini müdafiə etmişdir.

1945-ci ildə AETNEİ-də Ə.Quliyevin rəhbərliyi ilə “Aşqarların sintezi” laboratoriyası yaradılmış və keçmiş Sovetlər İttifaqında ilk dəfə olaraq “AzNİİ depressator” və “AzNİİ-4” aşqarları sintez edilmiş və respublikamızın nef emalı zavodlarında sənaye miqyasında istehsal edilmişdir. Bu işlərə görə o, 1948 və 1951-ci illərdə ilk dəfə SSRİ Dövlət Mükafatı Laureatı adına layiq görülmüşdür.

1951-ci ildə Ə.Quliyev mühərrik sürtkü yağlarının keyfiyyətini yüksəltmək üçün aşqarların sintezi və onların tətbiqinə dair doktorluq dissertasiyasını müdafiə edərək, kimya elmləri doktorluq alimlik dərəcəsinə almışdır. 1952-ci ildə “Neft-kimyası” ixtisası üzrə professor adına layiq görülmüşdür.

Professor Ə.Quliyev bir pedaqoq kimi yüksək ixtisaslı kadrların təhsili işinə xüsusi diqqət yetirmişdir. O, 1951-1960-cı illərdə BDU “Üzvi kimya” kafedrasının müdiri, 1960-1974-cü illərdə isə həmin kafedranın professoru olaraq tələbələrə üzvi kimya elminin mözüzələrin aşılannmışdır. 1958-ci ildə “Neft kimyası” ixtisası üzrə Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının (AMEA) müxbir üzvü, 1959-cu ildə isə həqiqi üzvü seçilmişdir. 1963-67-ci illərdə Azərbaycan EA Kimya Bölməsinin akademik-katibi olmuşdur.

1959-65-ci illərdə Ə.Quliyev Azərbaycan EA Neft Kimya Prosesləri institutunda “Aşqarlar və yağlar” şöbəsinə rəhbərlik etmişdir. 1965-ci ildə mövcud “Aşqarlar və yağlar” şöbəsinin əsasında keçmiş Sovetlər İttifaqında yeganə profilli Azərbaycan EA Aşqarlar Kimyası İnstitutunun (AKİ) yaradıcısı bilavasitə akademik Ə.M.Quliyevdir. O, 1965-1987-ci illərdə AKİ-yə rəhbərlik etmişdir.

1970-ci ildə akademik Ə.M.Quliyev və onun rəhbərlik etdiyi institutun əməkdaş-ları Bakı neftlərindən alınan mühərrik yağlarının keyfiyyətini yüksəltmək üçün səmərəli aşqarların texnologiyasının hazırlanması və sənayedə tətbiq işinə və onların əsa-sında kompozisiya yaratdıqlarına görə Azərbaycan SSR Dövlət Mükafatı Laureatı adına layiq görülmüşlər.

Akademik Ə.M.Quliyevin əsas elmi tədqiqat işləri üzvi kimya, neft kimyası, neftin emalı və aşqarlar kimyasına aiddir. Onun rəhbərliyi ilə alkilfenollar, aromatik tiollar, epoksi birləşmələr sulfobirləşmələr, polimerlər əsasında tərkibində müxtəlif funksional qrup və elementlər olan bir çox üzvi aşqar, stabilizator, inhibitor, YSM-lər onlardan bir çoxunun istehsal texnologiyası işlənib hazırlanmış və sənayedə tətbiq edilmişdir. Bunlara AzNİİ-depressatoru, AzNİİ-SİATİM-1, SB-3, SB-3u, BFK, BFKu, İNXP-21, İXP-21, İXP-101 və s. misal göstərmək olar. Əli müəllim keçmiş İttifaq miqyasında müxtəlif kükürlü üzvi birləşmələrin sintezi və onların əsasında aşqarların yaradılması sahəsində tanınmış elmi məktəb yaratmış görkəmli alim idi.

1974-cü ildə ona Azərbaycan SSR əməkdar elm xadimi adı verilmişdir. O,

respub-likamızın elm və tədris müəssisələrində çalışan 6 elmlər doktoru, 60-dan çox elmlər namizədi yetişdirmişdir.

Əli müəllim öz əməkdaşları ilə birlikdə 670 elmi məqalə çap etdirmişdir. 107 müəlliflik şəhadətnaməsi almışdır. O, 8 monoqrafiyanın müəllifidir.

Akademik Ə.M.Quliyev respublika kimya elmini Rumıniya, Meksika, Çin, Macarıstan və digər xarici ölkələrdə ləyaqətlə təmsil etmişdir. Azərbaycan SSR Ali Sovetinə VIII və IX çağırışlarda deputat seçilmişdir. Onun əməyi Dövlət tərəfindən yüksək qiymətləndirilmişdir. İki dəfə Qırmızı Əmək Bayrağı, üç dəfə “Şərəf nişanı” ordenləri və medalları, 6 dəfə Azərbaycan SSR Ali Sovetinin Fəxri Fərmanı ilə təltif edilmişdir.

Ə.Quliyev 1989-cu il yanvar ayının 29-da uzun sürən ağır xəstəlikdən sonra vəfat etmişdir. Onun xatirəsini əbədləşdirmək məqsədiylə hökumət 1993-cü ildə Azərbaycan EA Aşqarlar Kimyası İnstitutuna onun adını vermişdir.

## QULİYEV Ə.M.

Ələddin Musa oğlu Quliyev 1927-ci il iyulun 30-da Gəncə şəhərinin Bağbanlar kəndində anadan olmuşdur. 1934-cü ildə Gəncə şəhər orta məktəbinin birinci sinfinə daxil olmuş, orta təhsilini isə Bakıda almışdır.

1944-49-cu illərdə Azərbaycan Sənaye İnstitutunun kimya-texnologiya fakültəsində oxumuşdur. 1949-59-cu illərdə Azərbaycan Elmi Tədqiqat Neft Emalı İnstitutunda əvvəlcə kiçik elmi işçi, 1952-59-cu illərdə “Katalitik krekinq” laboratoriyasının müdiri vəzifəsində işləmişdir. 1959-65-ci illərdə Azərbaycan Elmlər Akademiyasının Y.H.Məmmədliyev adına Neft Kimya Prosesləri İnstitutunda (NKPI) “Qazların kimyəvi texnologiyası” laboratoriyasına rəhbərlik etmişdir. 1965-ci ildə həmin laboratoriyanın əsasında Ə.Quliyevin təşəbbüsü ilə Ümumittifaq Elmi-Tədqiqat Qaz İnstitutunun (YETQİ) Azərbaycan filialı yaradılmış və rəhbərlik ona həvalə edilmişdir. Həmin vəzifədə o, 1965-74-cü illərdə çalışmışdır. 1974-cü ildə YETQİ-i Azərbaycan filialının əsasında Təbii Qazın Nəqlə Hazırlanması və Emalı üzrə Elmi Tədqiqat və Layihə İnstitutu yaradılmışdır. Ə.M.Quliyev həmin institutun 1974-79-cu illərdə Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyasında yeni yaratdığı kafedraya rəhbərlik etmişdir.

1955-ci ildə “Tsikloparafınların alkülləşməsi” mövzusunda namizədlik, 1967-ci ildə isə “Qazların kompleks emalını təmin edən yeni adsorbsiya proseslərinin və adsorbentin işlənilməsi” mövzusu üzrə doktorluq dissertasiyasını müdafiə edərək, texnika elmləri doktoru elmi dərəcəsini almışdır. 1968-ci ildə “Yanacaqın və qazın kimyəvi texnologiyası” ixtisası üzrə professor elmi adına layiq görülmüşdür. 1972-ci ildə “Kimya” ixtisası üzrə Azərbaycan EA-nın müxbir üzvü, 1980-cı ildə isə həqiqi üzvü seçilmişdir.

Akademik Ə.M.Quliyevin elmi fəaliyyəti əsasən neft və qazın kimyəvi

emalı nəzəriyyəsi və texnologiyası məsələlərinə həsr edilmişdir. Onun rəhbərliyi ilə hərəkət edən sorbent təbəqəsində maye karbohidrogenlərdən normal parafinlər alınması texnologiyası hazırlanmış, çoxkomponentli qaz sistemlərini fasiləsiz adsorbsiya-xromatoqrafiya üsulu ilə ayırmanın nəzəri əsaslarını müəyyənləşdirmişdir.

Təbii karbohidrogen qazlarının qurudulması, təmizlənməsi, emalı və nəqlə hazırlanmasında istifadə olunan metil spirtinin tutulması və regenerasiyasına dair təklif vermiş, qazları təmizləmək, qurutmaq və tərkib hissəsinə ayırmaq üçün fasiləsiz adsorbsiya üsulunu işləyib hazırlamışdır. Onun sintez etdiyi "VNİPIQaz-1" tipli aşqar qaz emalı qurğularında köpüklənmənin qarşısı alınır. Onun rəhbərliyi ilə aparılan elmi-tədqiqatlar keçmiş SSRİ qaz sənayesinin əsas elmi-texniki inkişafının istiqamətlərini müəyyənləşdirərək, nəticədə yeni adsorbentlər, səthi-aktiv maddələr, korroziyaya qarşı aşqarlar, polimer kompozisiyaları, köpüklənmənin qarşısını alan reagentlər, kombinə xassəsinə malik uducular işlənilib hazırlanmış və respublikamızda, Orta Asiyada, Ukraynada, Orenburqda, Uzaq Şərqdə, Bolqarıstanda tətbiq edilmişdir. Qaz- kondensatı karbohidrogenlərin xlorlaşması, nitrolaşması, aminləşməsi reaksiyalarının köməyi ilə antioksidləşdirici, inhibitor və biosid xassəsinə malik aşqarlar yaradılmış və tətbiq edilmişdir. Onun rəhbərliyi ilə, həmçinin, adsorbsion – katalitik proses işlənilib hazırlanmış və onun vasitəsi ilə qazların tərkibindəki kükürlü birləşmələrdən sərbəst kükürd alınmışdır. Onun tərəfindən yuxarıda qeyd edilən, çoxcəhətli istiqamətdə aparılan elmi-tədqiqatların nəticələri 5 monoqrafiyada, 10 kitabçada, 300-dən çox elmi əsərdə, o cümlədən, 70 müəlliflik şəhadətnaməsi və patentlərdə (Kanada, Hollandiya, Hindistan, İran, İraq) öz əksini tapmışdır. O, 15 elmlər namizədi yetişdirmişdir.

Akademik Ə.M.Quliyev dəfələrlə beynəlxalq və ümumittifaq konqres və simpoziumlarda, o cümlədən, 1975-ci ilə Yaponiyada keçirilən 9 Beynəlxalq Neft konqresində, 1976-cı ildə İngiltərədə keçirilən XIII Dünya Qaz konqresində, 1979-cu ildə Kanadada keçirilən 4 Beynəlxalq Qaz konfransında ləyaqətlə elmimizi təmsil etmişdir. Kanadada keçirilən IV Beynəlxalq Qaz konfransında süni qaz üzrə Beynəlxalq Qaz Assosasiya Cəmiyyətinin üzvü seçilmişdir. O, ABŞ və Bolqarıstanda xidməti ezamiyyətdə olmuşdur.

Akademik Ə.M.Quliyev dəfələrlə indiki Xətai rayon deputatı seçilmiş, rayon və şəhər partiya komitələrinin və AKP XXIII qurultayının nümayəndəsi olmuşdur. 1976-cı ildə "Qaz sənayesinin əlacısı" döş nişanı, 1977-cı ildə "Qaz sənayesinin fəxri işçisi" adına layiq görülmüşdür. 1976-cı ildə "Şərəf nişanı" ordeni və 1976-cı ildə Azərbaycan SSR Ali Sovetinin Fəxri Fərmanı ilə təltif olunmuşdur.

Ələddin müəllim elmi fəaliyyəti ilə yanaşı, elmi-ictimai işlərdə də fəal iştirak edərək, Azərbaycan EA Y.Məmmədəliyev adına NKPI və Azərbaycan EA M.Nağıyev adına Kimya Texnologiyasının Nəzəri Problemləri İnstitutu

ixtisaslaşdırılmış Müdafiə Şuralarının, "Qaz sənayesi" (SSRI) Azərbaycan Kimya Jurnalı, Azərbaycan Neft Təsərrüfatı jurnalları redaksiya Heyətinin üzvü idi.

Ə.M.Quliyev 1983-cü il sentyabrın 3-də avtobus qəzası nəticəsində faciəli şəkildə həyatdan vaxtsız getmişdir.

### **QUTIRYA V.S.**

Viktor Stepanoviç Qutırya 1910-cu il sentyabrın 11-də Rostov vilayətinin Neklinov rayonunun Sinyavski kəndində dəmiryolçu ailəsində anadan olmuşdur. 1928-ci ildə orta təhsilini Bakı şəhərində aldıqdan sonra, Azərbaycan Sənaye İnstitutunun neft-kimya şöbəsinə qəbul olunmuşdur. Hələ II kursda oxuyarkən analitik və üzvi kimyanın nəzəri-təcrübi məsələlərinə dair 3 məqalə çap etdirmişdir. O, 1932-ci ildə institutu bitirdikdən sonra assistent və eyni zamanda Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Neft Emalı İnstitutunda (AETNEİ) kiçik elmi işçi vəzifəsində çalışmışdır. Sonralar V.S.Qutırya öz taleyini AETNEİ ilə bağlayaraq 37 il orada işləmişdir. 1937-ci ildə ona "Üzvi sintez" laboratoriyasına rəhbərlik həvalə edilmişdir. Həmin ildə o, institutun elmi işlər üzrə direktor müavini təyin edilmiş və az bir fasilə ilə 1959-cu ilə qədər işləmişdir.

1938-ci ildə V.S.Qutıryaya çap etdirdiyi əsərlərinin məcmusuna görə Xarkov Texnologiya İnstitutunun Elmi şurasının qərarı ilə müdafiə etmədən texnika elmlər namizədi elmi dərəcəsi verilmişdir. 1942-ci ildə o, həmkarları ilə birlikdə aviabənzi-nin hazırlanması və sənaye miqyasında tətbiqinə görə SSRİ Dövlət Mükafatı Laureatı adına layiq görülmüşdür.

V.S.Qutırya 1944-cü ildə kimya elmləri doktoru dərəcəsi almaq üçün dissertasiya müdafiə etmiş və həmin ildə də professor adına layiq görülmüşdür. 1949-cu ildə Azərbaycan Elmlər Akademiyasının (EA) həqiqi üzvü, 1953-cü ildə isə SSRİ EA-nın müxbir üzvü seçilmişdir.

Akademik V.S.Qutırya görkəmli neft-kimyaçısı olmaqla yanaşı, həmçinin dövlət xadimi idi. O, 1954-cü ildə Azərbaycan SSR Neft Sənaye Nazirliyində texniki idarənin müdiri, texniki şuranın sədri seçilmişdir.

Azərbaycan Kommunist Partiyası XXVII-XXI qurultaylarının nümayəndəsi olmuş və 1957-ci ildə Bakı Şəhər Sovetinin deputatı seçilmişdir.

1959-cu ildə Ukrayna EA-nın dəvəti ilə akademik V.S.Qutırya yeni təşkil olunmuş Yüksək Molekullu Birləşmələr Kimyası İnstitutunda (YMBKİ) neft-kimyası bölməsinə rəhbərlik etmək üçün dəvət edilmişdir. O, 1959-64-cü illərdə həmin institutun direktor müavini olmuşdur. 1961-ci ildə o, Ukrayna EA-nın həqiqi üzvü seçilmiş, 1963-73-cü illərdə isə Ukrayna EA-nın vitse-prezidenti, 1974-83-cü illərdə Ukrayna EA Rəyasət Heyətinin üzvü olmuşdur.

Akademik V.S.Qutırya 1965-ci ildən Ukrayna EA-nın YMBKİ və 1981-ci



ildən ömrünün sonunadək Fiziki-Üzvi və Karbon Kimyası İnstitutunda neft-kimyası sektoruna rəhbərlik etmişdir. O, 1960-cı ildən SSRİ Nazirlər Sovetinin nəzdində elm və texnika sahəsində Lenin və SSRİ Dövlət mükafatları verən Komitənin üzvü seçilmişdir.

Akademik V.S.Qutıryanın respublikamızda elmi fəaliyyətinin əsas istiqaməti sənaye miqyasında etil spirti texnologiyasının (akademik M.A.Dalinlə birlikdə) və mikrosferik alümosilikat katalizatorundan istifadə edərək yeni katalitik krekinq texnologiyasının işlənilib hazırlanmasına aiddir (akademik V.S.Əliyev ilə birlikdə). Ukrayna EA-da çalışdığı dövr ərzində əsas elmi fəaliyyəti kimya və biologiya elmlərinin inkişaf etdirilməsi məsələləri və modifikasiya edilmiş sintetik seolitlər üzərində karbohidrogenlərin katalitik çevrilmələri ilə əlaqədar olmuşdur. Onun rəhbərliyi ilə seolitlər üzərində aparılmış alkiləşmə (transalkiləşmə), disproporsiya reaksiyaları nəticəsində metiləvəzli aromatik karbohidrogenlərin alınma reaksiyası kəşf edilmişdir. Onun heterogen kataliz sahəsində işləri 1976-cı ildə Ukrayna EA L.P.Pisarjevski mükafatına layiq görülmüşdür.

Akademik V.S.Qutıryanın elmi tədqiqatlarının apardığı elmi tədqiqatlarının nəticələri 3 monoqrafiyada, 280-ə qədər müxtəlif səpkidə olan elmi əsərlərdə, o cümlədən , 19 müəlliflik şəhadətnaməsində öz əksini tapmışdır. Onun rəhbərliyi ilə onlarda elmlər doktoru və elmlər namizədi hazırlanmışdır.

Redaksiya-nəşriyyat işi akademik V.S.Qutıryanın həyat fəaliyyətində xüsusi yer tutur. O, uzun illər Ukrayna EA-nın redaksiya-nəşriyyat şurasının sədri və üzvü olmuşdur. Onun tərəfindən ensiklopediya nəşrləri redaktə olunmuşdur. O, 12 monoqrafiyanın redaktoru və 1965-ci ildən çıxan “Neft emalı və neft-kimyası” jurnalının redaktor müavini olmuş, “Ukrayna EA-nın məruzələri” və digər jurnalların redaksiya heyətini üzvü olmuşdur.

Akademik V.S.Qutıryanın əmək və ictimai fəaliyyəti hökumət tərəfindən yüksək qiymətləndirilərək, o iki dəfə Lenin ordeni, Oktyabr, iki dəfə Qırmızı Əmək Bayrağı, “Şərəf nişanı” ordenləri və medallarla təltif edilmişdir.

Akademik V.S.Qutırya 1983-cü il oktyabrın 21-də Kiyevdə vəfat etmişdir.

## **MEHDİYEV S.C.**

Soltan Cəfər oğlu Mehdiyev 1914-cü il dekabrın 2-də İsmayilli rayonunun Lahıç kəndində anadan olmuşdur. O, 1927-ci ildə Lahıç kəndində natamam orta məktəbi bitirdikdən sonra, 1927-31-ci illərdə Bakı Pedaqoji Texnikumunda oxumuşdur. 1931-34-cü illərdə respublikamızın ra-yonlarının kənd orta məktəblərində müəllim işləmişdir. 1934-39-cu illərdə Bakı Dövlət Universitetinin (BDU) kimya fakültəsində oxumuşdur.1936-39-cu illərdə isə təhsil almaqla yanaşı, SSRİ Elmlər Akademiyası (EA) Azərbaycan Filialının Kimya

İnstitutunun laborantı olmuşdur. BDU-nu bitirdikdən sonra 1939-42-ci illər Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Neft Emalı İnstitutunun aspirantı və 1941-43-cü illərdə isə həmin institutun kiçik elmi işçisi olmuşdur. II Dünya müharibəsi illərində bəzi hərbi əhəmiyyətli partlayıcı maddələrin alınması üzərində çalışmışdır.

1943-cü ildə Tbilisi Dövlət Universiteti Elmi Şurasında (EŞ) namizədlik dissertasiyasını müdafiə etmişdir. 1943-45-ci illərdə Kimya İnstitutunda böyük elmi işçi vəzifəsini tutmuşdur. 1945-47-ci illərdə BDU-nun “Üzvi kimya” kafedrasının dosenti olmuşdur. 1946-56-cı illərdə Azərbaycan EA Neft İnstitutunun (Nİ) laboratoriya müdiri, 1956-58-ci illərdə isə direktoru vəzifəsində işləmişdir. 1955-ci ildə SSRİ EA Nİ-nin (Moskva şəhər) EŞ-da “Tsiklan karbohidrogenlərinin sintezi və çevrilmələri sahəsində tədqiqatlar” mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmişdir. 1956-cı ildə isə ona “Neft-kimyası” ixtisası üzrə professor adı verilmişdir.

Professor S.C.Mehdiyev 1959-cu ildən ömrünün axırınadək Azərbaycan EA Neft Kimya Prosesləri İnstitutunun “Monomerlər kimyası” laboratoriyasının müdiri olmuş, 1962-65-ci illərdə isə həmin institutun elmi işlər üzrə direktor müavini vəzifəsində işləmişdir. O, elmi-tədqiqat işlərini pedaqoji fəaliyyətlə uzlaşdıran alim idi. 1956-60-cı illərdə BDU-nun “Neft-kimyası” kafedrasının professoru, 1960-67-ci illərdə isə ADNA-nın “Neft-kimya sintezi” kafedrasının müdiri olmuş, və eyni zamanda orada “Monomerlər və polimerlər kimyası” problem laboratoriyasını yaratmış və ona rəhbərlik etmişdir.

Professor S.C.Mehdiyev 1958-ci ildə “Neft-kimyası” ixtisası üzrə Azərbaycan EA-nın müxbir üzvi, 10 il keçdikdən sonra isə həqiqi üzvü seçilmişdir. O, 1967-73-cü illərdə Azərbaycan EA Kimya Elmləri Bölməsinin akademik katibi və “Neft-kimya” problemləri üzrə EŞ-nin sədri olmuşdur.

Akademik S.C.Mehdiyev naften karbohidrogenlərinin kimyası sahəsində elmi məktəb yaratmış görkəmli alimdir. Onun əsas elmi işləri naften karbohidrogenlərinin və onların törəmələrinin kimyasına həsr olunmuşdur. Naften karbohidrogenlərinin izomerləşmə reaksiyasının mexanizmini, alkilsikloheksan karbohidrogenlərinin xlorlaşma və oksidləşdirici ammonoliz reaksiyalarının qanunauyğunluqlarını müəyyən etmişdir. Bakı benzinləri əsasında nitrotoluolun, izobutiləndən izooktilenin, ətriyyat istehsalında işlədilən heptilsiklopentanolun və s.maddələrin alınma prosesləri onun rəhbərliyi altında işlənilib hazırlanmış və sənayedə tətbiq olunmuşdur.

Akademik S.C.Mehdiyevin alkan və tsiklan karbohidrogenlərinin piroliz reaksiyasının kimyası sahəsindəki işləri də təqdirə layiqdir. Aparılan tədqiqatlar nəticəsində piroliz prosesində etilen, propilen və dien karbohidrogenlərin optimal alınma şəraiti müəyyən edilmişdir. Xüsusi olaraq onu qeyd etmək lazımdır ki, S.C.Mehdiyevin rəhbərliyi ilə müxtəlif aromatik və naften karbohidrogenlərinin oksidləşdirici ammonolizindən benzonitril, tere-, orto- və izoftanitrillər və eləcə

də fəal kimi qiymətli kimyəvi məhsullar bir mərhələdə alınmışdır. O, neft karbohidrogenləri kimyası və kimya sintezi sahəsində bir sıra qiymətli nəzəri və əməli məsələlərin həllinə həsr olunmuş 600 elmi əsərin, o cümlədən 9 monoqrafiya və 100 müəlliflik şəhadətnaməsinin müəllifidir.

Akademik S.C.Mehdiyev öz elmi fəaliyyətində ixtisaslı kadrların hazırlanmasına xüsusi diqqət yetirmiş və onun rəhbərliyi ilə 10 elmlər doktoru və 75 elmlər namizədi yetişmişdir. Elmdə əldə etdiyi nailiyyətlər və elmi kadrların hazırlanmasındakı əməyinə görə 1979-cu ildə Azərbaycan SSR Əməkdar Elm Xadimi adına layiq görülmüşdür.

Akademik S.C.Mehdiyev dafələrlə respublika elmini İngiltərə, İrlandiya, Kuba, AFR, İraq, və digər xarici ölkələrdə ləyaqətlə təmsil etmiş və bir sıra Beynəlxalq konqress və simpoziumların iştirakçısı olmuşdur. O, Şimali İrlandiyanın Kral Universitetində, AFR-in Köln Universitetində, İraqın Bağdad şəhərində məruzələr etmişdir.

Hökumət onun əməyini Xalqlar Dostluğu ordeni, "Fədakar əməyə görə" medalı və Azərbaycan SSR Ali Sovetinin Fəxri Fərmanı ilə təltif etmişdir.

Soltan müəllim 1985-ci il oktyabrın 12-də dünyasını dəyişmişdir.

### **MƏHƏRRƏMOV A.M.**

Abel Məmmədəli oğlu Məhərrəmov 1950-ci il yanvar ayının 5-də Ağdam rayonunda müəllim ailəsində anadan olmuşdur. 1966-cı ildə Ermənistan Respublikası Amasiya rayonunun Güllübulaq kənd orta məktəbini medalla bitirmişdir. O, həmin ildə Bakı Dövlət Universitetinin kimya fakültəsinə qəbul olmuş və oranı 1971-ci ildə əla qiymətlərlə başa vurduqdan sonra Ümumittifaq Elmi-Tədqiqat Olefinlər İnstitutuna göndərilmiş, əvvəlcə operator, sonra isə mühəndis işləmişdir. 1973-cü ildə "Üzvi kimya" ixtisası üzrə M.V.Lomonosov adına Moskva Dövlət Universitetinin (MDU) əyani aspiranturasına qəbul olunmuş və 1976-cı ildə akademik N.S.Zefirovun rəhbərliyi ilə MDU-nun İxtisaslaşmış Elmi Şurasında (İEŞ) "İkiqat rabitələrə birləşmə reaksiyalarında sulfepxloridlərin elektrofilliyinin artırılmasının yeni metodu" mövzusunda namizədlik dissertasiyasını müdafiə etmişdir.

1976-cı ildə BDU-da böyük elmi işçi, universitetin tədris hissəsinin müdiri və "Üzvi kimya" kafedrasında baş müəllim, dosent vəzifələrində çalışmışdır. 1984-cü ildən 1993-cü ilədək kimya fakültəsində dekan müavini vəzifəsində işləmişdir. O, 1991-ci ildə "Alkenlərin, üçüzvlü karbo- və heterotsiklik birləşmələrin elektrofil reaksiyaları əsasında yeni sintetik yanaşmalar" mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmiş və həmin ildən "Üzvi kimya" ixtisası üzrə professor adına layiq görülmüşdür. Məhərrəmov A.M. 1993-cü ildə BDU-nun kimya fakültəsinin dekanı vəzifəsinə 5 illik müddətinə seçilmiş və

1998-ci ildə yenidən bu vəzifəyə yenidən yeddi illik seçilmişdir. 1999-cu il yanvarın 11-də Bakı Dövlət Universitetinə rektor təyin edilmişdir. O, 1998-cil ildə Nyu York Elmlər Akademiyasının (EA) həqiqi üzvü seçilmişdir.

Akademik A.M.Məhərrəmovun rəhbərliyi ilə son 10 ildə BDU-da Zərif Üzvi sintez və Nanoaraşdırmalar laboratoriyaları, Rentgen Quruluş Analiz, Kütlə, NMR, İQ spektrometriya metodlarını özündə birləşdirən müasir Fiz-Kimyəvi Tədqiqatlar mərkəzi yaradılmış, əsasən gənc tədqiqatçılardan təşkil olunmuş elmi qruplar formalaşmışdır. Bu qruplarda kimyanın müasir elmi istiqamətləri üzrə yeni mövzular üzərində bir çox nailiyyətlər əldə olunmuşdur.

İlk dəfə olaraq üzvi kimyada A.M.Məhərrəmov tərəfindən «**Doping effekti**» kimi tanınan yeni sintez metodu müəyyən edilmişdir. «**Doping**» şəraitində elektrofil birləşmə reaksiyalarının yeni sintetik istiqamətləri aşkar olunmuş və bu metodu tətbiq etməklə elektrofil birləşmə reaksiyalarının istiqaməti kəskin dəyişdirilmişdir. Bununla da alınması çətin olan və ya praktiki cəhətdən mümkün olmayan bəzi sinif üzvi maddələrin sintezi həyata keçirilmişdir.

İlk dəfə olaraq on iki üzvlü tsikllərin konformasion analizi öyrənilmişdir. Bu məqsədlə nəzəri olaraq Kremer – Popla parametrlərinə əsasən kvant mexaniki hesablamalar aparılmış, sonar isə on iki üzvlü tsikllərin doymuş və doymamış törəmələri sintez edilərək rəngin struktur analiz vasitəsilə onların molekulyar və kristallik quruluşları öyrənilmişdir. Katalitik olefinləşmə reaksiyası əsasında hallogenəvəzli olefinlərin sintezi, RQA tədqiqi və reaksiya məhsullarının zərif üzvi sintezdə tətbiqi sahəsində bir çox nəticələr əldə olunmuşdur. Trixlorasetonitril əsasında keçid metallarının trixlorometilqrupları saxlayan triazopentadien komplekslərinin yeni sintez üsulu işlənib hazırlanmış, struktur xüsusiyyətləri RSA metodu ilə araşdırılmışdır. Komplekslərin bir çox üzvi reaksiyalarda katalizator kimi tətbiqi öyrənilmişdir.

Müasir üzvi kimyanın son illər ən sürətlə inkişaf edən sahələrindən biri çoxkomponentli kondensləşmə reaksiyalarıdır. Bu tip kondensləşmələr ilkin birləşmələrin quruluş variasiyası əsasında bir mərhələdə mürəkkəb üzvi sistemlərin sintezinə imkan yaradır. Çoxkomponentli kondensləşmə reaksiyalar sahəsində aromatik aldehidlərin metilenfəal diketonlar və ketoefirlərlə ikiqat kondensləşmə məhsulları, sonuncular əsasında isə müxtəlif quruluşlu azotlu alitsiklik, heterotsiklik və spirotsiklik sistemlər alınmışdır. Yeni üsulla malonitril dimerindən alınmış piridin disian metilen törəmələrinin ikiqat Mannix kondensləşməsi əsasında bitsiklik quruluşlar alınmışdır.

Üzvi maddələrin fizioloji xassələrinə təsir edən əsas faktorlardan biri asimmetriya anlayışı olduğundan son illər asimmetrik sintez daha da genişlənməkdədir. Hans reaksiyası məhsullarının tibdə uğurla tətbiq olunmasını nəzərə alsaq bu birləşmələrin optiki izomerlərinin sintezi daha önəmlidir. Məhz bu səbəbdən asimmetrik Hans reaksiyası əsasında bir çox optiki aktiv birləşmələr

sintez edilmiş, xiral üzvi katalizatorun təbiətinin və temperaturun reaksiyanın praktiki çıxımına və optiki təmizlik dərəcəsinə təsiri araşdırılmışdır.

Ariləvəzli 1,2-xlorhidrinlərin sulu mühitdə müxtəlif aminlərlə qarşılıqlı təsirdən tərkibində aromatik halqa saxlayan 1,2-aminspirtlərin səmərəli sintez üsulu işlənilib hazırlanmışdır. Sintez edilən aminspirtlər *in vitro* şəraitdə yüksək bakterisid və fungi sid xassələri nümayiş etdirmişdir. Bəzi 1,3-dikarbonilli birləşmələrin epixlorhidrinlə müxtəlif əsaslar ( $C_2H_5ONa$ ,  $K_2CO_3$ ) iştirakında alkülləşmə reaksiyası tədqiq edilmişdir. Reaksiyanın gedində müxtəlif istiqamətlərin olması müşahidə olunmuş və funksionaləvəzli bioloji aktiv birləşmələr sintez edilmişdir. Reaksiya məhsullarının bakterisid və fungisid xassələri göstərməsi müəyyən edilmişdir. Metilen aktiv birləşmələrin arilhidrazonlarının koordinasiya kimyası ətraflı öyrənilmiş və alınmış yeni komplekslər oksidləşmə və yeni C-C rabitəsinin əmələ gəlməsi reaksiyalarında katalizator kimi tətbiq edilmişdir.

Barbitur turşusunun koordinasiya və supramolekulyar kimyasına aid ədəbiyyat məlumatları sistemləşdirilmiş və icmal məqalə şəklində yüksək impakt faktora malik jurnalda (Coordination Chemistry Review)nəşr edilmişdir.  $\beta$ -diketonlar əsasında yeni sinif üzvi reagentlər azobirləşmələr sintez edilmişdir. Müxtəlif metodlar vasitəsilə bu reagentlərin tautomer formaları müəyyən edilmişdir. Kvant kimyəvi hesablama metodu ilə reagentlərin tautomer formalarının reaksiyaya girmə qabiliyyəti öyrənilmişdir. Bu sinif üzvi reagentlərin mis (IV), dəmir (III) ilə əmələgətirdikləri kompleks birləşmələr spektrofotometrik tədqiq edilmişdir. Bir sıra keçid metalların bu reagentlər ilə əmələgətirdikləri kompleks birləşmələr bərk halda sintez edilmiş termiki, rentgenfaza və İQ spektroskopik metodla qurulmuş və xassələri öyrənilmişdir. Komplekslərdən bir çoxunun monokristalı yetişdirilmiş və rentgenqurulmuş analiz metodu ilə molekulyar və kristallik quruluşları öyrənilmişdir. Kompleks birləşmələrin quruluşları ilə müəyyən xassələri arasında asılılıqlar araşdırılmışdır. Cu(II), Ni (II), Fe(III) komplekslərinin katalitik xassələri müəyyən edilmişdir. Alkenilfenolların homolitik tiilləşmə, fosforilləşmə, aminometilləşmə, simmetrik dihalogenalkanlarla kondensləşmə reaksiyaları sistemli şəkildə öyrənilmişdir. Sintez olunmuş birləşmələr yanacaq, yağlara polifunksional aşqarlar, neft çıxarma, eləcə də neft emalı sənayesində korroziya inhibitorları, sulfatreduksiyaedici bakterisidlər kimi sınaqdan keçirilərək müsbət nəticələr əldə edilmiş və bunların əlaqədar Azərbaycan Respublikası patentləri alınmışdır.

Fenol əsaslı xalkon törəmələri əsasında bioloji aktiv müxtəlif heterotsiklik birləşmələr sintez edilmiş, onların müxtəlif məhlul sistemlərində baş verən dinamik effektlər Nüvə Maqnit Resonansı spektroskopiyasının köməyiylə tədqiq edilmişdir. Sənaye polimerləri və polimer tullantılarının kimyəvi modifikasiyası ilə polifunksional polimerlərinin sintezinin qanunauyğunları bərk fazada NMR-, İQ- spektroskopiya, skanedicci elektron mikroskopu və digər müasir tədqiqat

üsulları ilə öyrənilmişdir. Sintez olunmuş polimerlər sorbent, nanokompozitlərin stabilləşdiricisi kimi müvəffəqiyyətlə tətbiq olunmuşdur. Alınan nəticələr əsasında beynəlxalq (ABŞ) və respublika patentləri, müxtəlif qrant layihələri alınmışdır.

İlk dəfə olaraq aktiv xassələrə malik nanoquruluşların (superparamaqnit, nəhəng maqnit müqaviməti, fotolüminsensiya, fotovoltaik, fotorezistiv, katalitik və sair) alınma texnologiyasının elmi əsasları işlənmiş, müxtəlif mühitlərdə bu xassələri saxlamaqla stabilləşdirilmiş, fiziki- kimyəvi xassələri tədqiq edilmiş və onların çeviricilər texnikasında, təbabətdə, ekoloji problemlərin həllində, neftçıxarmada tətbiq imkanları öyrənilmişdir.

A.M.Məhərrəmovun elmi və Pedaqoji fəaliyyəti 3 monoqrafiyada, 5 dərslük və dərslər vəsaitində, 130-dan çox elmi məqalədə, o cümlədən, 20-dən çox müəlliflik şəhadətnaməsində öz əksini tapmışdır. O, ilk dəfə ana dilimizdə çapdan çıxan "Kiçik kimya ensiklopediyası" və "Ən... ilk... ensiklopediyası"nın müəlliflərindən biri və redaksiya Şurasının sədridir. Bundan əlavə o, bir neçə dərslüyün və monoqrafiyanın elmi redaktoru olmuşdur.

Respublika, beynəlxalq və xarici ölkələrin elmi qurumlarında üzvlüyü:

1998 – Nyu-York Elmlər Akademiyasının üzvü seçilmişdir.

1999 – Yeni Azərbaycan Partiyasının İdarə Heyətinin üzvü seçilmişdir.

2000 – “Üzvi kimya” ixtisası üzrə BDU-nun nəzdində yaradılmış doktorluq və namizədlik Dissertasiya Şurasının sədridir.

2001 – AMEA-nın müxbir üzvü seçilmişdir.

2005 – 16 sayılı Yasamal II seçki dairəsindən Azərbaycan Respublikası Milli Məclisinin III çağırışı üzrə millət vəkili, Azərbaycan-Yaponiya Parlamentlərarası əlaqələr üzrə işçi qrupunun rəhbəri seçilmişdir.

2007 – AMEA-nın həqiqi üzvü seçilmişdir.

2007 – AMEA-nın Kimya elmləri bölməsinin büro üzvü seçilmişdir.

2008 – Rumıniya Respublikasının Ovidius Universitetinin «Fəxri doktoru» adına layiq görülmüşdür.

2008 – Azərbaycan elmində islahatların aparılması ilə bağlı Dövlət Komissiyasının üzvü təyin olunmuşdur.

2008 - Gürcüstanın Kimya cəmiyyətinin fəxri üzvü seçilmişdir.

2009 – Azərbaycan Milli Ensiklopediyasının redaksiya heyətinin üzvü seçilmişdir.

2010 – Azərbaycan Respublikasının elm, mədəniyyət və ədəbiyyat sahəsində Dövlət Mükafatları Komissiyasının üzvü seçilmişdir.

2010 – Qazaxıstan Respublikasının L.N.Qumilyov adına Avrasiya Milli Universitetinin “Fəxri doktoru” adı verilmişdir.

2010 – Kırım Mühəndis Pedaqoji Universitetinin “Fəxri professoru” seçilmişdir.

2010 – 16 sayılı Yasamal II seçki dairəsindən Azərbaycan Respublikası

Milli Məclisinin IV çağırışı üzrə millət vəkili seçilmişdir.

2012 – Latviya Elmlər Akademiyasının nəzdində olan Beynəlxalq Elmi Şuranın üzvü seçilmişdir.

2012 – Çin XR Mərkəzi Millətlər Universitetinin Azsayılı millətlər dili və ədəbiyyatı İnstitutunun fəxri professoru seçilmişdir.

2012 – Türk dünyası Araşdırmaları Beynəlxalq Elmlər Akademiyasının diplomu ilə təltif edilmişdir.

2013 – Azərbaycan Respublikasının elm, texnika, memarlıq, mədəniyyət və ədəbiyyat üzrə Dövlət Mükafatları Komissiyasının üzvü seçilmişdir

2013 – “Azərbaycan Respublikasının Milli Atlasının” redaksiya heyətinin üzvü seçilmişdir

2013 – Gürcüstan Milli Elmlər Akademiyasının fəxri həqiqi üzvü seçilmişdir

2014 – Tirana Texniki Universitetinin “Fəxri doktoru” adı verilmişdir.

### **MƏMMƏDYAROV M.Ə.**

Məhərrəm Əli oğlu Məmmədyarov 1924-cü il oktyabrın 17-də Culfa şəhərində anadan olmuşdur. 1939-cu ildə 7 illik məktəbi tərifnamə ilə bitirdikdən sonra Naxçıvan Pedaqoji Texnikumuna qəbul olunmuşdur. Texnikumu başa vurduqdan sonra Culfa rayonunun ibtidai məktəblərində müəllim işləmişdir. 1942-ci ildə ordu sıralarına çağırılan M.Ə.Məmmədyarov bir sıra döyüşlərdə iştirak etmişdir. 1944-cü ildə ağır yaralandıqdan sonra ordu sıralarından tərxis olunmuşdur. 1945-ci ildə Bakı Dövlət Universitetinin iqtisadiyyat fakültəsinin əmtəəşünas şöbəsinə qəbul olunmuş və oranı 1949-cu ildə başa vurmuşdur. Hələ tələbə ikən dəri texnologiyasının kimyasına dair kurs işi yerinə yetirmişdir. Bu sahədəki işləri davam etdirmək arzusu ilə o, 1949-53-cü illərdə Leninqrad Kimya-Texnologiya İnstitutunun aspiranturasında oxumuşdur.

1953-cü ildə M.Ə.Məmmədyarov texnika elmləri namizədi alimlik dərəcəsi almaq üçün “Formaldehidin dəri kollageni aminturşuları ilə qarşılıqlı təsiri” mövzusunda dissertasiya müdafiə etmişdir. Həmin ildə Bakıya qayıtmışdır və Azərbaycan Elmlər Akademiyasının (EA) Kimya İnstitutunda elmi katib işləmişdir. 1955-ci ildə o, böyük elmi işçi vəzifəsinə keçirilmiş və üzvi sintez sahəsində öz biliklərini təkmilləşdirmək üçün Moskvaya SSRİ EA-nın N.Zelinski adına Üzvi Kimya İnstitutuna uzunmüddətli ezamiyyətə göndərilmişdir. Orada SSRİ EA-nın müxbir üzvü M.F.Şostakovskinin rəhbərliyi altında vinil efirlərinin sintezi və çevrilməsi sahəsində bir sıra elmi işləri yerinə yetirmişdir. Onun üzvi kimya sahəsində ixtisaslaşması belə başlamışdır. 1957-ci ildə Ali Attestasiya Komissiyası tərəfindən “Üzvi kimya” ixtisası üzrə böyük elmi işçi diplomuna layiq görülmüşdür. 1959-cu ildə akademik Y.Məmmədəliyevin dəvəti ilə

Azərbaycan EA Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda böyük elmi işçi kimi fəaliyyətini davam etdirmişdir. 1969-cu ildən həmin institutda laboratoriya rəhbəridir.

1970-ci ildə “Qaynar təbəqə kontaktında  $C_2-C_4$  olefinlərinin yüksək temperaturda xlorlaşması reaksiyasının tədqiqi və alınmış xlorolefinlərin bəzi çevrilmələri” mövzusunda kimya elmləri doktoru dərəcəsi almaq üçün dissertasiya müdafiə etmişdir. 1972-ci ildə “Neft-kimyası və neft-kimya sintezi” ixtisası üzrə professor adını almışdır.

Professor M.Ə.Məmmədیارov 1973-79-cu illərdə Naxçıvan Elm Mərkəzinin təşkilatçısı və ilk rəhbəri olmuşdur. Bu illər ərzində Muxtar Respublikanın təbii sərvətlərindən istifadə yollarının elmi əsaslarının yaranması sahəsində bir sıra nəzərə çarpan tədqiqatlar aparmışdır. Bu işlərin içində 1980-ci ildə Azərbaycan Dövlət Mükafatına layiq görülmüş “Termal mənbələrin təbii karbon qazından istifadəsinin sənaye texnologiyasının işlənilib hazırlanması” işini misal göstərmək olar. 1989-cu ildə isə o, “Neft-kimyası və neft emalı” ixtisası üzrə Azərbaycan EA-nın müxbir üzvü seçilmişdir.

Professor M.Ə.Məmmədیارov elmi-tədqiqat işləri ilə yanaşı, pedaqoji işlərdə məşğul olmuşdur. O, 1967-69-cu illərdə Azərbaycan Dövlət Politexnik İnstitutunda “Lifli maddələrin kimyəvi texnologiyası” və 1975-77-ci illərdə Naxçıvan Dövlət Pedaqoji Universitetində “Üzvi kimya” kursu üzrə dərs demişdir.

Akademik M.Ə.Məmmədیارov neft-kimya sintezi və sintetik yağların yaradılması sahəsində görkəmli alimdir. Onun əsas elmi istiqaməti  $C_2-C_4$  olefinlərin yüksək temperaturda “qaynar təbəqəli” xlorlaşması reaksiyası və alınmış xlorolefinlərin üzvi sintezdə istifadə edilməsindən ibarətdir. Xüsusi ilə, sintez edilmiş xlorolefinlərin dien kondensləşmə reaksiyasına daxil edilməsi, Prins reaksiyası üzrə perxloraliratik spirtlərin alınması, perxlorqlisid efiirlərin sintezi və onların çevrilmələri mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Dien kondensasiyası nəticəsində alınmış bitsiklik adduktların fəza quruluşunun tədqiqinin və eləcə də, dien sintezinin fəza istiqaməti sahəsində araşdırmaların mühüm nəzəri əhəmiyyəti vardır.

Akademik M.Ə.Məmmədیارovun rəhbərliyi altında çoxillik fundamental tədqiqatlar nəticəsində müasir və perspektiv texnika üçün ekstremal şəraitdə işləmək xassələrinə malik olan yeni tipli sintetik yağların sintezinin elmi əsasları işlənilib hazırlanmış, onların istismar parametrləri öyrənilmiş və yüksək temperatura davam gətirən sürtgü materialı kimi aviasiyada işlənməsi tövsiyə edilmişdir.

80-ci illərin əvvəllərində biotexnologiya elminin intensiv inkişafını və onun üzvi kimya ilə bilavasitə əlaqəsini nəzərə alaraq Azərbaycan EA Rəyasət heyətinin qərarı ilə 1981-ci ildə professor M.Məmmədیارov Akademiyanın Mikrobiologiya Bölməsinə (hazırda institutdur) rəhbər təyin edilir. Bu illər



ərzində neft mikrobiologiyası və biotexnologiyası, mikrob mənşəli səthi aktiv maddələrin alınması, mikrob fermentlərinin sintezi sahəsində bir çox mühüm nəticələr əldə edilmişdir. Onun çoxşaxəli istiqamətdə apardığı elmi-tədqiqat işlərinin nəticəsi 3 monoqrafiyada, respublika və xaricdə nəşr olunmuş 280-dən çox elmi məqalə və 45 ixtirada öz əksini tapmışdır.

O, dəfələrlə məruzə ilə Beynəlxalq, Ümumittifaq və respublika səviyyəli konfranslarda, simpoziumlarda, qurultaylarda elmimizi təmsil etmişdir. Rumıniya, Meksika, Misir, Türkiyə kimi xarici ölkələrdə elmi ezamiyyətdə olmuşdur.

Onun xidmətləri 12 hökumət təltifi ilə qiymətləndirilmişdir. 1998-ci ildə Y.Məmmədliyev adına mükafata layiq görülmüşdür.

Alimin elmi tədqiqatlarının nəticələri 3 monoqrafiyada, 300-ə qədər elmi məqalədə və 53 ixtirada öz əksini tapmışdır. Onun rəhbərliyi altında 5 elmlər doktoru, 20 elmlər namizədi hazırlanmışdır.

M.Ə.Məmmədyarov Azərbaycan SSR Dövlət Mükafatı Laureatıdır. 1995-ci ildə Yusuf Məmmədliyev adına medalına, 2005-ci ildə Azərbaycan Respublikasının “Şöhrət” ordeni, elm və texnika sahəsində əldə etdiyi nailiyyətlərə görə İslam Ölkələri İqtisadi İnkişaf təşkilatının «OGS» qızıl medalına layiq görülmüş və diplomla təltif edilmişdir.

2009-cü ildə o, Əməkdar Elm Xadimi fəxri adına layiq görülmüşdür.

## **NAĞIYEV M.F.**

Murtuza Fətulla oğlu Nağıyev 1908-ci il mayın 5-də Cənubi Azərbaycanın Sərab şəhərində fəhlə ailəsində anadan olmuşdur. 1919-21-ci illərdə Aşqabad şəhərinə fəhlə, 1922-26-cı illərdə isə indiki Səttərzan zavodunda xarrat vəzifəsində işləmişdir. 1926-29-cu illərdə Bakı Dövlət Universitetinin (BDU) nəzdindəki fəhlə fakultəsinin tələbəsi olmuşdur. 1929-32-ci illərdə Moskva Neft İnstitutunda, 1932-35-ci illərdə isə Azərbaycan Sənaye İnstitutunda təhsilini davam etdirərək, kimyaçı-texnoloq ixtisası üzrə bitirmişdir. 1932-ci ildə hələ tələbə olarkən əmək fəaliyyətinə V.Strua adına “Krekinq” zavodunda növbə mühəndisi kimi başlamışdır. 1936-38-ci illərdə həmin zavodda baş mühəndis vəzifəsinə qədər yüksəlmişdir. 1938-40-cı illərdə Azərbaycan Elmi Tədqiqat Neft Emalı İnstitutunda Krekinq laboratoriyasına rəhbərlik etmişdir. 1940-42-ci illərdə Azərbaycan Sənaye İnstitutunda “Neftzavod mexanikası” kafedrasında dosent vəzifəsində işləmişdir.

1940-cı ildə “Resirkulyasiya ilə krekinqdə benzin çıxımlarının tədqiqi” mövzusunda namizədlik, 1944-cü ildə isə “Texnologiyanın əsas məsələsi və krekinq prosesinin kinetikası” mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmişdir. 1945-ci ildə “Kimya texnologiyası” ixtisası üzrə professor adına layiq görülmüşdür. 1952-ci ildə Azərbaycan EA-nın həqiqi üzvü seçilmişdir.

Professor M.F.Nağıyev 1942-ci ildən ömrünün sonuna kimi akademiya sistemində işləmişdir. O, 1942-44-cü illərdə SSRİ Elmlər Akademiyasının Azərbaycan Filialının Kimya İnstitutunda Böyük elmi işçi, 1944-cü ildən “Katalitik krekinqin fizikası” şöbəsinin müdiri olmuşdur. 1945-46-cı illərdə Azərbaycan EA Neft İnstitutunda “Neft emalı” şöbəsinin müdiri, 1946-56-cı illərdə isə həmin institutun direktoru və şöbə müdiri vəzifələrində işləmişdir. 1959-61-ci illərdə Azərbaycan EA Neft Kimya Prosesləri İnstitutunun direktoru, 1965-75-ci illərdə isə Azərbaycan EA Kimya Texnologiyasının Nəzəri Problemləri İnstitutunun (KTNPI) yaradıcısı və direktoru olmuşdur.

Akademik M.F.Nağıyev elmi-tədqiqat fəaliyyətini elmi təşkilat işi ilə uzlaşdıran görkəmli alimlərdəndir. O, uzun müddət akademiya institutlarına rəhbərlik etməklə yanaşı, 1952-57-ci illərdə Azərbaycan EA Fizika-Texnika Bölməsinin akademik-katibi, 1957-59-cu illərdə Azərbaycan EA-nın vitse-prezidenti, 1961-66-cı illərdə isə Azərbaycan EA Baş elmi katibi olmuşdur. 1958-ci ildən ömrünün sonuna kimi keçmiş SSRİ Ali Təhsil Nazirliyi nəznindəki Ali Attestasiya Komitəsinin üzvü olmuşdur. O, həmçinin, keçmiş SSRİ-dəki Neft Konqresinə dair Beynəlxalq komitənin (1962), Qarşılıqlı İqtisadi Yardım Şurası Kimya Komissiyasının (1960-1975) üzvü olmuşdur.

Murtuza müəllim elmi fəaliyyəti ilə yanaşı pedoqoji işlə də daima məşğul olmuşdur. O, uzun müddət ASİ-nin kimya-texnologiyası fakültəsinə “Krekinq proseslərinin texnologiyası” fənnindən dərs demiş, 1959-60-cı illərdə BDU-nun “Fiziki kimya” kafedrasına rəhbərlik etmiş və “Kimyəvi-texnika” sahəsi üzrə xüsusi kurslarda tələbələrə mühazirələr oxumuşdur. Ana dilimizdə neftin texnologiyasına dair ilk dərslik onun qələminin məhsuludur. “Kimya texnologiyasında resirkulyasiya proseslərinin nəzəriyyəsi” monoqrafiyası dünyanın bir sıra (ingilis, alman, çin) dillərinə çevrilmişdir.

Akademik M.F.Nağıyevin əsas elmi işləri neft kimyası və texnologiyasına, kimyəvi reaksiyaların kinetika və termodinamikasına həsr edilmişdir. Onun adı ilə yeni bir elm sahəsi-kimya texnologiyasının nəzəriyyəsi yaranmış və inkişaf edərək müstəqil bir elm halına gəlib çatmışdır. Çox geniş elmi dünya görüş dairəsinə malik olan M.F.Nağıyev fizika, kimya, kibernetika, riyaziyyat və iqtisadiyyat kimi elmləri özündə birləşdirən resirkulyasiya proseslərinin nəzəriyyəsini yaratmışdır. Bu isə mürəkkəb kimya-texnologiya prosesləri kompleksinin optimallaşdırılması və idarə edilməsinin mümkün olan yeganə elmi yoludur. Bütün dünyada etiraf edilmişdir ki, resirkulyasiya nəzəriyyəsindən istifadə edilmədən kimya kombinatlar qurğularını, hətta, ayrıca reaktorları belə layihələşdirmək qeyri mümkündür. Onun çoxillik elmi tədqiqatlarının nəticəsində kimya texnologiyasının aşağıdakı nəzəri məsələləri: kimya reaktorlarının potensial imkanlarının tapılması; realizə olunan təcrübi proseslərin optimallaşdırılmasının artırılması; resirkulyasiya sistemləri üçün katalizatorun seçilməsi və tədqiqi; əks əlaqəli sistemlərin həyata keçirilməsi ilə təcrübi

proseslərin tədqiqi; maksimum səmərəliliklə işləyən kimya komplekslərinin işlənilib hazırlanması öz həllini tapmışdır. Beləliklə, onun işləyib hazırladığı resirkulyasiya prosesləri nəzəriyyəsi kimya texnologiyası ilə əlaqədar komplekslərin riyazi modelləşdirilməsinin əsasını təşkil edir.

Akademik M.F.Nağıyev çoxsahəli elmi-tədqiqat işlərinin nəticələri 30 fundamental monoqrafiyada, 30 elmi əsərdə və müəlliflik şəhadətnaməsində öz əksini tapmışdır. Onun rəhbərliyi ilə 3 elmlər doktoru, 30 elmlər namizədi hazırlanmışdır. Respublikada elmin inkişafına və elmi kadrların hazırlanmasındakı xidmətlərinə görə 1956-cı ildə Azərbaycan SSR Əməkdar Elm Xadimi adına layiq görülmüşdür.

Akademik M.F.Nağıyev Azərbaycan elmini ən möhtəşəm Beynəlxalq konqress, simpozium və konfranslarda ləyaqətlə təmsil etmişdir. O cümlədən, 1956-cı ildə Filadelfiyada, 1968-ci ildə Moskvada kataliz üzrə keçirilən beynəlxalq konqreslərdə, 1962-ci ildə Nyu-Yorkda keçirilən Beynəlxalq neft konqresində, 1965 və 1966-cı illərdə Moskvada keçirilən nəzəri və tətbiqi kimyaya dair Beynəlxalq konqreslərdə iştirak etmiş və dərin məzmunlu məruzələrlə çıxış etmişdir. Belçikada (1958), Fransada (1960), İngiltərədə (1966), Çexoslovakiyada (1964), kimi ölkələrə dəvət edilmiş və orada mühazirələr oxumuşdur.

Akademik M.F.Nağıyev görkəmli ictimai xadim kimi Azərbaycan SSR Ali Sovetinin (AS) 4,5,6-cı çağırışlarının deputatı olmuşdur.

Onun elm qarşısındakı əməyi Dövlət tərəfindən qiymətləndirilərək, 1969-cu ildə ən yüksək mükafata Sosialist Əməyi Qəhrəmanı adına layiq görülmüşdür. O, həmçinin, Lenin, Qırmızı Əmək Bayrağı ordenləri ilə və bir sıra medallarla, Azərbaycan SSR AS-nin Fəxri Fərmanı ilə təltif olunmuşdur.

Akademik M.F.Nağıyev bir sıra monoqrafiyaların redaktoru, 1961-75-ci illərdə Azərbaycan Kimya Jurnalının redaktoru, Azərbaycan EA məruzələri və "Neft-kimyası" (Moskva) toplularının redaksiya heyətinin üzvü olmuşdur.

M.F.Nağıyev 1975-ci il yanvar ayının 28-də uzun sürən xəstəlikdən sonra vəfat etmişdir. Akademik M.F.Nağıyevin adını əbədləşdirmək məqsədilə yaratdığı və rəhbərlik etdiyi Azərbaycan EA Kimya Texnologiyasının Nəzəri Problemləri İnstitutuna 1991-ci ildə onun adı verilmişdir.

## **NAĞIYEV T.M.**

Tofiq Murtuza oğlu Nağıyev 1941-ci il martın 4-də Bakı şəhərində ziyalı ailəsində anadan olmuşdur. Bakı şəhər 6 saylı orta məktəbi bitirdikdən sonra, 1959-cu ildə Bakı Dövlət Universitetinin (BDU) kimya fakültəsinə qəbul olmuşdur. 1964-cü ildə BDU-nu bitirmiş və 1965-ci ildə əmək və elmi fəaliyyətinə Azərbaycan EA M.Nağıyev adına Kimya Texnologiyasının Nəzəri

Problemləri İnstitutunda (KTNPI) başlamışdır. Hazırda Azərbaycan Elmlər Akademiyası akad. M.F.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-Üzvi Kimya İnstitutunda “monooksikenaz reaksiyaların modelləşdirilməsi” laboratoriyasına rəhbərlik edir.

1967-ci ildə “Etilbenzolun stirola əlaqəli dehidrogenləşməsi reaksiyasının öyrənilməsi” mövzusunda namizədlik, 1973-cü ildə isə A.Topçiyev adına SSRİ EA-nın Neft-Kimya Sənayesi İnstitutunun Elmi Şurasında “Praktiki cəhətdən mühüm karbohidrogenlər sırasının və onların törəmələrinin əlaqəli dehidrogenləşməsi və hidrogenoliz reaksiyalarının kinetikasının və mexanizminin tədqiqi” mövzusunda doktorluq dissertasiyası müdafiə etmişdir. 1976-cı ildə “Fiziki kimya” ixtisası üzrə professor adına layiq görülmüşdür. 1989-cu ildə Azərbaycan EA-nın müxbir üzvü seçilmişdir.

Professor T.M.Nağıyev bioimitasiya katalizi sahəsində görkəmli alimdir. O, qarşılıqlı əlaqəli reaksiyaların nəzəriyyəsini inkişaf etdirərək, kimyəvi reaksiyaların interferensiyası haqqında konsepsiya irəli sürmüşdür. Bu da əlaqəli reaksiyalar haqqındakı ideyanın inkişafı və təbii olaraq onun ümümləşməsidir. Onun tərəfindən istənilən formada qarşılıqlı əlaqəli reaksiyaları keyfiyyət və kəmiyyətə qiymətləndirmək üçün riyazi formula çıxarılmış və kimyəvi interferensiyanın determinant şkalası təklif edilmişdir. Bununla da o, əslində mexanizmi az öyrənilmiş çoxlu sayda mürəkkəb reaksiyaların kinetikasını analiz etmək üçün yeni metod işləyib hazırlamışdır.

T.M.Nağıyev katalitik əlaqəli reaksiyalar şəraitində, eləcə də, orqanizmin hüceyrələrində baş verən mitoxondrial proseslərdə, həmçinin, membranlarda katalaza hadisəsinin nəzəri cəhətdən analiz edərək, membranlarda kimyəvi əlaqəli reaksiyaların mexanizmini izah etmək üçün bir sıra fundamental mülahizələr irəli sürmüşdür. O, kimyəvi əlaqəli mitoxondrial proseslərin (bioenerji) “hüceyrələrdə kimyəvi enerjinin akkumulyatorları” yeni konsepsiyasının müəllifidir. Bu özündə ümumi qəbul edilmiş iki hipotezə – kimyəvi enerji və intermediat kimi H<sup>+</sup> ionunu əsas qəbul edən osmos-kimyasını birləşdirir. Mitoxondriya fəaliyyətinin əsasında qurulmuş əlaqəli katalitik proseslərin ideallaşdırılmış modellərinin nəzəri məsələləri həll edilmişdir. Təklif etdiyi müvafiq kinetik göstəricilərə malik HO<sub>2</sub>-asılı elementar reaksiyaların gedişi ona belə bir müddəanı aydınlaşdırmağa imkan verir: radikalın əvəz olunması reaksiyalarında iki son maddə və bir sərbəst radikal alınır və nəticədə alınan radikal ilkin maddədən daha aktiv olur. Onun apardığı təcrübi tədqiqatların nəticəsində hidrogen peroksidin indiyə qədər məlum olmayan kimyəvi reaksiyaları induksiya etmək xassəsi müəyyən edilmişdir. Hidrogen peroksidin qeyd edilən xassəsi yeni tip əlaqəli oksidləşmə reaksiyalarında: atmosfer azotunun oksidləşdirici funksiya ilə N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> və H<sub>8</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yeni alınma reaksiyası; üzvi birləşmələrin yüksək çıxım və seçiciliklə dehidrogenləşməsi; olefinlərin birbaşa kataliz olmadan epoksidləşməsi; metanın metil spirtinə, formaldehidə və hidrogen tərkibli qaza çevrilməsi əldə edilmişdir.

Professor T.M.Nağıyev katalaza fermentinin iki ardıcıl mərhələsinin

stereokimyəvi tədqiqini kompyuter modelləşdirilməsi ilə hidrogen peroksidin parçalanmasının daha dürüst ehtimal edilən mexanizmini təklif etmişdir. O, ilk dəfə olaraq biokimyəvi proseslərin modelləşdirilməsi əsasında əldə etdiyi xarakteristikalara görə fermentativ və kimyəvi kataliz arasında yerləşən aralıq sahəni imitasion kataliz adlandırmışdır. Fermentativ və kimyəvi katalizin oxşar və fərqli cəhətlərinin analizi əsasında imitasiya katalizinin meyarı yaradılmışdır.

Onun tərəfindən sintez edilmiş çoxflüorlu dəmir-porfirin heterogen biosimulyatoru, təbii enzim və məlum biosimulyatorlardan fərqli olaraq istiliyə qarşı davamlıdır və oksidləşdiricilərin təsirindən destruksiyaya məruz qalmır. Bütün bunlar isə onun istismarı şəraitində müstəsna dərəcədə səmərəli katalizator olmağını bir daha sübut edir.

Akademik T.M.Nağıyevin bir sıra ixtiraları Ufa Sintetik spirt zavodunda, Novosibirsk şəhərində qapalı müəssisədə tətbiq edilmişdir. Onun apardığı tədqiqatların nəticələri ölkəmizdə, MDB və xarici ölkələrdə çap edilən 280 elmi əsərdə öz əksini tapmışdır. O, 33 müəlliflik şəhadətnaməsinin, 2 patentin müəllifidir. Onun rəhbərliyi ilə 20 elmlər namizədi hazırlanmışdır.

Akademik T.M.Nağıyevin “Kimyəvi əlaqə” adlı fundamental monoqrafiyası 1989-cu ildə “Elm” nəşriyyatında (Moskva şəhərində), onlarla icmal məqalələri xaricdə, o cümlədən, 1974-cü ildə Amerika Kimya Cəmiyyətinin “Advances in Chemistry” illik məcmuəsində, 1992-ci ildə ABŞ-da “Charge and field Effects in Biosystems - 3” kitabında dərc edilmişdir. O, dəfələrlə xaricə uzunmüddətli ezamiyyətə dəvət edilmişdir. 1970-71-ci illərdə Fransa Neft İnstitutunda (Ryuel-Malmezon) elmi ezamiyyətdə olmuşdur. 1987, 1990, 1991-ci illərdə 3 dəfə ABŞ-ın Vircini Universitetinə (Riçmond) mühazirələr oxumaq üçün dəvət edilmiş və professor C.Terner ilə birlikdə katalaza və monooksigenaza biosimulyatorlarına dair birgə tədqiqat aparmışdır. ABŞ-ın Pensilvan, Viskon Corcaun universitetlərində və “Du Pont” firmasının EM-də əlaqəli proseslərə, katalaza və monooksigenaza reaksiyalarının mexanizminə və imitasion katalizə dair mühazirə oxumuşdur. 1989-90-cı illərdə İsveçdə (Lund şəhəri) görkəmli üzvi kimyaçı Solo Qronovits ilə birlikdə tiopen törəmələrinin hidrogen peroksid ilə əlaqəli oksidləşməsinə dair elmi-tədqiqat işləri aparmışdır.

## **ORUCOVA İ.M.**

İzzət Mirzəağa qızı Orucova 1909-cu il sentyabrın 16-da Bakı şəhərində bağban ailəsində doğulmuşdur. Orta təhsilini Hüseyn Cavid adına orta məktəbdə almışdır. 1927-ci ildə Azərbaycan Sənaye İnstitutunun neft-texnologiyası fakültəsinə daxil olmuş və oranı 1932-ci ildə bitirmişdir. Həmin il Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Neft Emalı İnstitutunda (AETNEİ) laborant vəzifəsində əmək fəaliyyətinə başlamışdır. İnstitut divarları arasında o, inkişaf edib püxtələşərək

laborant vəzifəsindən laboratoriya rəhbərliyinə qədər yüksəlmişdir.

II Dünya müharibəsi illərində İ.M.Orucova tankları sıradan çıxarmaq üçün istifadə edilən yandırıcı butulkalara ampula hazırlayan kimyaçılar cərgəsində olmuşdur.

İzzət xanım 1947-ci ildə “Transformator və turbinlərdə işlənən yağların keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması və neftdən sürtkü yağlarının alınması” mövzusunda namizədlik, 1962-ci ildə isə “Bakı neftindən aşağı temperaturda donan yağlar alınması texnologiyasının işlənilib hazırlanması və onların keyfiyyətinin aşqarla “yaxşılaşdırılması” mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə edərək texnika elmləri doktoru elmi dərəcəsini almışdır. Həmin ildə də professor adına layiq görülmüşdür. Keçmiş Sovetlər İttifaqında “Neftin texnologiyası” üzrə birinci elmlər doktorluğu dərəcəsi alan qadın İzzət xanım Orucova olmuşdur.

1964-cü ildə aşqarlar kimyası və sürtkü yağları sahəsində apardığı elmi işlərinə görə və bu sahədə elmi kadrların yetişdirilməsinə görə ona “Azərbaycan SSR əməkdar elm və texnika xadimi” fəxri adı verilmişdir. 1967-ci ildə “Neft-kimyası” ixtisası üzrə Azərbaycan Elmlər Akademiyasının müxbir üzvi, 1972-ci ildə isə həqiqi üzvü seçilmişdir.

İzzət xanım Orucova əvvəllər AETNEİ-də “Aşqarların sintezinin texnologiyası” laboratoriyasına, sonralar 1959-cu ildən Azərbaycan EA Neft Kimya Prosesləri İnstitutunda və 1965-67 ci illər Azərbaycan EA Aşqarlar Kimyası İnstitutunda (AKİ) həmin adlı laboratoriyaya rəhbərlik etmişdir. 1967-71-ci illərdə Azərbaycan EA Qeyri-üzvi və Fiziki Kimya İnstitutunun (QÜFKİ) direktoru vəzifəsində çalışmışdır. 1971-ci ildən ömrünün axırına kimi İ.M.Orucova Azərbaycan EA AKİ-də “Mühərrik yağları üçün aşqar kompozisiyaları” laboratoriyasına rəhbərlik etmişdir.

1970-ci ildə akademik İ.M.Orucova aşqarların sintezi, onların əsasında sürtkü kompozisiyası yaradılması və sənayedə tətbiqi işlərinə görə Azərbaycan Dövlət Mükafatı Laureatı adına layiq görülmüşdür.

İzzət xanım sürtkü yağlarının istehsalı, texnologiyası və onlara aşqar kompozisiyalarının yaradılması və tətbiqi sahəsində görkəmli alim idi. Onun elmi-tədqiqat işlərinin əsas obyekt müasir neft kimyasının ən mühüm problemlərindən biri olan sürtkü yağlarının istehsalı və onların keyfiyyətinin müxtəlif yollarla yaxşılaşdırılmasıdır. O, neft yağlarının yeni çeşidlərinin alınma texnologiyasının işlənilib hazırlanmasında, selektiv təmizləmə və parafinsizləşdirmə proseslərinin təkmilləşməsində, alkilfenol və sulfonat tipli yeni aşqarların hazırlanması və sənayedə tətbiqində yaxından iştirak etmişdir.

Akademik İ.M.Orucova Kanada, Almaniya, Macarıstan və Portuqaliya kimi xarici ölkələrdə sürtkü yağları və aşqarlara dair keçirilmiş simpoziumlarda respublika kimya elmini təmsil etmişdir. O, neft kimyasının müxtəlif problemlərinə dair 200-dən artıq elmi məqalənin, 30-a qədər müəlliflik

şəhadətnaməsinin və 3 monoqrafiyanın müəllifidir. Yüksək ixtisaslı kadrların hazırlanmasında İzzət xanımın xidməti vardır. Onun bilavasitə rəhbərliyi ilə 2 elmlər doktoru və 11 elmlər namizədi hazırlanmışdır.

İzzət xanım həmçinin ilk azərbaycanlı kino aktrisası olmuşdur. O, hələ tələbə ikən C. Cabbarlının eyni adlı pyesləri əsasında səhnə təcəssümünü tapmış “Sevil” (1929) və “Almaz” (1936) filmlərində baş rollarda çəkilmiş, Azərbaycan qadınının lirik, canlı obrazını yaratmaq şərəfinə layiq olmuşdur. O, hökumət tərəfində Lenin, Oktyabr İnkilabı, Qırmızı Əmək Bayrağı, “Şərəf nişanı” ordenləri və bir sıra medallarla təltif edilmişdir.

Akademik İ. Orucova vaxtaşırı Dövlət orqanlarına, XII çağırış Bakı Şəhər Sovetinə və müxtəlif vaxtlarda 4 dəfə indiki Səbail rayonuna deputat seçilmişdir.

Akademik İ. Orucovanın ictimai fəaliyyət dairəsi çox geniş olmuşdur. O, Azərbaycan-Almaniya cəmiyyətinin sədri, Səbail rayonu Qadınlar Cəmiyyətinin sədri, Azərbaycan Sovet Ensiklopediyasının redaksiya heyətinin üzvü olmuşdur. Onun adı Respublika Şərəf Kitabına salınmışdır.

1983-cü il aprel ayının 4-də İzzət xanım dünyasını dəyişmişdir.

## **RÜSTƏMOV M.İ.**

Musa İsmayıl oğlu Rüstəmov 1930-cu il mayın 8-də Ordubad şəhərində qulluqçu ailəsində anadan olmuşdur. 1937-ci ildə Ordubad şəhərinin 1 saylı orta məktəbinin 1-ci sinfinə daxil olmuş və oranı 1947-ci ildə gümüş medalla qurtarmışdır. Həmin ildə Azərbaycan Sənaye İnstitutunun kimya texnologiyası fakültəsinə qəbul olmuş və 1952-ci ildə oranı kimyaçı-texnoloq ixtisası üzrə bitirmişdir. İnstitutu bitirdikdən sonra o, Azərbaycan Elmi Tədqiqat Neft Emalı İnstitutunda mühəndis kimi elmi fəaliyyətə başlamışdır. 1959-cu ildən 1988-ci ilə qədər Azərbaycan Elmlər Akademiyası (EA) Y. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda (NKPI) kiçik və böyük elmi işçi, laboratoriya müdiri və elmi işlər üzrə direktor müavini vəzifələrində çalışmışdır. 1988-ci ildən NKPI-nin direktoru olmuşdur. 2011-ci ildən institutda direktorun müşaviri vəzifəsində fəaliyyətini davam etdirir.

M.İ. Rüstəmov 1961-ci ildə “Kontakt-katalitik heterogen proseslərin aparılması üçün kiçik dispersli materialların birbaşa axınının tətbiqi ilə yeni yüksək səmərəli sistemlərin işlənilib hazırlanması” mövzusunda namizədlük, 1968-ci ildə isə “Neft xammalının birbaşa axın reaktorlarında katalitik krekinq prosesinin işlənilib hazırlanması və tətbiqi” mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə edərək texnika elmləri doktor dərəcəsinə almışdır. 1971-ci ildə “Neft-kimyası” ixtisası üzrə professor adına layiq görülmüşdür.

Professor M.İ. Rüstəmov 1980-ci ildə Azərbaycan EA-nın müxbir üzvü, 1989-cu ildə isə Azərbaycan EA-nın həqiqi üzvü seçilmişdir.

Professor M.İ.Rüstəmov elmi-tədqiqat işlərini pedaqoji fəaliyyəti ilə uzlaşdıran alimdir.1993-95-ci illərdə o, Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyası (ADNA) kimya texnologiyası fakültəsinin professoru kimi neft və qazın emalı texnologiyasından mühazirələr oxumuşdur.

Akademik M.İ.Rüstəmov neft emalının dərinləşməsi üçün heterogen kataliz proseslərinin yaradılması sahəsində görkəmli alimdir. Onun elmi işləri əsasən heterogen kataliz prosesləri texnologiyasının tədqiqinə həsr olunmuşdur. Onun rəhbərliyi altında heterogen kontakt-katalitik proseslərinin aparılması üçün “lift reaktor” sistemlərinin elmi əsasları işlənib hazırlanmış və nəticədə katalitik krekinq sistemlərinin yeni nəsli Q-43-107 sistemi yaradılmışdır. Bu yüksək səmərəli sistem keçmiş SSRİ-nin bir sıra zavodlarında və indiki Heydər Əliyev adına Neft Emalı zavodunda tətbiq olunmuşdur. Tədqiqatların bir qismi neft emalı nəticəsində alınan məhsulların keyfiyyətlərinin yaxşılaşdırılmasına və ekoloji cəhətdən təmiz olan texnologiyaların yaradılmasına yönəldilmişdir. Onun rəhbərliyi altında respublikamızda hidrogenin energetikası üzrə tədqiqat işlərinin əsası qoyulmuşdur. Izoquruluşlu olefinlərin alınması məqsədilə yeni destruktiv izomerləşmə prosesi yaradılmışdır; bir atomlu spirtlərin iştirakı ilə katalitik krekinq və destruktiv izomerləşmə proseslərindən alınan benzin fraksiyalarının aşağı temperaturda qarşılıqlı təsiri nəticəsində oksigentərkibli, yüksəkoktanlı (oktan ədədi 110-115) birləşmələrin (efirlərin) alınma prosesi işlənib hazırlanmışdır. Akademik M.İ.Rüstəmovun ən vacib elmi istiqamətlərindən biri də Azərbaycan Neft Emalı və Neft-kimya sənayesinin kompleks inkişaf sxemlərinin işlənib hazırlanmasıdır. Onun rəhbərliyi ilə təkrar olunan və təkrar olunmayan enerji daşıyıcılarının Respublikamızda gələcək istifadəsi konsepsiyası hazırlanır. Onun neft kimyası, kimyəvi kinetika və kataliz, yanacaq və qazın kimya texnologiyasının proses və aparatları sahəsində apardığı çoxcəhətli elmi tədqiqatlarının nəticələri elmi əsərlərdə, o cümlədən, 1 monoqrafiyada öz əksini tapmışdır. 127-dən artıq müəlliflik şəhadətnaməsi və xarici ölkələrin patentini almışdır. Əsərlərinin 180-i respublikada, 200-ü keçmiş SSRİ-də çap olunmuşdur. Bütövlükdə 548 elmi əsərin, o cümlədən 10 kitabın müəllifidir.

Elmi kadrların yetişməsinə xüsusi diqqət yetirən M.İ.Rüstəmov 13 elmlər doktoru və 44 elmlər namizədi hazırlamışdır.

Akademik M.İ.Rüstəmov Şərqi Avropa ölkələri akademiyaalarının neft-kimyası problemi üzrə birgə işlənən katalitik krekinq və destruktiv izomerləşmə mövzusunun rəhbəri olmuşdur. Ümumdünya hidrogen energetika Assosiasiyasının üzvü və 1976-82-ci illərdə keçmiş SSRİ EA Rəyasət heyətinin hidrogen energetikası üzrə komissiya bürosunun üzvü olmuşdur. O, keçmiş SSRİ-də keçirilmiş 30-dan artıq və xaricdə 15 mütəbər simpozium və konfranslarda iştirak etmişdir. 1994, 1996 və 1998-ci illərdə keçirilən Beynəlxalq Bakı neft-kimya konfranslarının təşkilatçısı olmuşdur.

Akademik M.İ. Rüstəmov Rusiya EA-nın kataliz və neft kimyasına dair bir



sıra Elml-Tədqiqat institutları ilə yanaşı Türkiyənin Egey Universiteti, Yüksək texnoloji Universiteti (İzmir), Ankara Universiteti, Orta Doğu Universiteti, ABŞ-ın Günəş Enerjisinin Çevrilməsi İnstitutu (Florida) və Mayami Universitetinin Təmiz Enerji İnstitutu ilə birgə elmi tədqiqatlar apararaq daimi əlaqələri davam etdirir.

O, elmdə əldə etdiyi nailiyyətlərə və elmi kadrların hazırlanmasında olan əməyinə görə 1979-cu ildə Azərbaycan SSR əməkdar elm xadimi, 1982-ci ildə isə iki mərhələli katalitik krekinq prosesinin yaradılmasına görə Azərbaycan SSR Dövlət Mükafatı Laureatı adlarına layiq görülmüşdür. 2000-ci ildə İslam ölkələri İqtisadi Əməkdaşlıq Təşkilatı EKO-nun elm və texnologiya üzrə mükafatına layiq görülmüşdür.

M.İ. Rüstəmov Azərbaycan EA-nın “Neft emalı və neft kimyası” Elmi Şurasının (EŞ) sədri, Rusiya EA-nın “Kataliz” və “Neft kimyası” üzrə EŞ-ların, Azərbaycan Kimya Jurnalının redaksiya heyətinin üzvü, elmi dərəcələrin alınması üzrə NKPI İxtisaslaşmış Elmi Şurasının üzvü, “Neft Kimyası və Neft Emalı Prosesləri” jurnalının baş redaktorudur.

### **RIZAYEV R.N.**

Ramiz Həsənzadə oğlu Rizayev 1939-cu il noyabrın 2-də Naxçıvan şəhərində müəllim ailəsində anadan olmuşdur. 1957-ci ildə Naxçıvan şəhər 3 saylı məktəbini gümüş medalla bitirmişdir. 1957-62-ci illərdə Bakı Dövlət Universitetinin kimya fakültəsini fərqlənmə diplomu ilə başa vurduqdan sonra, təyinatla Ümumittifaq Elmi-Tədqiqat Olefinlər İnstitutuna göndərilmiş və orada kiçik elmi işçi vəzifəsində işləmişdir. 1962-ci ildə Azərbaycan Elmlər Akademiyası (EA) Y.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu(NKPI) “Monomerlər kimyası” laboratoriyasının istehsalatdan ayrılmaqla aspirantı olmuş və həmin laboratoriyada baş mühəndis, kiçik və böyük elmi işçi vəzifələrində işləmişdir. 1973-85-ci illərdə Azərbaycan EA NKPI-də “Sənaye katalizatorlarının kimyası və texnologiyası” laboratoriyasının müdiri olmuşdur. 1985-ci ildə Azərbaycan EA Qeyri-üzvi və Fiziki Kimya İnstitutunun direktoru vəzifəsində çalışmışdır. 1993-cü ildən Azərbaycan Respublikasının Rusiya Federasiyasında Fövqəladə və Səlahiyyətli səfiri olmuşdur.

1965-ci ildə “Bəzi alkiləvəzli tsikloheksanların oksidləşdirici ammonoliz reaksiyalarının tədqiqi” mövzusunda namizədlik, 1974-cü ildə isə “Bəzi aromatik karbohidrogenlərin oksidləşdirici ammonoliz proseslərinin öyrənilməsi” mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmişdir. 1978-ci ildə “Neft-kimyası və neft-kimya sintezi” ixtisası üzrə professor adına layiq görülmüşdür. 1983-cü ildə Azərbaycan EA-nın müxbir, 2001-ci ildə isə həqiqi üzvü seçilmişdir.

Professor R.N.Rizayev homogen kataliz sahəsində görkəmli alimdir. Onun əsas elmi-tədqiqatları praktiki cəhətdən çox mühüm əhəmiyyət kəsb edən yumşaq və qoşulma oksidləşmə proseslərinə uyğun gələn katalitik təsirlərin öyrənilməsinə həsr edilmişdir. Onun rəhbərliyi ilə əldə edilən fundamental nəticələr aromatik birləşmələrin oksidləşdirici ammonoliz proseslərini həyata keçirən unikal katalitik xassə daşıyan bir sıra sənaye katalizatorlarının yaradılmasına gətirib çıxarmışdır. Onun praktikada həyata keçmiş elmi konsepsiyasının hesabına, keçmiş SSRİ-də ilk dəfə olaraq benzonitril, tereftonitril və ftaponitrilin alınma texnologiyası işlənib hazırlanmış və sənaye miqyasında kompleks qurğusunda həyata keçirilmişdir. Qeyd edilən aromatik nitrillərin sənaye miqyasında alınması keçmiş SSRİ-nin bir sıra elmi-tədqiqat mərkəzlərində, təcrübi konstruktor işlərinin əsasında gələcəyi olan yeni materialların alınması işinə əhəmiyyətli dərəcədə təkan vermişdir.

Onun tərəfindən işlənib hazırlanmış proses nəticəsində aromatik nitrillərdən istifadə edən Orexovo-Zuyevo Karbolit zavodu, Leninqrad Laylay plastik zavodu, Kuskov Kimya zavodu, Perm Plastmas zavodu, Monzen evtikmə kombinatı, Daşkənd Komfort İstehsalat Birliyində dünya standartlarından geri qalmayan xalq təsərrüfatı və müdafiə əhəmiyyətinə malik, zərbəyə qarşı dözümlü, zəhərsiz qida və elektrotexnika üçün plastmas, bəzək kağızları üçün lay-lay plastiklər, unikal dielektrik göstəricilərə malik odadavamlı materiallar, boyalar, stabilizatorlar, sintetik qatranlar və s. istehsal edilir. O, ixtiralarına ABŞ, İngiltərə, Yaponiya, Fransa, AFR, Belçika və digər inkişaf etmiş ölkələrin 30-dan çox patentini almışdır.

Akademik R.N.Rizayevin apardığı belmi-tədqiqat işlərinin nəticələri 1 fundamental monoqrafiyada, 240-dan çox elmi əsərdə, 50 müəlliflik şəhadətnaməsində, 30-dan çox xarici patentdə öz əksini tapmışdır. Onun rəhbərliyi ilə 7 elmlər doktoru, 24 namizəd hazırlanmışdır.

Akademik R.N.Rizayev dəfələrlə xarici ölkələrdə elmi ezamiyyətlərdə olmuş, o cümlədən, Ruminiyada (1971), AFR (1972), Niderlandda (1976, 1981, 1992), İsveçdə (1978) elmi məruzələrlə çıxış etmişdir. O, kimya sənayesində əməkdaşlıq üzrə keçmiş Sovet-Niderland işçi qrupunun üzvü (1981-1991) olmuşdur. Dünyanın ən mötəbər kimya konserni "AKZO"-nun Mançester və Amsterdamda olan Elm Mərkəzləri ilə, AFR-in Leypsiq Universiteti və Hindistanın Heydərabad Universitetləri ilə birgə tədqiqatlar aparır.

Akademik R.N.Rizayev elmi-təşkilatçılıq işləri ilə yanaşı geniş elmi-ictimai fəaliyyətdə olan alimlərdəndir. O, keçmiş SSRİ EA-nın "Kataliz" Elmi Şurasının üzvü, SSRİ Nazirlər Kabineti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının (AAK) üzvü və neft-kimya üzrə ekspert şurasının üzvü, Azərbaycan Respublikası yanında AAK kimya üzrə ekspert şurasının sədri və bir sıra ixtisaslaşmış müdafiə Elmi Şuralarının üzvü olmuşdur. O, hazırda nəşr edilən "Neft-kimya" jurnalının redaksiya heyətinin üzvüdür.

O, Azərbaycan SSRİ Ali Sovetinin Fəxri Fərmanı, “Əmək rəqabətinə görə” medalı ilə təltif olunmuşdur.

### **SADIQOV K.İ.**

Kamil İsmayıl oğlu Sadıqov 1927-ci il fevralın 27-də Şimali Osetiyanın paytaxtı Vladıqafqaz şəhərində anadan olmuşdur. 1934-cü ildə Bakı şəhərindəki 13 sayılı natamam orta məktəbin birinci sinfinə daxil olmuş, 1940-cı ildə həmin məktəbdə 7 illik təhsil aldıqdan sonra 1941-44-cü illərdə Əczaçılıq Texnikumunda oxumuşdur. 1944-49-cu illərdə Bakı Dövlət Universitetinin kimya fakültəsində ali təhsil almışdır. Hələ beşinci kursda oxuyarkən Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Neft Emalı İnstitutunda (AETNEİ) laborant vəzifəsində çalışmışdır. Universiteti bitirdikdən sonra həmin institutda mühəndis vəzifəsində işləmiş və 1953-56-cı illərdə aspiranturada oxumuşdur. O, 1956-cı ildə kimya elmləri namizədi dərəcəsini almaq üçün “Avtotraktor yağlarına sulfonat aşqarların sintezi və tədqiqi” mövzusunda namizədlik dissertasiyasını müdafiə etmişdir.

1954-cü ildən AETNEİ-də və sonralar Azərbaycan Elmlər Akademiyası (EA) Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda kiçik və böyük elmi işçi vəzifələrində çalışmışdır. 1965-ci ildə Azərbaycan EA Aşqarlar Kimyası İnstitutunun yaranmasından 1990-cı ilə qədər “Sulfonat aşqarları” laboratoriyasının müdiri olmuş, 1967-ci ildən isə “Mühərrik yağlarına yağlayıcı və soyuducu mayelərə aşqarlar” laboratoriyasına rəhbərlik edir. 1968-ci ildə “Mühərrik yağlarına yuyucu və oksidləşmənin qarşısını alan aşqarların sintezi, texnologiyasının tərtibi və sənayedə tətbiqi sahəsində tədqiqatlar” mövzusunda doktorluq dissertasiyası müdafiə etmişdir. O, 1969-cu ildə professor adına layiq görülmüşdür. O, 1980-ci ildə Azərbaycan EA-nın müxbir üzvü, 1995-ci ildə Nyu-York EA-nın həqiqi üzvü seçilmişdir.

Professor K.İ.Sadıqov aşqarların sintezi və tətbiqi sahəsində görkəmli alimdir. Onun əsas elmi istiqaməti mühərrik yağları və yağlayıcı-soyuducu mayelərə (YSM) yüksək təsirli aşqarların sintezi, tədqiqi, istehsal texnologiyasının işlənilməsi, effektiv aşqar kompozisiyaların tərtib edilməsi və onların sənaye miqyasında tətbiqindən ibarətdir.

Onun rəhbərliyi ilə yüksək səmərəli neft sulfonatların sintezi üçün ilkin xammalın seçilməsinin elmi əsasları işlənilib hazırlanmış, bu isə məqsədyönlü sintezlərin həyata keçirilməsinə və effektiv sulfonat aşqarlarının (Az Nİİ-5, SB-3, SB-Zu, SK-3) texnologiyasının yaradılmasına və sənayedə tətbiqinə gətirib çıxarmışdır.

Neft, sintetik və yarım sintetik xammallar əsasında müasir texnikanın tələblərinə cavab verən və öz səmərəliliyinə görə xarici oxşar aşqarlardan heç də geri qalmayan bir sıra neytral (NSK tipli), orta və yüksək qələvi (S-75, S-150, S-

300) tipli sulfonat aşqarlarının istehsal texnologoyası işlənilib hazırlanmış və sənayedə tətbiq edilmək üçün tövsiyə edilmişdir. Onun tərəfindən aparılan elmi-tədqiqat işlərinin nəticələri Bakı baza yağları əsasında yüksək yuyucu-dispersiyaedici, yeyilmə və s. qarşı xassələrinə malik olan, yüksək keyfiyyətli mühərrik yağlarının sənayedə istehsalını təşkil etməyə və onların istismar müddətini 2-3 dəfə uzatmağa imkan verir. Tərkibində kükürd, fosfor, azot və digər elementləri saxlayan müxtəlif funksiya daşıyan aşqar almaq məqsədilə fosfor 5-sulfid ilə doymamış birləşmələrin reaksiyası hərtərəfli tədqiqi edilmiş və ilk dəfə reaksiyanın mexanizmi haqqında mülahizə irəli sürülmüşdür.

Akademik K.İ.Sadıqovun rəhbərliyi ilə, həmçinin, su, emulsiya və yağ əsasında bir sıra YSM yaradılıb və onların metalların kəsici alətlərlə emalı prosesinə tədqiqi nəticəsində emal texnologiyası təkmilləşdirilmiş, məhsulun keyfiyyəti yaxşılaşmış və bütün bunların sayəsində əmək məhsuldarlığı əhəmiyyətli dərəcədə yüksəlmişdir. Onun yuxarıda göstərilən istiqamətdə apardığı elmi-tədqiqat işləri 2 monoqrafiyada 305 elmi əsərdə, o cümlədən, 98 müəlliflik şəhadətnaməsində və patentdə öz əksini tapmışdır. Bir çox əsərləri MDB ölkələrində Türkiyə, Bolqarıstan, Polşa, Almaniya və ABŞ kimi xarici ölkələrdə çap edilmişdir.

Onun rəhbərliyi ilə 4 elmlər doktoru və 30 elmlər namizədi yetişmişdir.

Akademik K.İ.Sadıqovun əməyi yüksək qiymətləndirilmiş, 1970-ci ildə Azərbaycan SSR Dövlət Mükafatı Laureatı adına layiq görülmüşdür. 1987-ci ildə “Şərəf nişanı” ordeni və Azərbaycan EA Rəyasət heyətinin iki Fəxri Fərmanı ilə təltif edilmişdir.

### **SEYİDOV N.M.**

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının həqiqi üzvü, əməkdar elm xadimi, kimya elmləri doktoru, professor Nadir Mir-İbrahim oğlu Seyidov 28 aprel 1932-ci ildə Naxçıvan şəhərində anadan olmuşdur.

İlk təhsilini 1938-1948-ci illərdə Naxçıvan şəhərindəki 1 saylı oğlan orta məktəbində almışdır. 1950-ci ildə Azərbaycan Dövlət Universitetinin kimya fakültəsinə qəbul olmuşdur.

O, 1957-ci ildə Az.EA-nın Neft İnstitutuna aspiranturaya qəbul olunmuş və 1960-cı ildə “Ksilol izomerlərinin ayrılması və oksidləşməsinin tədqiqi” mövzusunda namizədlik dissertasiyasını müdafiə edərək kimya elmləri namizədi alimlik dərəcəsinə layiq görülmüşdür. 1969-cu ildə “Aşağı molekullu olefinlər əsasında yeni sintetik kauçukların alınması” mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə edərək kimya elmləri doktoru alimlik dərəcəsi və həmin ildə professor elmi rütbəsi almışdır.

1989-cu ildə N.M.Seyidov yüksəkmolekullu birləşmələr ixtisası üzrə AEA-

nın müxbir üzvü, 2001-ci ildə isə AMEA-nın həqiqi üzvü seçilmişdir.

N.M.Seyidovun elmi fəaliyyəti polimer kimyasının və neft-kimya sintezinin geniş problemlərinin həllinə yönəlmişdir.

1962-ci ildə “Elastomerlər” laboratoriyasının rəhbəri kimi professor N.M.Seyidov yüksəkmolekullu birləşmələr kimyası sahəsində yeni istiqamət sayılan-metalüzvi katalizatorların iştirakı ilə aşağımolekullu olefinlər əsasında yeni sintetik kauçukların alınması sahəsində fəaliyyət göstərməyə başlamışdır.

N.M.Seyidovun rəhbərliyi ilə etilen-propilen və digər istiqamətdə mövcud olan etilen- $\alpha$ -olefin sintetik kauçukların prinsipial olaraq yeni üsulla alınması təklif edilmişdir. Bu üsula əsasən reaksiyaya cəlb edilmiş monomerlərdən biri (propilen) maye halda götürülür və sopolimerləşmə prosesi maye müitində aparılır.

Aparılmış yeni tədqiqatlar nəticəsində təklif edilmiş üsulun (suspensiyalı üsulun) məlum klassik üsullarla (həllədici mühtində) aparılan sopolimerləşmə prosesləindən daha səmərəli olduğu müəyyən edildi.

Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində etilen-propilen kauçuklarının alınması üçün iri həcmli 9 saatda 30 kq məhsul) təcrübə qurğusu tikildi. Uzun illər ərzində qurğunun istismarı müxtəlif növ kuçukların alınma texnologiyalarının yaradılması ilə nəticələndi və sonda onlar əsasında müxtəlif çeşidli rezin məməlatlarının alınmasına son qoyuldu.

Mütəxəssislər tərəfindən verilən rəylərə əsasən olefinlər əsasında yeni sintetik kauçukların alınması sahəsindəki tədqiqatları bu sahədə aparılmış fundamental tədqiqatların inkişafında həllədici rol oynamışdır.

N.M. Seyidovun rəhbərliyi ilə aparılan işlərdən biri də doymamış etilen-propilen-dien kauçukları üçün tərkibində iki ikiqat rabitə saxlayan dienlərin alınması və onların texnologiyasının yaradılması olmuşdur. Bu dienlərin etilen-propilen sopolimerlərinin tərkibinə salınması, onların sonradan vulkanlaşma prosesini asanlaşdırır.

Etilenin butilenlərlə sopolimerləşmə proseslərinin öyrənilməsi partiki cəhətdən daha maraqlıdır. Etilenin, butilenin bütün izomerləri ( $\alpha$ - və  $\beta$ - butilenlər, izobutilen) ilə ayrı-ayrılıqda və etilenin butilen izomerlərinin qarışığı ilə birlikdə sopolimerləşməsinin tədqiqi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, hər iki halda keyfiyyəti yüksək olan kauçuklar almaq olar. Beləliklə, ilk dəfə olaraq, neft emalı məhsulu olan C<sub>4</sub>-fraksiyasını qurudub, onun tərkibində olan divinil çıxardıqdan sonra onu etilenlə sopolimerləşdirməklə kauçuka çevirmək ideyası prinsipial olaraq reallaşdırılmış oldu.

Akademik N.M. Seyidovun rəhbərliyi altında AMEA-nın Neft Kimya Prosesləri İnstitutu ilə birlikdə yüksək indeksli mühərrik yağlarının alınması üçün etilen-propilen sopolimerlərinin parçalanma məhsulları əsasında özlülük aşqarının yaradılması istiqamətində geniş elmi-tədqiqat işləri aparılmışdır. Göstərilən bu usulun bir sıra üstünlüyü var. Bir tərəfdən etilen və propilenin sopolimerləşmə

prosesi nəticəsində sopolimerlərə çevrilməni çox asan tənzimləmək olur, bu isə istənilən tərkibə malik sopolimer almağa imkan verir. Digər tərəfdən netfin tərkibində olmayan və sintez edilməsi çətin olan yeni quruluşa malik karbohidrogenləri almaq mümkündür.

Akademik N.M.Seyidovun rəhbərliyi altında dünya praktikasında məlum olmayan yüksək aktivliyə, stabilliyə malik olan yeni növ katalizatorların alınma üsulları yaradılmışdır. Bu katalizatorların əsasını xlorlu karbohidrogenlərin metallik alüminiumla qarşılıqlı təsiri reaksiyasından əmələ gələn birləşmələr təşkil edir.

Dördxlorlu karbonla metallik alüminium arasında gedən reaksiyanı model kimi tədqiq edərək, N.M.Seyidov ilk dəfə olaraq göstərmişdir ki, metallik alüminium dördxlorlu karbonu atomar karbona qədər reduksiya edir. Alınan reaksiya məhsulları sonradan atomar karbonun təsiri altında dayanıqlı quruluşa çevrilir və bunlar da yüksək aktivliyə malik katalitik sistemlərin alınmasını təmin edir. Sonralar müxtəlif sinif halogenləri saxlayan karbohidrogenlərin metallik alüminiumla qarşılıqlı təsirindən bir sıra yeni katalizatorlar alınmışdır. Alınmış bu katalizatorlar kimya sənayesi üçün lazım olan bir sıra proseslərdə, o cümlədən, oliqomerləşmə, polimerləşmə, alkilləşmə,  $\alpha$ -olefinlərin alınması proseslərində tətbiq edilməyə başlanmışdır. Aparılan sınaqlar əsasında müəyyən edilmişdir ki, bu katalizatorun iştirakı ilə prosesin iqtisadi göstəriciləri, məhsulun keyfiyyəti, eləcə də, ekoloji parametrləri xeyli yüksəlmiş olur. Bunları nəzərə alaraq, həmin katalizatorların butil kauçuk, poliizobutilen, alkilbenzol istehsallarında geniş istifadə edilməsi qərara alınmışdır.

Alınmış katalizatorların müxtəlif növləri olefinlərin oliqomerləşməsi və birgə polimerləşməsi üçün istifadə edilmiş və aşağı temperaturda donan, yüksək özlülük indeksinə malik olan sintetik yağlar alınmışdır. Bu katalizatorların eyni zamanda bir sıra sənaye məhsullarının, o cümlədən, benzolun, izobutilenin,  $\alpha$ -olefinlərin mikroqarışıqlardan (doyamış karbohidrogenlərdən və s.) təəmizlənməsi üçün effektiv agent olduğu göstərilmişdir.

N.M. Seyidov və onun əməkdaşları tərəfindən bu katalizatorların alınması, onların istifadə sahəsində 30-dan çox müəlliflik şəhadətnaməsi, 16 xarici patent (ABŞ, Yaponiya, İtaliya, Rumıniya, Hindistan, Almaniya və s.) alınmışdır.

Bu işlər nəticəsində N.M.Seyidovun rəhbərliyi ilə olefinlər əsasında yüksək keyfiyyətə malik olan yeni tip termoelastoplastlar, o cümlədən, “yaddaşa” malik polimerlərin alınması, onların xassələrinin öyrənilməsi barəsində işlər aparılmışdır.

N.M.Seyidovun rəhbərliyi ilə aparılmış geniş tədqiqat işləri içərisində  $\alpha$ -metilstirolun dimerləşmə reaksiyasının öyrənilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Müxtəlif katalizatorlar tətbiq etməklə, dimerləşmə reaksiyasını istənilən izomerlərin alınmasına yönəltməyin mümkünlüyü göstərildi və bu izomerlərin hidrogenləşmə məhsulu yüksək keyfiyyətli raket yanacağıının əsasını təşkil

etməklə, bundan xüsusi məqsədlər üçün istifadə edildi.

Akademik N.M. Seyidovun rəhbərliyi altında AMEA-nın Neft Kimya Prosesləri İnstitutu ilə birlikdə etilen-propilen sopolimerlərinin parçalanma məhsulları əsasında yüksəkkeyfiyyətli özlülük aşqarının yaradılması istiqamətində geniş elmi-tədqiqat işləri aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, məhz bu üsulla lazım olan quruluşa və xassəyə malik olan məhsullar almaq mümkündür. Bundan istifadə etməklə müxtəlif çeşidli yağlar, o cümlədən, neftdən çətin alınan yağlar (M-20, П-28, П-20, oktol-600, kabel, elektrik təcridedici və s.) alınmışdır.

Yüksək ixtisaslı mütəxəssis olan N.M.Seyidov yüksəkmolekullu birləşmələr sahəsində özünəməxsus istiqamət yaratmaqla, bu məktəbin əsasını qoydu. O, 300-dən çox əsərin, o cümlədən, 4 monoqrafiya, 100-dən çox müəlliflik şəhadətnaməsi, 16 xarici patentin müəllifidir.

Akademik N.M. Seyidovun elmi kadrlar hazırlanmasında da böyük xidməti var, onun rəhbərliyi ilə 40 nəfər elmlər namizədi alimlik dərəcəsi almışdır. O, uzun illərdir ki, respublikamızın bir sıra ali məktəblərində, o cümlədən, Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyasında, Bakı Dövlət Universitetində və b. Pedaqoji fəaliyyətlə məşğul olur.

Akademik Seyidov respublikamızın elmini müxtəlif simpozium və konfranslarda, o cümlədən, Praqada, Budapeştdə, Milanda, Helsinkidə, Ankarada, Moskvada, Sankt-Peterburqda, Ufada, Yaroslavda, Alma-Atada və digər şəhərlərdə layiqincə təmsil etmişdir.

N.M.Seyidov bu illər ərzində, sosialist ölkələri qarşılıqlı yardım şurasının kauçuklar üzrə işçi qrupunun üzvü, SSRİ Neft Emalı və Neft-Kimya Nazirliyinin nəzdində kauçuklar üzrə işçi qrupunun üzvü, SSRİ EA-nın yüksək molekullu birləşmələr üzrə koordinasiya şurasının üzvü, Azərbaycan Prezidenti yanında Ali Attestasiya şurasının kimya elmləri üzrə ekspert şurasının sədri və s. vəzifələrdə çalışmışdır.

Elmi pedaqoji fəaliyyətini nəzərə alaraq o, “Şərəf Nişanı” ordeni, “Şöhrət” ordeninə, cəmiyyətin tərəqqisi naminə təsis olunmuş qızıl “Amerika şöhrət” medalına layiq görülmüşdür. 2009-cu ildə ona “Əməkdar Elm Xadimi” fəxri adı verilmişdir. Prezident təqaüdçüsüdür.

Hal-hazırda N.M.Seyidov AMEA-nın Neft-Kimya Prosesləri institutunda baş elmi işçi vəzifəsində işləyir.

## ŞAHTAXTİNSKİ T.N.

Togrul Nemət oğlu Şahtaxtinski 1925-ci il oktyabrın 22-də Bakı şəhərində ziyalı ailəsində anadan olmuşdur. 1933-cü ildə Bakıda orta məktəbə daxil olmuş, 1943-cü ildə oranı əla qiymətlə bitirmişdir. Həmin ildə Azərbaycan Sənaye İnstitutunun (ASİ) kimya-texnologiya fakültəsinə qəbul olmuş və 1949-cu ildə

oranı bitirərək kimyaçı-mühəndis diplomunu almışdır. İnstitut bitirdikdən sonra, təyinatla Azərbaycan Elmlər Akademiyasında (EA) kiçik elmi işçi vəzifəsində işləməyə göndərilmişdir. 1949-53-cü illərdə Neft İnstitutunun aspiranturasında oxumuşdur. Həmin institutda 1953-55-ci illərdə böyük elmi işçi, 1954-59-cu illərdə isə elmi katib vəzifəsində işləmişdir.

T.N.Şahtaxtinski 1961-62-ci illərdə Azərbaycan EA Neft Kimya Prosesləri İnstitutunda (NKPI) elmi işlər üzrə direktor müavini işləmişdir. 1962-75-ci illərdə NKPI-də “Monomerlər” şöbəsinə və (1962-67-ci illər) “Nitrillərin texnologiyası” laboratoriyasına rəhbərlik etmişdir. O, 1959-cu ildə kimya elmləri namizədi dərəcəsi almaq üçün dissertasiya müdafiə etmişdir. 1968-ci ildə kimya elmləri doktoru dərəcəsi almaq üçün “Alifatik karbohidrogenlərin və onların texniki qatışıqlarının katalizatorun “qaynar” layında oksidləşdirilməsi və oksidləşdirici ammonolizi” mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmişdir. 1968-ci ildə professor adına layiq görülmüşdür. 1972-ci ildə Azərbaycan EA-nın müxbir üzvü, 1976-cı ildə isə Azərbaycan EA-nın həqiqi üzvü seçilmişdir.

Akademik T.N.Şahtaxtinski elmi-təşkilatçılıq işinə çox əmək sərf edən alimdir. O, 1971-73-cü illərdə Naxçıvan Elmi Mərkəzinə (EM) rəhbərlik etmişdir. 1975-ci ildən Azərbaycan EA M.Nağıyev adına Kimya Texnologiyasının Nəzəri Problemləri İnstitutunun direktoru və “Oksidləşmə prosesləri” laboratoriyasının müdiri olmuşdur. O, 1973-81-ci və 1990-97-ci illərdə Azərbaycan EA Kimya Elmləri Bölməsinin akademik-katibi olmuşdur. 1997-ci ildən 2007-ci ilə qədər Azərbaycan Elmlər Akademiyasının Baş Akademik katibi işləmişdir. 1975-ci ildə Azərbaycan Kimya Jurnalının baş redaktoru olmuşdur.

Akademik T.N.Şahtaxtinskinin əsas elmi fəaliyyəti kimyəvi reaksiyaların kinetika və mexanizminin tədqiqi, üzvi və neft-kimya sintezi proseslərində karbohidrogenlərin katalitik çevrilmələrinin öyrənilməsi, kimya proseslərinin modelləşdirilməsi və optimallaşdırılması, kimya texnologiyasının nəzəri əsaslarının işlənməsi ilə əlaqəli geniş problemləri əhatə edir. O, neft-kimyası, homogen və heterogen katalitik reaksiyaların kinetika və mexanizmi, qeyri stasionar katalitik proseslərin nəzəriyyəsi və texnologiyası, bioüzvü və fermentativ sistemlər sahəsində görkəmli alimdir. Onun rəhbərliyi ilə oksidləşmə və oksidləşdirici ammonolizin mühüm təcrübi prosesləri hazırlanmış, həmçinin, proteoliz və hidrogen daşıyıcı fermentativ proseslərinin tənظیمçiləri olan bioloji fəal polifunksional üzvi birləşmələrin istiqamətlənmiş sintezi həyata keçirilmişdir.

Akademik T.N.Şahtaxtinskinin rəhbərliyi ilə mürəkkəb kimyəvi-texnoloji sistemlərin modelləşdirilməsi və optimal idarə olunmasının, eyni zamanda, ayrıca proseslər və reaktorlar üçün katalizatorun “qocalmasının” dinamikası, onun fəallığına reaksiya mühiti və regenerasiya şəraitinin təsirləri nəzərə alınmaqla ümumi prinsipləri hazırlanmışdır. Həmçinin onun rəhbərliyi ilə mikrodəyişmə prinsipləri əsasında suspenziya polimerizatoru, yanmanın elektrokimyəvi



kamerası, qeyri-stasionar qarışdırıcı reaktorlar hazırlanmışdır. İstilik kütlə mübadilə vasitəsilə səthində bərk fazanın çökməsi ilə gedən qeyri-stasionar proseslərin modelləşdirilməsi və intensivləşdirilməsi prinsipləri onun rəhbərliyi ilə hazırlanmışdır.

Akademik T.N.Şahtaxtinskiyin çoxcəhətli elmi tədqiqat işləri 12 monoqrafiyada, 500-dən artıq elmi əsərdə, o cümlədən, 120-dən çox ixtira və patentlərdə öz əksini tapmışdır. Elmdə əldə etdiyi nailiyyətlərə və elmi kadrların hazırlanmasındakı əməyinə görə 1991-ci ildə Azərbaycan Respublikasının əməkdar elm xadimi adına layiq görülmüşdür. T.N.Şahtaxtinski dəfələrlə Bakı Şəhər Sovetinə deputat seçilmişdir.

Akademik T.N.Şahtaxtinski dəfələrlə respublika elmini xarici ölkələrdə (Almaniya-1963,1969,1971,1996; Rumıniya-1996; Yaponiya-1974,1975; Fransa-1980; Bolqarıstan-1983; Macarıstan-1983,1986, 1989; ABŞ-1977, 1979, 1990, 1997; Türkiyə-1992, 1993, 1996; Hollandiya; Belçika-1998) ləyaqətlə təmsil etmiş və orada məzmunlu məruzələr ilə çıxış etmişdir.

Hökumət akademik T.N.Şahtaxtinskiyin əməyinə yüksək qiymət verərək onu “İstiqbal”, “Şərəf nişanı”, “Xalqlar Dostluğu” ordenləri, “Fədakar əməyə görə” medalı ilə təltif etmişdir.

2010-cu il oktyabrın 8-də dünyasını dəyişmişdir.

## **TAĞIYEV D.B.**

Dilqəm Bəbir oğlu Tağıyev 1950-ci ildə həkim ailəsində anadan olmuşdur. 1966-cı ildə Bakı Dövlət Universitetinin kimya fakultəsinə qəbul alaraq hələ tələbəlik illərindən elmi tədqiqatlara böyük maraq göstərmiş və ilk elmi işini 1968-ci ildə çap etdirmişdir. Tartu, Minsk, Tbilisi və Novosibirsk şəhərlərində keçirilən tələbə və aspirantların konfarnslarında elmi məruzələrlə çıxış etmiş, 1-ci və 3-cü dərəcəli diplomlara, müxtəlif fəxri fərmanlara layiq görülmüşdür. Eyni zamanda iştima işlərdə fəal iştirak edərək 1968-1970-ci illərdə Universitetin Tələbə Elmi Cəmiyyətinin sədri və komsomol komitəsinin büro üzvü seçilmiş, Azərbaycan komsomolunun XXVII qurultayının nümayəndəsi olmuşdur. Universiteti 1971-ci ildə fərqlənmə diplomu ilə bitirərək Moskvada SSRİ EA Üzvi Kimya İnstitutunun aspiranturasına daxil olmuşdur. Namizədlik və doktorluq dissertasiyalarını müvafiq olaraq 1975 və 1984-cü illərdə Moskvada müdafiə etmiş, 1990-cı ildə professor elmi adını almışdır. 1974-cü ildən Azərbaycan EA Kimya Problemləri İnstitutunda kiçik və baş elmi işçi, laboratoriya müdiri və elmi işlər üzrə direktor müavini (1986-1991) olmuşdur. 1991-ci ildə Azərbaycan Tibb Universitetinin Ümumi Kimya Kafedrasına professor, 1993-cü ildə əzvacılıq fakultəsinə dekan, 1995-ci ildə Biofiziki və bioüzvi kimya kafedrasına müdir seçilmişdir. O, 1999-cu ildən Azərbaycan MEA

Neft Kimya Prosesləri İnstitutunun rəhbərliyinin dəvəti ilə Heterogen kataliz laboratoriyasına da rəhbərlik etmişdir. 2007-ci ildə Azərbaycan MEA müxbir, 2014-cü ildə həqiqi üzvü seçilmişdir. Hal-hazırda akademik D.B.Tağıyev AMEA Kimya Elmləri Bölməsinin akademik-katibi, ATU-nun kafedra müdiri, akad. M.F.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutunun direktorudur.

D.B.Tağıyev neft kimya prosesləri üçün yeni və səmərəli katalizatorların yaradılması və tədqiqi sahəsində tanınmış mütəxəssisdir. Elmi fəaliyyəti əsasən müxtəlif sinif karbohidrogenlərin hidrogenləşmə, izomerləşmə, alkilləşmə, oksidehidrogenləşmə və oliqomerləşmə reaksiyaları üçün katalizatorların işlənilib hazırlanmasına həsr olunmuşdur. O, ilk dəfə olaraq tərkibində keçid elementləri olmayan seolitlərin olefinlərin hidrogenləşmə, hidroizomerləşmə və müxtəlif karbohidrogenlərin oksihidrogenləşmə reaksiyalarında yüksək aktivliyini müəyyən etmiş, alkil naften karbohidrogenlərinin əvvəllər məlum olmayan çevrilmələrinin seolit katalizatorları üzərində mümkünlüyünü aşakara çıxardaraq, onlara oksidehidrodisproporsionallaşma və oksidehidroizomerləşmə reaksiyaları adı vermişdir. Müxtəlif reaksiyaların mikro məsaməli katalizatorlarda kinetikasının öyrənilmə prosesində mühüm amil olan diffuziya əmsalının hesablanması üçün ekspress metod təklif etmiş, normal parafinlərin aşağı temperaturlu izomerləşmə reaksiyası üçün tərkibində qiymətli metallar saxlamayan yeni katalizatorlar hazırlamışdır. Fenol və krezolları metanolla alkilləşdirməklə krezolların və ksilenolların qiymətli izomerlərinin sintezi üçün seolit katalizatorlarının seçilmə prinsiplərini müəyyənləşdirmişdir. C<sub>2</sub>-C<sub>8</sub> olefinlərin yumşaq şəraitdə dimerləşmə və oliqomerləşmə reaksiyaları üçün yeni metal kompleks və heteropoliturşu katalizatorları sintez edilmiş, nikel komplekslərinin bərk daşıyıcı üzərində immobilizasiyası üçün üsul işləyib hazırlamışdır. Nikel tiopirazolzdiminant kamolekslərinin katalitik aktivliyi ilə stereokimyəvi sərtliyi arasında əlaqənin mövcudluğunu aşkar etmişdir. Bu tədqiqatların bəzi nəticələri 1983-cü ildə SSPİ Lenin Komsomolu Mükafatına layiq görülmüş, 1985-ci ildə qeydə alınmış 302 sayılı kəşhə tərkib hissəsi kimi daxil olmuşdur. Bir çox xarici dillərdə çap olunan və əsasən əcnəbi oxucular üçün nəzərdə tutulan "Наука в СССР" jurnalında (1985, №5) D.B.Tağıyevin elmi axtarışlarına ayrıca məqalə həsr olunmuşdur. SSRİ EA Rəyasət Heyətinin Yubiley iclasında (otyabr, 1987) kataliz sahəsində mühüm nailiyyətlərdən biri kimi seolitlər üzərində oksidehidrogenləşmə reaksiyalarının tədqiqi sahəsində alınan nəticələr də qeyd olunmuşdur. (вестник АН СССР, 1987, №12). Bolqarıstanda keçirilən gənc ixtiraçıların dünya sərgisində D.B.Tağıyevin təqdim etdiyi katalizator fəzri fərmanla qeyd edilmişdir.

Akademik D.B.Tağıyev 480 elmi əsərin (onlardan 310-u uzaq və yaxın xaricdə çap edilmişdir), o cümlədən, 41 patent və müəlliflik şəhadətnaməsinin, 13 monoqrafiya və dərslinin, 16 tədris metodik vəsaitin müəllifidir. Onun elmi məqalələri Успехи химии, ДАН СССР, Журнал Физической Химии,

Нефтехимия, Zeolites, Catalysis in Application, Studies in Surface sciences and Catalysis, Tetrahedron, Applied Catalysis, Catalysis Today kimi bir çox nüfuzlu elmi jurnallarda və toplularda çap olunmuş, onun işlərinə bir çox əcnəbi alimlər 1987-2007-ci illərdə 90-a yaxın istinadlar etmişlər. Rusiyada (1974-1990), Bolqarıstanda (1979, 1983, 1991), Çexiyada (1982, 2005), Almaniyada (1980, 1990), Fransada (2001, 2004), İsveçdə (2002), Şotlandiyada (2003), Avstriyada (2003) və İspaniyada (2002, 2006) keçirilən Beynəlxalq konqress, simpozium və konfraslarda elmi məruzələrlə bilavasitə iştirak etmişdir. 4 elmlər doktoru və 12 elmlər namizədi yetişdirmişdir.

Akademik D.B.Tağıyevin elmi və pedoqoji fəaliyyətinə verilən qiymət 1983-cü ildə SSRİ Lenin Komsomolu Mükafatına layiq götürülməsində (o, kimya və kimya texnologiyası sahəsində bu mükafata layiq görülmüş yeganə azərbaycanlı olmuşdur), 1986-cı ildə “Əməkdə fərqləndiyinə görə” medalı ilə təltif edilməsində, AZərbaycan EA Rəyasət Heyətinin (1989) və Səhiyyə Nazirliyinin (1999) təşəkkülərində, 2000-ci ildə “Azərbaycan Respublikasının əməkdar müəllimi” fəxri adına layiq görülməsində öz əksini tapmışdır. O, SSRİ EA Kataliz üzrə Şurasının üzvi olmuş, Nyu-York Elmlər Akademiyasının (1994), Beynəlxalq Seolit Assosiyasının (2001) və Amerika Kimya Cəmiyyətinin (2003) üzvi seçilmişdir. Azərbaycan MEA Kimya Problemləri İnstitutunun nəzdindəki İxtisaslaşmış Müdafiə Şurasının, “Neft kimyası və neft emalı prosesləri” və “Kimya problemləri” jurnallarının redaksiya şurasının üzvüdür.

### **ZEYNALOV B.Q.**

Bahadır Qasım oğlu Zeynalov 1917-ci il mayın 20-də Füzuli rayonunun Qocaəhmədli kəndində anadan olmuşdur. Qocaəhmədli kəndində ibtidai oğlanlar məktəbini bitirdikdən sonra, 1930-33-cü illər Ağdam Kənd Təsərrüfatı Texnikumunda təhsilini davam etdirmişdir. 1933-cü ildə Füzuli rayonu Maşın Traktor Stansiyasında aqrotexnik vəzifəsində çalışmışdır. 1934-1938-ci illərdə Azərbaycan Pedaqoji İnstitutunun tələbəsi olmuşdur. İnstitutu əla qiymətlərlə bitirdiyinə görə İnstitut imtahan komissiyasının göndərişi ilə SSRİ Elmlər Akademiyasının Azərbaycan Filialının Kimya İnstitutunun aspiranturasına daxil olmuşdur. 1939-cu ildə ordu sıralarına çağırılması ilə əlaqədar aspiranturada təhsilini dayandırmağa məcbur olmuş və 1949-cu ildə Azərbaycan EA-nın Kimya İnstitutunda (Kİ) “Neftin emalı əsasında alınmış məhsullarda sadə qamma-bromefirlərinin sintezi və tədqiqi” mövzusunda dissertasiya müdafiə edərək kimya elmləri namizədi alimlik dərəcəsi almışdır. 1949-50-ci illər Kİ-də kiçik elmi işçi, 1950-53-cü illər də isə böyük elmi işçi vəzifəsində çalışmışdır. 1953-57-ci illərdə o, Kİ-də “Neft karbohidrogenlərinin maye fazada oksidləşməsi” laboratoriyasına rəhbərlik etmişdir. 1959-cu ildən ömrünün axırınadək

Azərbaycan EA Neft Kimya Prosesləri İnstitutunun “Plastifikatorların kimyası və texnologiyası” laboratoriyasının müdiri olmuşdur. O, 1961-cı ildə kimya elmlər doktoru alimlik dərəcəsi almaq üçün “Parafin distilləsinin oksidləşməsi məhsullarının praktiki istifadəsinin yolları” mövzusunda dissertasiya müdafiə etmişdir. 1962-ci ildə professor, 1976-cı ildə Azərbaycan EA-nın müxbir üzvü , 1989-cu ildə isə həqiqi üzvü seçilmişdir.

Akademik B.Q.Zeynalov elmi fəaliyyətlə yanaşı, ictimai- siyasi fəaliyyət də göstərmişdir. O, 1952-54-cü və 1957-59-cu illərdə Azərbaycan EA-nın partiya komitəsinin katibi, 1954-57-ci illərdə Azərbaycan Kommunist Partiyası indiki Səbail rayonunun partiya komitəsinin birinci katibi işləmişdir.

Bahadır müəllim 1963-71-ci illər elmi-tədqiqat işi ilə bərabər pedaqoji fəaliyyətdə də olmuşdur. 1991-ci ildən ömrünün sonuna kimi Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyasının texnologiya fakültətində “Oksigenli birləşmələrin sintezi və alınma texnologiyaları haqqında” xüsusi kurslarda mühazirə oxumuşdur. O, ömrünün son illərində Azərbaycan EA-nın vitse-prezidentinin müavini və EA-nın Kimya Elmləri Bölməsinin akademik-katibinin müavini vəzifələrində də işləmişdir.

Akademik B.Q.Zeynalov neft karbohidrogenlərinin maye fazada oksidləşməsi ilə naften turşuları, onların törəmələri və digər qiymətli maddələrin alınması və eləcə də, onlar əsasında plastifikatorların yaradılması sahəsində görkəmli alim olmuşdur. Onun, elmi-tədqiqat işlərinin əsas istiqaməti maye fazada neft karbohidrogenlərini oksidləşdirməklə sintetik yağ, efir və oksiturşular almaqdan ibarət olmuşdur. O, ilk dəfə neftin orta fraksiyasından katalitik oksidləşdirmə məhsullarının sənayedə kompleks tətbiqi sxemlərini işləyib hazırlamışdır. Onun rəhbərliyi ilə “Plastiazan” markalı yeni plastifikatorlar və elektrotexnikada işlədilən stabilləşdiricilər alınmışdır. Həmin plastiazanlar rezin mallar, polimer tikinti məmulatları, yüngül maşın hissələri, süni dəri və s. istehsalında istifadə olunur. O, respublikamızda ilk dəfə zeytun yağının ayrılması üsulunu, texnologiyasını işləyib hazırlamış və sınaq qurğusunda həyata keçirmişdir.

Onun rəhbərlik etdiyi laboratoriyanın sintetik naften turşuları sahəsində apardığı elmi-tədqiqat işlərini nəzərə alan keçmiş SSRİ Nazirlər Soveti nəznindəki Elm və Texnika Dövlət Komitəsi 1977-ci ildən etibarən həmin laboratoriyayı baş müəssisə təsdiq edilmişdir.

Akademik B.Q.Zeynalov öz əməkdaşları və tələbələri ilə birlikdə 500 elmi əsərin, o cümlədən, 8 monofrafiyanın, 100-dən çox müəlliflik şəhadətnaməsinin və 5 patentin müəllifidir. Onun rəhbərliyi ilə 4 elmlər doktoru, 40 elmlər namizədi hazırlanmışdır. Elmin inkişafında və elmi kadrların hazırlanmasındakı xidmətlərinə görə Azərbaycan SSR əməkdaşlar elm xadimi adına layiq görülmüşdür.

Onun əməyi hökumət tərəfindən yüksək qiymətləndirilmiş, “Qızıl ulduz”, Qırmızı Əmək Bayrağı ordeni, “Aleksandr Nevski”, iki dəfə I və II dərəcəli II

Dünya Mühəribəsi medalları ilə və Azərbaycan SSR Ali Sovetin Fəxri Fərmanı ilə təltif olunmuşdur.

O, IV, V çağırış Bakı Şəhər Sovetinin deputatı, Azərbaycan Kommunist Partiyası 20 və 21 qurultaylarında nümayəndə və Azərbaycan Kommunist Partiyasının Mərkəzi Komitə üzvlüyündə namizəd seçilmişdir.

Akademik B.Q.Zeynalov dəfələrlə respublika elmini Almaniya, Türkiyə, Macarıstan, Monqolustan və digər xarici ölkələrdə keçirilən konfrans və simpoziumlarda təmsil etmişdir.

B.Q.Zeynalov 1995-ci il fevral ayının 27-də vəfat etmişdir.

## MÜXBİR ÜZVLƏRİ

### ALXAZOV T.H.

Tofiq Həsənoğlu Alxazov 1932-ci il sentyabrın 27-də Bakı şəhərində qulluqçu ailəsində anadan olmuşdur. 1940-cı ildə 164 sayılı Bakı şəhər orta məktəbinə daxil olmuş, oranı 1950-ci ildə qızıl medalla bitirmişdir. 1950-55-ci illərdə Azərbaycan Sənaye İnstitutunun (ASİ) kimya-texnologiyası fakültəsinin tələbəsi olmuş və fərqlənmə diplomu ilə ali təhsilini başa vurmuşdur. 1955-57-ci illərdə Yeni Bakı Neft Ayırma zavodunda (YBNZ) operator, sonra işə baş operator vəzifələrində əmək fəaliyyətində olmuşdur. 1957-ci ildə ASİ-nin əyani aspiranturasına daxil olmuş və oranı bitirdikdən sonra, 1960-cı ildə “Dəmir-alüminiumoksid katalizatorları üzərində karbon oksidinin yüksək temperaturlu oksidləşməsi” mövzusunda namizədlik işini müdafiə etmişdir. Sonralar T.H.Alxazovun bütün elmi fəaliyyəti ASİ ilə bağlıdır. O, 1960-61-ci illərdə “Fiziki kimya” kafedrasında assistent, 1961-70-ci illərdə dosent olmuşdur. 1969-cu ildə elmlər doktoru dərəcəsi almaq üçün “Kiçik molekul kütləsinə malik olefinlərin katalitik oksidləşdirici dehidrogenləşməsi” mövzusunda doktorluq dissertasiyası müdafiə etmişdir. 1970-ci ildə “Fiziki kimya” ixtisası üzrə professor adına layiq görülmüşdür. Həmin ildə kafedranın professoru və sonra işə kafedra müdiri vəzifəsinə seçilmişdir. O 28 il Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyasının “Fiziki kimya” kafedrasına rəhbərlik etmişdir. 1970-88-ci illərdə ADNA-nın elmi işləri üzrə prorektoru olmuşdur. Professor T.H.Alxazov 1989-cu ildə Azərbaycan Elmlər Akademiyasının müxbir üzvü, 1994-cü ildə işə Beynəlxalq Energetika Akademiyasının həqiqi üzvü seçilmişdir.

Professor T.H.Alxazovun elmi araşdırmalarının əsas istiqaməti oksidləşdirici heterogen katalizdir. O, yüksək aktivliyə və seçiciliyə malik keyfiyyətli katalizatorlardan istifadə edərək kiçik molekul kütləsinə malik karbohidrogenlərin oksidləşdirici dehidrogenləşməsi nəticəsində faydalı maddələrin alınması və sənaye texnoloji tullantı qazların zərərsizləşdirilməsi

sahəsində geniş diapazonda elmi-tədqiqatlar aparmışdır. Onun rəhbərliyi ilə ilk dəfə olaraq keçmiş SSRİ məkanında tərkibində molibden saxlıyan oksid katalizatorlarından istifadə edilərək bir sıra qiymətli üzvi maddələrin alınmasının üsulları işlənib hazırlanmış və sənaye miqyasında tətbiq edilmişdir.

Onun rəhbərliyi ilə yaradılan “Ekoloji kataliz” problem laboratoriyasında təbii qazın və sənaye qazlarının tərkibində olan kükürd-tərkibli birləşmələrdən təmizlənməsi və zərərsizləşdirilməsi və elementar kükürdün alınması; daxili yanma karbüratorlu və dizel mühərriklərinin tullantı qazlarının toksik birləşmələrdən təmizlənməsi və zərərsizləşdirilməsi; hidrogen sulfidin havanın oksigenin iştirakı ilə bir mərhələdə sulfat turşusuna oksidləşməsi; sənaye tullantı qazlarının tərkibində karbohidrogen qalıqlarının və dəm qazının tam oksidləşmələri prosesləri işlənib hazırlanıb və sənayedə tətbiq edilmişdir.

Onun rəhbərliyi ilə aparılan elmi tədqiqatların nəticələri respublikamızın Yeni Bakı Neftayırma və Sumqayıt Sintetik Kauçuk zavodlarında və həmçinin Rusiyanın Nijni-Novqorod, Almetyevski, Redkino və Saratov şəhərlərinin zavodlarında sənaye qurğularında həyata keçirilmişdir.

Professor T.H.Alxazov kimyəvi kinetika, kataliz və ekoloji katalizə dair 4 monoqrafiyanın, 8 dərslik və dərs vəsaitinin, 403 elmi əsərin o cümlədən, 131 müəlliflik şəhadətnaməsinin və patentin müəllifidir. O, elmi kadrların yetişdirilməsinə xüsusi diqqət yetirərək, 4 kimya elmləri doktoru və 40 elmlər namizədi hazırlamışdır. Professor T.H.Alxazov kataliz üzrə keçirilən bir sıra Beynəlxalq simpozium və konfransların (Moskva, Novosibirsk, İrkutsk, Alma-Ata, Bolqarıstan, Macarıstan, Çexiya və s.) iştirakçısı olmuşdur. Bir sıra xarici kompaniyalardan-Hollandiyanın “Komprima” və ABŞ “Parsons” katalizatorların sintezinin texnologiyasına görə lisenziyalar almışdır. ABŞ, Çexiya, Bolqarıstan, AFR, Norveç, Macarıstan və MDB ölkələrində əsərləri çap edilmişdir.

O, keçmiş SSRİ məkanında mövcud olan bir sıra Elmi Şuraların (EŞ), o cümlədən, SSRİ Nazirlər Soveti Elm və Texnika Dövlət Komitəsinin “Kataliz və onun sənayedə tətbiqi” EŞ-nin və “Elementar kükürdün kimyası və texnologiyası” seksiyasının üzvü, SSRİ Təhsil Nazirliyi nəzdində Neft və Qaz Sənayesi Elmi-Texniki Sovetinin sədr müavini və Ümumittifaq “Neft və qaz” jurnalının redaktor müavini olmuşdur.

Professor T.H.Alxazov “Respublikasının əməkdar kimyaçısı” adına layiq görülmüşdür. Onun rəhbərliyi ilə aparılan elmi işlərin nəticələri Ümumittifaq Xalq Təsərrüfatının Nailiyyətləri Sərgisinin qızıl, gümüş və bürünc medalları ilə təltif edilmişdir.

### **DADAŞOV B.A.**

Bilal Ataş oğlu Dadaşov 1915-ci il dekabrın 30-da Şamaxı qəzasının Rəncbər kəndində anadan olmuşdur. 1931-ci ildə Rəncbər kənd məktəbini

qutarmış və 1931-34-cü illərdə İqtisadiyyat İnstitutunun fəhlə fakültəsində təhsil almışdır. 1934-39-cu illərdə isə Bakı Dövlət Universitetinin (BDU) kimya fakültəsinin tələbəsi olmuş və eyni zamanda 1936-38-ci illərdə “Üzvi kimya” kafedrasında laborant vəzifəsində çalışmışdır. 1939-cu ildə Universiteti əla qiymətlə bitirdikdən sonra Dövlət imtahan komissiyasının qərarı ilə “Fiziki kimya” kafedrasında assistent vəzifəsində işləmək üçün saxlanılmışdır. Elə həmin ildə BDU-nun aspiranturasına daxil olmuşdur. O, 1944-cü ildə elmlər namizədi dərəcəsi almaq üçün “Azərbaycanın vulkan külü piroqazındakı propilen fraksiyasının katalitik oksidləşməsi” mövzusunda dissertasiya işini müdafiə etmişdir. II Dünya müharibəsi illərində xüsusi dövlət tapşırıqlarını yerinə yetirmişdir. 1939-44-cü illərdə eyni zamanda BDU-da asistent və Feldşer Mamaçılıq Texnikumunda kimya müəllimi olmuşdur. 1945-50-ci illərdə Azərbaycan Elmlər Akademiyasının Kimya İnstitutunda (Kİ) yeni yaradılmış “Kataliz” laboratoriyasına rəhbərlik etmişdir. 1951-57-ci illərdə SSRİ EA Neft İnstitutunda ezamiyyətdə olmuş və sonralar oranın doktorantı olmuşdur. 1957-ci ildə isə orada kimya elmləri doktoru dərəcəsi almaq üçün “Karbonhidrogen quruluşunun tədqiqi və kerosin tərkiblərinin raket mühərrik maye kamerasında yanma davamlılığı” mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmişdir. Moskvadan qayıtdıqdan sonra 1957-59-cu illərdə Azərbaycan EA Kİ-də və 1959-63-cü illərdə Azərbaycan EA Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda (NKPI) “Yanacaq və yanma” laboratoriyasına rəhbərlik etmişdir. 1963-cü ildə “Fiziki kimya” ixtisası üzrə professor adına layiq görülmüşdür.

Professor B.A.Dadasov 1963-87-ci illərdə Azərbaycan EA Y.Məmmədliyəv adına NKPI-da “Yarımqeçirici katalizatorların kimyası və texnologiyası” laboratoriyasında rəhbərlik etmişdir. 1987-90-cı illərdə həmin institutunun direktoru yanında müşavir, 1990-95-ci illərdə “Heterogen kataliz” şöbəsinin və laboratoriyasının müdiri olmuşdur. 1966-cı ildən ömrünün sonuna qədər Azərbaycan EA Y.Məmmədliyəv adına NKPI-də direktor vəzifəsində çalışmışdır.

Professor B.A.Dadasov 1980-ci ildə “Kimyəvi fizika” ixtisası üzrə Azərbaycan EA-nın müxbir üzvü seçilmişdir.

Professor B.A.Dadasov kataliz sahəsində görkəmli alimdir. Onun əsas elmi tədqiqatları karbonhidrogenlərin katalitik çevrilmələrinin öyrənilməsinə həsr edilmişdir. O, hələ 1945-50-ci illərdə müəllimi akademik Yusif Məmmədliyəv ilə birlikdə benzinin oktan ədədini yüksəltmək üçün riforminq prosesində səmərəli katalizatorlarının sintezi və tətbiqi sahəsində tədqiqatlar aparmışdır (bu barədə tədqiqatların nəticələri Y.Məmmədliyəvlə həmmüəllif kimi “Azərbaycan kimya jurnalı”nda çap olunmuşdur). Onun sintez etdiyi polifunksional “KRA-3” (Катализатор Риформинг Азербайджана) və “KRA-4” katalizatorları riforminq prosesində işlədilən Fransa katalizatorunu əvəz etmək üçün təklif edilmişdir. O, neft məhsullarından raket mühərrikləri üçün ilk dəfə 2 növ səmərəli yanacaq

(Naftil-1B və Distil) və aşağımolekullu doymuş karbohidrogenləri hidrogensizləşdirmək üçün yeni katalizator (6A-24S) təklif etmiş və parafin sırası karbohidrogenləri izomerləşdirmək üçün 3 yeni tip katalizator almışdır. Onun S1-S4 parafin karbohidrogenlərinin aromatik karbohidrogenlərə çevrilmə proseslərini polimetaloksid və polimetalseolit katalizatorlarının sintezinin yaradılması və onların istehsalat tətbiqi sahəsindəki işləri xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Çünki qaz halında olan parafin karbohidrogenlərinin katalitik çevrilməsindən alınan məhsullar neftdən alınan yanacaqların alternativini hesab olunur.

Onun rəhbərliyi ilə fiziki-kimya və kinetika və kataliz sahəsində aparılan elmi-tədqiqat işləri 224 elmi əsərdə, o, cümlədən, 17 müəlliflik şəhadətnaməsində öz təcəssümünü tapmışdır.

Professor B.A.Dadasov elmi-tədqiqat işlərini pedaqoji işlə uzlaşdıran alimlərdəndir. O, 1941-49-cu illərdə Azərbaycan Tibb Universitetində asistent və dosent, 1945-50, 1957-59-cu illərdə BDU-nun dosenti, 1962-73-cü illərdə Azərbaycan Politexnik İnstitutunda dosent professor və 1984-93-cü illərdə Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyasının professoru vəzifəsində çalışmışdır.

Professor B.A.Dadasovun rəhbərliyi ilə 4 elmlər doktoru və 21 elmlər namizədi yetişmişdir. Elmin inkişafında və elmi kadrların hazırlanmasındakı xidmətlərinə görə Azərbaycan SSR “Əməkdar Elm Xadimi” adına layiq görülmüşdür. 1953-cü ildə o “Əməkdə fərqlənməyə görə”, müharibədə iştirakına görə isə “Qafqazın müdafiəsinə görə”, “1941-45-ci illər” medalları ilə təltif olunmuşdur.

O, dəfələrlə respublika elmini Almaniya, Çexoslovakiya, Rumıniya, Bolqarıstan və başqa xarici ölkələrdə təmsil etmişdir.

### **CANIBƏYOV N.F.**

Nazil Fazil oğlu Canibəyov 1942-ci il sentyabrın 21-də Bakı şəhərində həkim ailəsində anadan olmuşdur. 1950-ci ildə Bakı şəhər 1 saylı məktəbin birinci sinfinə daxil olmuş, 1960-cı ildə oranı bitirdikdən sonra Bakı Dövlət Universitetinin kimya fakültəsinə qəbul olunmuşdur. 1965-ci ildə ali təhsilini başa vurduqdan sonra Azərbaycan Elmlər Akademiyası (EA) Y.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutuna (NKPI) daxil olmuş və orada mühəndis və kiçik elmi işçi vəzifəsində işləmişdir. 1967-70-ci illərdə Azərbaycan EA NKPI-nin əyani aspiranturasında oxumuşdur və sonra kiçik elmi işçi vəzifəsində işləmişdir. 1982-83-cü illərdə N.Semenov adına Kimyəvi Fizika İnstitutunda (Moskva) doktoranturada çalışmışdır. 1986-cı ildən indiyə qədər Azərbaycan EA NKPI-də "Polifunksional komplekslər və metalkompleks birləşmələr" laboratoriyasına rəhbərlik edir.

1972-ci ildə o, "Fosfor-kükürd birləşmələrinin polipropilenin qocalmasına qarşı stabilizatorlar kimi tədqiqi" mövzusunda namizədlik, 1987-ci ildə isə



"Fenolların əsasında metalditiofosfatlar - polimer maddələrin stabilizatorları" mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmiş, 1994-cü ildə "Neft-kimyası" ixtisası üzrə professor rütbəsini almışdır. 2007-ci ildə N.F.Canibəyov AMEA-nın müxbir üzvü seçilmişdir.

Professor N.F.Canibəyovun əsas elmi istiqaməti tərkibində heteroatomsaxlayan polifunksional koəpleksonlar və metalkompleks birləşmələrin sintezi üsullarının işlənilib hazırlanması və onların tətbiq sahələrinin araşdırılmasından ibarətdir. Onun tərəfindən metalkompleks birləşmələr arasında "Stanaz" adlanan polietilenin qocalmasına qarşı stabilizator yaradılmış və ondan istifadə edilərək xalq təsərrüfatında antistatik, isiq süasına qarşı davamlı və UB-şüaları özündən yaxşı keçirən polietilen örtük yaradılmış və tətbiq edilmişdir. Onun rəhbərliyi ilə polibutadienlərin alınma prosesində həm stabilizator, həm də katalizator kimi unikal xassə daşıyan nikel və kobalt metalkomplekslər işlənilib hazırlanmış və RF-in Efromov zavodunda sənaye miqyasında tətbiq edilmişdir. Bu proses yüksək iqtisadi səmərəliliyi ilə yanaşı, həmçinin, ekoloji problemlərin də həllinə kömək edir. O, yuxarıda qeyd edilən istiqamətdə aparılan elmi-tədqiqat işlərinin nəticələrini özündə əks etdirən 161 elmi əsərin, o cümlədən, 31 müəlliflik şəhadətnaməsi və 4 patentin müəllifidir. Onun rəhbərliyi ilə 7 elmlər namizədi hazırlanmışdır.

Professor N.F.Canibəyov 1989-90-cı illərdə Nyu-York Politeknik İnstitutunda görkəmli alim H.F.Markın rəhbərlik etdiyi şöbədə elmi stajirovkada olmuşdur. 1986-cı ildə Yaponiyanın Tokio Texnoloji Universiteti, Kioto və Osaka şəhərinin universitetlərində, 1988-ci ildə İsveçin Stokholm Kral Texnoloji İnstitutu, Çalmers Texnoloji və Lund universitetlərində, 1991-ci ildə Türkiyənin "Petkim" firmasında uzun müddətli elmi ezamiyyətdə olmuşdur. Həmin ölkə alimləri ilə birgə elmi-tədqiqat işləri aparmış və onların nəticələrini ABŞ, Yaponiya və Türkiyə jurnallarında çap etdirmişdir.

O, elmi-tədqiqat fəaliyyəti ilə yanaşı, elmi ictimai işlərdə fəal iştirak edir. 1993-97-ci illərdə Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının kimya üzrə ekspert şurasının üzvü və sədri olmuşdur. Hazırda Azərbaycan EA-nın NKPI-nin nəzdində fəaliyyət göstərən doktorluq müdafiəsi üçün İxtisaslaşmış Elmi Şuranın üzvüdür.

### **ƏLİMƏRDANOV H.M.**

H.M.Əlimərdanov 1948-ci ildə İsmayilli rayonu, Lahıç qəsəbəsində anadan olmuş, Bakı şəhəri 199 sayılı orta məktəbi (1955-66 illər) qızıl medalla bitirmiş, 1966-cı ildə Azərbaycan Dövlət Universitetinin indiki Bakı Dövlət (BDU) kimya fakültəsinə qəbul olmuş və 1971-ci ildə universiteti fərqlənmə diplomu ilə bitirmişdir. Həmin ildə Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-kimyə Prosesləri İnstitutunun aspiranturasına daxil olmuş, 1975-ci ildə "Tsiklopentanon

və onun homoloqlarının C<sub>5</sub>-C<sub>8</sub> alfa olefinlərə birləşmə reaksiyasının tədqiqi və heptilsiklopentanonun alınma prosesinin işlənilib hazırlanması” mövzusunda namizədlik, 1993-cü ildə isə “Beş və altıüzvlü alitsiklik karbohidrogenlərin oksid və seolit katalizatorlarının iştirakı ilə tsikloolefinlərə oksidləşdirici dehidrogenləşdirilməsi” mövzusunda doktorluq dissertasiyası müdafiə etmişdir. 2005-ci ildə ona professor elmi adı verilmişdir. 2014-cü il iyul ayında Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının müxbir üzvü seçilmişdir.

H.M. Əlimərdanovun elmi fəaliyyətinin istiqaməti alitsiklik doymamış karbohidrogenlərin və onların müxtəlif oksigenli törəmələrinin sintezi, alınma üsullarının və proseslərinin elmi əsaslarının işlənilib hazırlanması, müxtəlif alitsiklik ketonlar, qlikollar, efirlər əsasında yeni ətirli və tərəvətləndirici maddələrin alınması və geniş tətbiqindən ibarətdir.

H.M. Əlimərdanov müasir neft-kimya və neft-kimya sintezi sahəsində böyük əhəmiyyətə malik bir sıra elmi problemlər irəli sürmüş və onları çox yüksək elmi səviyyədə həllinə nail olmuşdur. O, ilk dəfə olaraq naften karbohidrogenlərinin doymamış karbohidrogenlərə katalitik və oksidləşdirici dehidrogenləşdirilməsi, dehidrodispropor-siallaşması, aşağı molekullu kütləli spirtlərlə dehidroalkilləşməsi proseslərinin polivalent və nadir-torpaq metalları, təbii və sintetik seolitlər əsasında hazırlanmış katalizatorlar iştirakı ilə yüksək seçiciliklə aparılmasının mümkünlüyünü müəyyən etmiş və bu sahədə yeni elmi istiqamət yaratmışdır.

O, alitsiklik doymamış karbohidrogenlərin izomerləşməsi, alkilləşməsi, induktiv oksidləşdirilməsi, inisiatorların iştirakı ilə aşağı molekullu ketonlara stasionar və axar sistemdə birləşməsi sahəsində dərin tədqiqatlar aparmış, ilk dəfə olaraq bir sıra alkil-, tsikloalkil-, bitsikloalkiləvəzli beş və altıüzvlü alitsiklik ketonların və laktonların orijinal alınma üsullarını işləyib hazırlamış və sənaye miqyasında tətbiq olunmasına nail olmuşdur.

Sintez olunmuş alitsiklik və alifatik ketonlar müxtəlif tərəvətləndirici və ətirleyici kompozisiyaların tərkibinə daxil edilmiş və onlardan Sovetlər İttifaqının “Soyuzparfümer-prom” İstehsalat birliyində uzun müddət ətir, odekalon, yuyucu vasitələrin istehsalında istifadə olunmuşdur. Hər bir ton heptilsiklopentanonun tətbiqindən əldə edilən iqtisadi səmərə 631500 Sovet rublu təşkil etmişdir.

1986-91-ci illər ərzində alkilsiklopentanonlar əsasında bir mərhələdə laktonların sintez üsulları işlənilib hazırlanmış və onların təcrübi-sənaye miqyasında istehsalı təşkil olunmuş, alkilvalerolaktonlardan Sank-Peterburq YPK-da kərə yağına tərəvətləndirici komponent kimi əlavə edilmiş və yüksək keyfiyyətli marqarin məhsulu istehsalında istifadə edilmişdir.

1991-97-ci illərdə H.M.Əlimərdanovun rəhbərliyi ilə karbohidrogenlərin maye fazada homogen və heterogen katalizatorların iştirakı ilə oksidləşdirilməsi reaksiyaları tədqiq edilmiş, mono- və bitsiklik doymamış karbohidrogenlərin müvafiq oksidlərə, ketonlara, ikiatomlu spirtlərə, efirlərə bir mərhələdə çevrilməsi

reaksiyalarının əsas qanunauyğunluqları öyrənilmiş, bu istiqamətdə bir sıra qiymətli, yeni üzvi maddələrin alınma üsulları işlənib hazırlanmışdır. Norbornen və norbornen fraqmentli doymamış karbohidrogenlərin bir mərhələdə narkomforiya və norbornandiola katalitik oksidləşdirilməsi reaksiyaları ilk dəfə geniş tədqiq edilmiş və onların orijinal alınma üsulları işlənib hazırlanmışdır.

Professor H.M.Əlimərdanovun 1980-cı ildən bilavasitə iştirakı və rəhbərliyi ilə müxtəlif alitsiklik karbohidrogenlərin çevrilmələri istiqamətində məqsədyönlü şəkildə aparılmış fundamental tədqiqatların perspektivliyini xüsusi qeyd etmək lazımdır. Onun beş və altıüzvlü alitsiklik karbohidrogenlərin müvafiq tsikloolefinlərə və dienlərə qismən dehidrogenləşdirilməsi istiqamətində apardığı tədqiqatlar mütəxəsislərin böyük marağına səbəb olmuşdur. İlk dəfə olaraq bu proseslər üçün yüksək selektivliyə malik katalitik sistemlərin ümumi hazırlanma prinsipləri təklif olunmuş, yeni yüksək effektivliyə malik katalizatorlar işlənib hazırlanmış, reaksiyaların getmə mexanizmləri, molekularda rabitələrin qırılma ardıcılıqları öyrənilmiş, riyazi modelləşmə və optimallaşma aparılmış və onların tətbiqi üçün tövsiyələr verilmişdir.

1998-2007-ci illərdə tsikloheksan və onun törəmələrinin əvvəllər məlum olmayan çevrilmələri – dehidrodisproporsiallaşması və aşağı molekul kütləli spirtlərlə bir mərhələdə alkilləşməsi istiqamətində silsilə tədqiqatlar aparılmış, reaksiyaların mexanizmləri və getmə qanunauyğunluqları öyrənilmiş, naften karbohidrogenlərindən alkilləşmə və dehidrogenləşmə yolu ilə polialkilbenzollların (ksilol, etiltoluol, dietilbenzol və s.) yeni alınma üsulları işlənib hazırlanmışdır. Onun bu istiqamətdə apardığı tədqiqatlar elmi ədəbiyyatda dehidroalkilləşmə reaksiyaları adı ilə qəbul edilmişdir.

Son illərdə professor H.M.Əlimərdanovun rəhbərliyi ilə mono- və politsiklik doymamış, habelə aromatik karbohidrogenlərin elektrofil reagentləri induksiyaşdırıcı sistemlərin iştirakı ilə halogen-, oksigen- və azotsaxlayan birləşmələrlə birmərhələli selektiv funksionallaşdırılması istiqamətində silsilə tədqiqatlar aparılmış, bu istiqamət elmi ədəbiyyatda ilk dəfə olaraq induktiv funksionallaşdırma adı ilə qəbul edilmişdir.

Hal-hazırda alimin rəhbərlik etdiyi laboratoriyada tədqiqat işləri mikrosturukturlu materiallar əsasında yeni tip polifunksional katalizatorların hazırlanması və onların iştirakı ilə doymamış tsiklik karbohidrogenlərin ikiatomlu spirtlərə birmərhələli dihidroksilləşməsi və ikiəsaslı karbon turşularına oksidləşdirilməsi istiqamətində geniş tədqiqatlar aparılır.

H.M.Əlimərdanovun neft-kimya sintezi, xüsusən alitsiklik birləşmələr kimyası sahəsində özünəməxsus istiqamət yarada bilmişdir. Hal-hazırda bu istiqamətdə o, fəal yaradıcılıq işi aparır. Bu fəaliyyətin nəticələri 260 elmi əsərdə, o cümlədən, 28 müəlliflik şəhadətnaməsi və patentdə öz əksini tapmışdır. Sənayedə tətbiq olunmuş ixtiralarına görə “SSRİ ixtiraçısı” döş nişanı ilə təltif olunmuşdur. əsərlərinin bir qismi Rusiya, Almaniya, Çexiya, Fransa, Böyük

Britaniya, Bolqarıstan, MDB-nin müxtəlif ölkələrində elmi jurnal və məcmuələrində çap olunmuşdur. Onun elmi məqalələri dövrü olaraq «Нефтехимия»; «Журнал прикладной химии», «Журнал органической химии», «Кинетика и катализ», «Журнал общей химии», «Теоретические основы химической технологии», «Химическая промышленность» kimi və digər mötəbər elmi jurnallarda dərc edilməkdədir. O, bir çox beynəlxalq komfrans, simpozium və konqresslərin, o cümlədən 2 neft-kimya simpoziumunun, 3 aroma simpoziumun (Almaniyada), kataliz üzrə XIV və XV ümumdünya konqresinin (Fransa, Paris, Almaniya Münhen), VIII Beynəlxalq Məmmədəliyev konfransının, II Rusiya-Azərbaycan Beynəlxalq simpoziumunun iştirakçısı olmuş və bir neçəsində məruzələrlə çıxışlar etmişdir. Onun elmi əsərlərində yaxın və uzaq xarici ölkə mütəxəssisləri öz monoqrafiya, icmal və elmi məqalələrində 100-ə yaxın istinadlar vermişlər.

H.M.Əlimərdanov yüksək ixtisaslı kadrlar yetirilməsi sahəsində böyük iş aparır. Onun rəhbərliyi ilə 9 elmlər namizədi və 4 elmlər doktoru yetişmişdir. Professor H.M.Əlimərdanov öz elmi fəaliyyətini ictimai işlərlə də bilavasitə əlaqələndirir. O, 1996-cı ildən Ali Attestasiya Komissiyası nəzdində kimyadan Ekspert Şurasının, 1996-cı ildən Tələbə Qəbulu üzrə Dövlət Komissiyası nəzdində kimyadan Ekspert Şurasının və seminarının, 1994-cü ildən AMEA NKPI-nun Elmi Şurasının, 2010-cu ildən AMEA Neft-Kimyasından Koordinasiya Şurasının, 2012-ci ildən “Neft-Kimya və neft emalı prosesləri” jurnalının redaksiya heyətinin üzvüdür.

### **ƏSƏDOV Z.H.**

AMEA-nın müxbir üzvü, kimya elmləri doktoru, professor Ziyafəddin Həmid oğlu Əsədov yüksəkmolekullu birləşmələrin kimyası sahəsində yerinə yetirdiyi tədqiqatlarına və nailiyyətlərinə görə elm dairələrində tanınan bir alimdir. O, 1950-ci ildə Bakı şəhərində kimyaçı-mühəndis ailəsində anadan olmuşdur. 1967-ci ildə Bakı şəhərindəki 39№-li məktəbi gümüş medalla bitirib, müsabiqədən kənar M.Əzizbəyov adına Azərbaycan Neft və Kimya İnstitutunun (indiki Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyası) kimya-texnologiya fakültəsinin əyani şöbəsinə daxil olmuş və 1972-ci ildə oranı 4,9 orta balla bitirmişdir. Təyinatla Azərbaycan Elmlər Akademiyasının (EA) akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutuna (NKPI) işə göndərilmiş və burada iş fəaliyyətinə akademik Vahab Səfər oğlu Əliyevin rəhbərlik etdiyi laboratoriyada mühəndis kimi başlamışdır. Təqribən 1 il ərzində metal-üzvi katalizatorların iştirakı ilə etilenin diizobutilenlə birgə polimerləşməsi sahəsində araşdırmalarla məşğul olmuşdur. 1973-cü ildə Azərbaycan EA xətti ilə SSRİ EA A.V.Topçiyev adına Neft-Kimya Sintezi İnstitutunun (NKSI) məqsədli aspiranturasına göndərilmişdir. Burada 1973-76-cı illərdə akademik

V.A.Kabanovun rəhbərliyi ilə “Yeni polimerləşmə üsulları” laboratoriyasında əyani aspirantura təhsili keçmişdir.

60-cı illərin sonundan V.A.Kabanovun məktəbi ilə Salamon başda olmaqla bir qrup ABŞ alimləri arasında vinilpiridinin dördlü və protonlaşmış duzlarının polimerləşmə reaksiyasının həyəcanlanma mərhələsinin mexanizminə dair elmi mübahisə gədirdi. Sovet alimləri əks-ion mexanizminin, Amerika kimyaçıları isə sistemdə olan sərbəst aromatik aminin iştirakı ilə həyəcanlanma mexanizminin doğru olduğunu iddia edirdilər. Bu mübahisəli məsələyə aydınlıq gətirilməsi Z.H.Əsədovun aspirant işinin əsas məqsədi idi. Aspirantura təhsili müddətində apardığı araşdırmalar və Azərbaycan EA Reyasət heyətinin qərarı ilə 1977-78-ci illərdə NKSİ-də davam etdirdiyi gərgin elmi tədqiqatlar nəticəsində o müəyyən etmişdir ki, mühitin polyarlığından və əks-ionun nukleofilliyindən asılı olaraq hər iki mexanizm reallaşa bilər. Polyarlığın aşağı və əks-ion nukleofilliyinin yüksək olduğu hallarda əks-ion mexanizminin, polyarlaşma göstəricilərinin nisbətən böyük, əks ionun nukleofillik aktivliyinin aşağı dərəcələrində isə Amerika alimlərinin təklif etdiyi mexanizmin daha üstün şəkildə özünü büruzə verməsi kimi mühüm bir elmi nəticə əldə edilmiş, və faktiki olaraq, uzun müddət davam edən bu elmi mübahisənin kompromisli həllinə nail olunmuşdur.

1979-cu ilin may ayında NKSİ-də namizədlik dissertasiyasını uğurla müdafiə etdikdən sonra Z.H.Əsədov Bakıya, NKPI-dakı doğma kollektivinə qayıtmış və V.S.Əliyevin rəhbərlik etdiyi laboratoriyada neft sənayesində tətbiqinə böyük ehtiyac duyulan yeni suda həll olan polimerlərin və bircə polimerlərin sintezi və tətbiqi ilə məşğul olmağa başlamışdır. 1979-82-ci illərdə kiçik elmi işçi, 1982-93-cü illərdə böyük elmi işçi, 1993-2002-ci illərdə aparıcı elmi işçi kimi fəaliyyət göstərmişdir. 2002-ildə yeni yaradılmış “Səthi-aktiv reagentlər və preparatlar” laboratoriyasına müdir təyin edilmişdir.

Sistematik tədqiqatlar nəticəsində (met)akril turşusu, propilen oksidi və epixlorhidrin kimi Azərbaycanda sənaye miqyasında istehsal edilən epoksibirləşmələr, eləcə də müxtəlif (qeyri)üzvi əsasların iştirakı ilə tərkibində miqdarları və nisbətləri tənzimlənə bilən qeyri-ionogen, zəif ionogen və qüvvətli ionogen funksional qruplar ola bilən, suda müxtəlif dərəcədə həllolma qabiliyyətli oliqomer və polimer təbiətli səthi-aktiv maddələrin (SAM) məqsədyönlü şəkildə alınmasının kompleks sxeminin elmi əsasları işlənib hazırlanmışdır. İlk dəfə olaraq politurşuların tərkibindəki karboksil qruplarının propilen oksidi ilə oksipropilləşdirilməsi reaksiyasının avtokatalitik yolla, yəni qonşu sərbəst karboksil qruplarının iştirakı ilə “kooperativ” mexanizm üzrə baş verdiyi aşkar edilmişdir. Bu, göstərilmiş kompleks sxemin ayrı-ayrı mərhələlərinin, yəni poliakril və polimetakril turşularının, eləcə də onların bir sıra əsaslarla qismən neytrallaşdırılması məhsullarının propilen oksidi ilə oksipropilləşməsinin, akril və metakril turşularının propilen oksidi ilə oksipropilləşməsi yolu ilə alınan

oksipropil(met)akrilat monomerlərinin homopolimerləşməsi və (met)akril turşusu ilə radikal birgə polimerləşmə proseslərinin kinetik qanunauyğuluqlarının ətraflı öyrənilməsi nəticəsində, eləcə də aralıq və son məhsulların quruluş və tərkibinin müasir fiziki-kimyəvi tədqiqat üsulları ilə identifikasiya edilməsi sayəsində mümkün olmuşdur.

Alınmış yüksək molekullu birləşmələrin ixtisaslaşmış Təşkilatlarda ("Dənizneftqazlayihə" İnstitutu AzDNSETLİ, ADNA) və müxtəlif neft mədənlərində uğurla aparılmış laboratoriya, təcrübə-sənaye və sənaye miqyaslı sınaqların nəticələrinə əsasən bu maddələrin neftin yeraltı laylardan sıxışdırılıb-çıxarılma əmsalını yüksəltmə, neft quyularının qazılması zamanı qazılma zonasına keçərək qəza halları törədə bilən su axınlarını effektiv şəkildə izolə etmə, qazıma məhsullarının fiziki-kimyəvi və mexaniki göstəricilərini stabilləşdirmə, öz həyat fəaliyyəti nəticəsində neft mədənlərindəki metal konstruksiyaları korroziyaya uğradan və ətraf mühiti çirkləndirən hidrogen sulfid qazını ifraz edən sulfat-reduksiyaedici bakteriyalara qarşı qüvvətli biosidlik, suyu qüvvətli şəkildə absorsiya etmə (1 qram polimer tərəfindən 500 qrama qədər suyun udulması) və s. faydalı xassələri aşkar edilmişdir (müvafiq laboratoriya, təcrübə-sənaye və sənaye sınaqları aktları vardır). 1986-92-ci illərdə NKPI-nin Təcrübə Sənaye zavodunda həmin suda həll olan polimerlərin istehsalı üzrə tərkibində 3 tonluq reaktor olan ayrıca bir qurğu fəaliyyət göstərirdi. Təsərrüfat müqavilələri üzrə bu qurğuda istehsal edilən "OPAK" suizoləedici polimerinin iritonnajlı partiyaları "Azneft" İB-nin müxtəlif mədənlərində həmin illərdə böyük iqtisadi səmərə (1 metr qazılan məsafədə 20 rubla qədər qənaət və qazıma məhsulları itkilərinin 2 dəfə azaldılması) ilə tətbiq edilmişdir (tətbiq aktları vardır). Bu istiqamətdə aparılmış elmi-tədqiqat işlərinin yekunu kimi Z.H.Əsədov 1992-ci ildə "Neft hasilatında tətbiq üçün (met)akril turşusunun suda həll olan səthi-aktiv oksipropilləşmiş oliqomer və polimer törəmələrinin alınması" mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müvəffəqiyyətlə müdafiə etmişdir.

90-cı illərin əvvəllərindən başlayaraq Z.H. Əsədovun rəhbərliyi altında su hövzələrinin səthindən hidrobiontların həyatı və ətraf mühit üçün çox təhlükəli olan nazik neft təbəqələrini kənar etməyə imkan verən yeni və effektiv neftıyığıcı və neftdispersləyici reagentlərin alınması, tədqiqi və tətbiqi üzrə sistemli şəkildə elmi araşdırmalar aparılır. Bu tədqiqatların nəticəsində həmin təyinatlı reagentlərin məqsədyönlü şəkildə sintezinin nəzəri əsasları yaradılmış və Azərbaycanda ilk dəfə bir neçə sıra çoxsaylı və yüksək təsir gücünə malik olan reagentlər alınmışdır ki, bunların böyük bir hissəsi oliqomer və polimer təbiətlidir və ilkin xammal kimi epoksidlər (propilen oksidi və epixlorhidrin), ali biratomlu spirtlər, aminlər və karbon turşuları, akril turşusu, etanolaminlər və ali alkilhalogenidlərdən istifadə edilməklə sintez olunur. Bu SAM-ların effektiv neftıyığıcı və neftdispersləmə qabiliyyəti nümayiş etdirməsi üçün onların fiziki-kimyəvi göstəricilərinin optimal diapazonları müəyyən edilmiş, bu qabiliyyətin

biruzə verilməsi zamanı misella əmələgətirmə xassəsinin böyük və həlledici əhəmiyyət kəsb etməsi ilk dəfə göstərilmiş və bu reagentlərin effektivliyinə təsir edə bilən bir sıra amillər aşkar edilmiş, bu amillərin təsirinin xarakteri aydınlaşdırılmışdır. Bu neftiyyəci və neftdispersləyici reagentlərdən ən effektiv olanları və yerli xammal növləri (əsasən təbii mənşəli triqliseridlərdən ayrılan ali karbon turşuları və propilen oksidi) əsasında alınanları Azərbaycanın bir sıra sənaye müəssisələrində və neft mədənlərində (Mingəçevir “Azərrezintexnika” İB-də, Bakı gəmi təmiri zavodunun akvatoriyasında, “Siyəzənneft” NQÇİ-nin Ataçay nefttəmizləmə qurğusunda, “Neft Daşları” NQÇİ-də və s.) dəfələrlə uğurlu təcrübə-sənaye və sənaye miqyaslı sınaqlardan çıxarılmışdır (müvafiq sınaq aktları və Neft Daşlarında 2001-2002-ci illərdə tətbiq aktları vardır).

Z.H.Əsədovun rəhbərlik etdiyi laboratoriyada alınmış nəticələr bir neçə dəfə Azərbaycan EA-nın ən mühüm nailiyyətləri kitabına daxil edilmişdir. NSDK markalı neftiyyəci və dispersləyici kompozisiya 2005-ci ildə Yaponiyada keçirilmiş ümumdünya sərgisində Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası (AMEA) xətti ilə uğurla nümayiş etdirilmişdir.

2000-ci illərin əvvəllərindən başlayaraq, Z.H.Əsədovun rəhbəri olduğu laboratoriyada neft məhsullarının (əsasən benzinin) rezervuarlarda saxlanılarkən buxarlanmasını əhəmiyyətli dərəcədə ləngidən oliqomer təbiətli reagentlərin alınması və tədqiqi üzrə məqsədyönlü araşdırmalar aparılmışdır. Bu reagentlərin çoxu ölkəmizdə geniş sənaye istehsalı olan xammal növlərindən (çoxatomlu spirtlər, propilen oksidi və epixlorhidrin) alınmışdır və onların ləngitmə effekti 20-30 % qısa müddətli (~ 10-12 saat ərzində) nisbətən uzun müddət (2-3 həftə ərzində) saxlanılma zamanı isə 40-60% təşkil edir. Alınmış reagentlərdən ikisi uğurlu sənaye-təcrübə sınaqlarından çıxarılmışdır (müvafiq aktlar vardır). Bu növ oliqomerlərin tətbiqi həm iqtisadi itkiləri, həm də atmosferin karbohidrogenlərlə çirklənmə dərəcəsini azaltmaqla yanaşı neft məhsulunun tərkibinin tələb olunan səviyyədə saxlanılmasına imkan verir.

Son 10 il ərzində aparılmış araşdırmaların əsas məqsədi yerli və ekoloji zərərsiz xammal növləri əsasında yeni və yüksək effektivlikli neftiyyəci və neftdispersləyici reagentlərin alınması və tədqiqi olmuşdur. Z.H.Əsədov 314 elmi əsərin, o cümlədən 7 kitabın (onlardan ikisi ingilis dilində) müəllifidir.

Onun əsərləri ABŞ-da (“Journal of Surfactants and Detergents”, “Journal of Molecular Liquids”, “Journal of American Oil Chemistry Society”, “Materials Research Innovations” jurnallarında), Avropada (“Journal of Molecular Liquids”), Yaponiyada (“Journal Oleo Science”), İngiltərədə (“Chemistry Journal”), Koreyada (“Journal of the Korean Chemical Society”), Malaziyada (“Journal of Oil Palm Research”), Misirdə ([“Egyptian Journal of Petroleum”](#)), Efiopiyada (“Bull. Chem. Soc. Ethiop.”) Rusiyada (o cümlədən “Успехи химии”, «Высокомолекулярные соединения», «Нефтехимия», «Прикладная химия», «Нефтяное хозяйство», «Перспективные материалы» jurnallarında),

Almaniyada, Fransada, Avstraliyada, Avstriyada, Cənubi Koreyada, Çexiyada, Çində, Türkiyədə, İranda və digər ölkələrdə çap edilmişdir. O, bir çox beynəlxalq səviyyəli elmi konqreslərin, konfransların və simpoziumların fəal iştirakçısı olmuşdur.

Z.H. Əsədov 2 elmlər doktoru, 11 elmlər namizədi və 5 maqistr hazırlamışdır. Daha 2 aspirantı dissertasiya işlərini tamamlayıb təqdim etmək üzrədir. Hal-hazırda 3 elmlər doktoru dissertasiyasının məsləhətçisi və 3 fəlsəfə doktoru dissertasiyasının rəhbəridir.

2003-cü ildə Z.H. Əsədov “Yüksəkmolekullu birləşmələr kimyası” ixtisası üzrə professor elmi adına layiq görülmüşdür.

2014-cü ildə Z.H. Əsədov AMEA-nın müxbir üzvü seçilmişdir.

Z.H.Əsədov AMEA NKPI-nin Elmi Şurasının (2002-ci ildən), “Neft Kimyası və Neft Emalı Prosesləri” jurnalının redaksiya heyətinin üzvüdür (2003-cü ildən). O, 1998-2000-ci illərdə Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında AAK-ın kimya elmləri üzrə ekspert şurasının üzvü, 2000-2001 və 2003-2005-ci illərdə elmi katib, 2001-2002-ci illərdə sədri olmuşdur. 2009-cu ildən həmin Ekspert şurasının elmi katibidir. 2012-ci ildən Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun ekspertidir. Z.H.Əsədov elmi işlərini pedaqoji fəaliyyətlə əlaqələndirir. 1993-cü ildən ingilisdilli “Xəzər” Universitetində müqavilə üzrə professor kimi müxtəlif kimya fənlərindən mühazirələr oxuyur. 2006-2010-cu illərdə BDU-nun “Yüksəkmolekullu birləşmələr kimyası” kafedrasında ingilis dilində professor kimi dərs demişdir. 2013-cü ildən Bakı Ali Neft Məktəbində professor vəzifəsində çalışır və ingilis dilində “Emal sənayesi” fənnindən mühazirələr oxuyur.

Z.H.Əsədov 2009-cu ildə “Tərəqqi” medalı, 2010-cu ildə AMEA Rəyasət Heyətinin Fəxri Fərmanı, 2002-ci ildə Amerika Bioqrafiya İnstitutunun “Şöhrət” qızıl medalı, 2004-cü ildə Kembric (İngiltərə) Beynəlxalq Bioqrafiya Mərkəzinin gümüş medalı, 2014-cü ildə AMEA-nın Nizami Gəncəvi medalı ilə təltif edilmişdir.

## **HÜSEYNOV N.M.**

Nazim Müseyib oğlu Hüseynov 1929-cu il noyabrın 16-da Tovuz şəhərində qulluqçu ailəsində anadan olmuşdur.1948-ci ildə Tovuz şəhər məktəbini bitirmiş və həmin ildə də Azərbaycan Sənaye İnstitutunun (ASİ) kimya-texnologiyası fakültəsinə qəbul olunmuşdur.1953-cü ildə ASİ-ni bitirdikdən sonra,təyinatla indiki Azərbaycan EA Y.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutuna (NKPI) göndərilmiş və orada təcrübə qurğusunun operatoru kimi əmək fəaliyyətinə başlamışdır.Sonralar orada növbətçi mühəndis, baş mühəndis və qurğu rəisi vəzifələrində çalışmışdır. 1958-62-ci illərdə həmin institutun aspiranturasında oxumuşdur. 1964-cü ildə institutun Baş mühəndisi vəzifəsinə



təyin edilmişdir. 1967-82-ci illərdə Azərbaycan Elmlər Akademiyası (EA) NKPI-də “Karbohidrogenlərin qaz fazasında oksidləşmənin texnologiyası” laboratoriyasının müdiri olmuşdur. 1982-88-ci illərdə Təbii Qazın Nəqlə hazırlanması və Emalı üzrə Ümumittifaq Elmi-Tədqiqat və Layihə İnstitutunun direktoru və həmçinin, 1982-ci ildən “Təbii qazın komponentlərinin kimyəvi emalı” laboratoriyasının müdiri olmuşdur. O, 1972-ci ildə BMT-nin neft-kimya üzrə ehtiyat eksperti təyin edilmişdir. 1976-78-ci illərdə BMT-nin eksperti kimi Yuqoslaviya və Avstriyada, 1981-82-ci illərdə Kubada, 1988-ci ildə KXDR-də işləmişdir. 1976-78-ci illərdə Yuqoslaviyanın Novi-Sad Universitetinin professoru olmuşdur.

1962-ci ildə “Hərəkət edən mikrosferik gümüş katalizatoru üzərində etilenin birbaşa etilen oksidinə oksidləşməsi prosesinin işlənilib hazırlanması” mövzusunda namizədlik, 1974-cü ildə isə doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmişdir. 1975-ci ildə “Qazın və yanacağı kimyəvi texnologiyası” ixtisası üzrə professor adına layiq görülmüşdür. 1980-ci ildə Azərbaycan EA-nın müxbir üzvü və həmin ildə də Azərbaycan EA Kimya Elmləri Bölməsinin akademik-katibinin müavini seçilmişdir.

Professor N.M.Hüseynovun əsas elmi işləri heterogen kataliz və kimya texnologiyası sahəsindədir. Onun rəhbərliyi ilə aparılan fundamental tədqiqatların nəticəsində yeni prinsiplə texnoloji sistemlər, reaksiya qurğuları, effektiv katalizatorlar işlənilib hazırlanmış və onların əsasında mühüm sinif monomerlərin sintezi, nəinki, keçmiş SSRİ məkanında, hətta xarici ölkələrdə belə həyata keçmişdir. O, öz əməkdaşları ilə kimya texnologiyasının nəzəri bazasına əsaslanaraq ilk dəfə müxtəlif məqsədlər üçün lazım olan etilen və propilen oksidinin, malein anhidrinin, formaldehidin, alil xloridin, elementar kükürdün alınma proseslərinin işləyib hazırlanmış və onlar üçün qaz kontakt qarışığının hərəkətdə olan axının yüksək səmərəli və universal texnoloji sistemini yaratmışdır. Onun tərəfindən yaradılan etilen oksidinin yüksək səmərəli alınma prosesi daha mühüm əhəmiyyət kəsb edərək, dünyanın 10 xarici ölkəsinə patentləşdirilmiş və İtaliyanın “Texnipetrol” şirkətinə lisenziya ilə satılmışdır. Onun rəhbərliyi ilə işlənilib hazırlanmış qliserinin dioxlorhidrini Sumqayıt “Üzvi sintez” İstehsalat Birliyində, qaz və qazkondensatının emalı Azərbaycan Qaz emalı zavodunda, etilenoksidi İtaliyanın Palermo şəhərində, təbii qaz xammalından etilen və propilenin alınma prosesi KXDR-nın Anju şəhərində tətbiq edilmiş və yüksək iqtisadi səmərə vermişdir. İşlənilib hazırlanmış bəzi proseslərin isə tətbiqi tövsiyə edilmişdir.

Professor N.M.Hüseynovun apardığı elmi-tədqiqatların nəticələri 150 elmi əsərdə (həmin əsərlərdən 20-si xaricdə işıq üzü görüb), 35 patentdə, 30 müəlliflik şəhadətnaməsində öz əksini tapmışdır. Onun rəhbərliyi ilə 20 elmlər namizədi hazırlanmışdır.

O, dəfələrlə ABŞ, İngiltərə, Yaponiya, Türkiyə, Yuqoslaviya, KXDR kimi

xarici ölkələrdə elmi məruzələrlə çıxış etmişdir. Professor N.M.Hüseynov bir sıra ictimai işlərdə fəal iştirak etmişdir. O, 1982-ci ildə Azərbaycan EA patent-lisenziya Elmi Şurasının sədri seçilmişdir. 1971-75-ci illərdə Respublika İxtiraçılıq və Səmərələşdiricilik Cəmiyyətinə rəhbərlik etmişdir. 1980-82-ci illərdə Azərbaycan EA Y.Məmmədaliyev adına NKPI “Bilik” cəmiyyətinin sədri olmuşdur.

Professor N.M.Hüseynov SSRİ, Azərbaycan, Kuba, Yuqoslaviya kimi ölkələrin mükafatlarını, SSRİ, Azərbaycan, KXDR EA-larının təşəkkürünü almağa müvəffəq olmuşdur. O, ”Qaz sənayesinin şərəfli işçisi” adına layiq görülmüşdür.

### **HÜSEYNOV M.M.**

Mustafa Məmməd oğlu Hüseynov 1928-ci il martın 23-də Şərur rayonunun Mehrab kəndində anadan olmuşdur. İbtidai təhsilini Qarxun kəndində ,orta təhsilini isə Yenikə kəndində almışdır. 1948-52-ci illərdə Bakı Dövlət Universitetinin kimya fakültəsində ali təhsilini başa vurduqdan sonra, Azərbaycan Elmlər Akademiyası (EA) Kimya institutunun aspiranturasına daxil olmuş və oranı bitirdikdən sonra Azərbaycan EA Neft İnstitutunda böyük elmi işçi vəzifəsində işləmişdir. 1959-68-ci illərdə Azərbaycan EA Y.Məmmədaliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda Sumqayıt filialının və 1978-86-cı illərdə həmin filial əsasında yaranmış Azərbaycan EA xlorüvü sintez İnstitutunun direktoru olmuşdur.1986-cı ildən ömrünün sonuna qədər Azərbaycan EA Y.Məmmədaliyev adına NKPI-də “Zərif üzvi sintez” laboratoriyasına rəhbərlik etmişdir.

1957-ci ildə namizədlik dissertasiyasını, 1963-cü ildə isə “Xlorkarbohidrogenlərinin sintezi və çevrilmələri sahəsində tədqiqatlar” mövzusunda doktorluq dissertasiyası müdafiə etmişdir. 1966-cı ildə “Üzvi kimya” ixtisası üzrə professor adını almışdır. 1980-ci ildə Azərbaycan EA-nın müxbir üzvü seçilmişdir.

Professor M.M.Hüseynovun əsas elmi işləri “qaynar” təbəqədə xlor-üzvi birləşmələrin sintezi və onların əsasında yüksək istiliyə və odadavamlı polimer maddələrin alınması və onların xalq təsərrüfatının müxtəlif sahəsində tətbiqi problemlərinə həsr edilmişdir. Onun rəhbərliyi ilə bir sıra orijinal proseslər :ilk dəfə olaraq C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub> karbohidrogenlərin tam xlorlaşması həyata keçirilmişdir; C<sub>3</sub>-C<sub>7</sub> karbohidrogenləri və onların xlorlu törəmələri birbaşa oksixlorlaşdırılmış və onların ehtimal mexanizmi irəli sürülmüşdür; alkoksitörəməli diolefinlərlə aromatik karbohidrogenlər alkülləşdirilmişdir; naftollar turşu katalizatorları iştirak ilə olefinlərlə alkülləşdirilmiş və alınan birləşmələr əsasında kükürlü və fosforlu antioksidant xassə daşıyan çoxfunksiyalı törəmələr alınmışdır; yüksək doymamışlığa malik doymamış əlaqələri olan, aktivləşmiş elektroakseptor daxil

edərək (4+2) tsiklobirləşmə reaksiyalarının yeni perspektivli istiqamətinin elmi əsaslarını işləyib hazırlanmışdır; heksaxlortsiklopentadien ilə malein və tsikloheksendikarbon anhidridləri arasındakı reaksiyaların əsasında odadavamlı poliefir plastik kütləsi hazırlanmışdır. Onun rəhbərliyi altında dien sintezi adduktlarının, 1,2,3-üçəvəzli tsikloheksanların konformasiyası hərtərəfli tədqiq edilərək, respublikamızda stereokimya məktəbi yaradılmışdır.

Professor M.M.Hüseynov öz tədqiqat işlərində tullantısız texnoloji proseslərin yaradılması və sənaye tullantılardan korroziya əleyhinə örtüklər, səthi-aktiv maddələr, neftçıxarmaya kömək edən maddələrin və.s alınmasına xüsusi diqqət yetirmişdir. Onun rəhbərliyi ilə 10 proses sənayedə tətbiq edilmişdir.

Professor M.M.Hüseynov öz yetirmələri ilə birlikdə 1 moioqrafiyanın , 500-dən çox elmi əsərin, o cümlədən, 260 müəlliflik şəhadətnaməsinin müəllifidir. Onun rəhbərliyi ilə 10 elmlər doktoru, 90 elmlər namizədi hazırlanmışdır. O, elmdə əldə etdiyi nailiyyətlərə və elmi kadrların hazırlanmasına görə 1979-cu ildə Azərbaycan SSSR əməkdar elm xadimi adına layiq görülmüşdür.

Mustafa müəllim elmi-tədqiqat işlərini pedaqoji fəaliyyətlə uzlaşdıraraq 1960-cı ildən ömrünün axırınadək Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyası kimya texnologiyası fakültəsinin professoru olmuşdur.

Professor M.M.Hüseynov dəfələrlə Beynəlxalq və Ümumittifaq simpozium, konfrans və kongreslərdə respublika elmini təmsil etmişdir.

O, elmi-pedaqoji fəaliyyəti ilə yanaşı ictimai işlərdə də fəal iştirak etmiş, 1973-cü ildə Sumqayıt Şəhər Sovetinin deputatı seçilmişdir. Azərbaycan EA Kimya Elmləri bölməsinin və bir neçə İxtisaslaşdırılmış Elmi Şuranın üzvü olmuşdur.

Onun əməyi hökumət tərəfindən qiymətləndirilmiş, “SSRİ ixtiraçısı” döş nişanı, “Əmək veteranı” və bir neçə medalla təltif olunmuşdur.

Mustafa müəllim, 1991-ci il fevral ayının 3-də vəfat etmişdir.

## **QƏMBƏROV Y.H.**

Yunis Heydər oğlu Qəmbərov 1926-cı il martın 5-də Füzuli rayonunun Kürdlər kəndində anadan olmuşdur. 1933-43-cü illərdə orta məktəbdə oxumuşdur. 1944-cü ildə Bakı Dövlət Universitetinin (BDU) kimya fakültəsinə qəbul olunmuşdur. 1949-cu ildə BDU-nun fərqlənmə diplomu ilə bitirmişdir. 1950-52-ci illərdə Azərbaycan Elmlər Akademiyasının (EA) Neft İnstitutunun aspiranturasında oxumuşdur. 1952-56-cı illərdə “Azxəzərneft” İstehsalat Birliyinin antikorroziya xidməti kontorunda istehsalat şöbəsinin rəisi vəzifəsində işləmişdir. 1956-58-ci illərdə Azərbaycan EA Neft İnstitutunda aspirantura təhsilini başa vurmuşdur.

Y.H.Qəmbərov 1959-62-ci illərdə Dövlət Kimya Komitəsinin Bakı Təcrübə zavodunun mərkəzi laboratoriyasının müdiri olmuşdur. 1962-ci ildə həmin zavod

əsasında Azərbaycan Dövlət Elmi-Tədqiqat “Olefin” İnstitutu (ADETOİ) yarandıqdan sonra o, “Pirroliz” laboratoriyasına müdir təyin edilmişdir. 1973-cü ildə ADETOİ-də “Karbonhidrogen monomerləri” şöbəsinə rəhbər, 1976-cı ildə isə elmi işlər üzrə direktor müavini təyin edilmişdir. 1990-91-ci illərdə ADETOİ-nin direktoru olmuşdur.

Y.H.Qəmbərov 1960-cı ildə “Neft fraksiyalarının və bəzi fərdi karbonhidrogenlərin termiki parçalanmasının tədqiqi” mövzusunda namizədlik, 1968-ci ildə isə “Səmərələşdirilmiş piroliz şəraitində aşağı molekullu doymamış və aromatik karbonhidrogenlərin alınması” mövzusunda doktorluq dissertasiyası müdafiə etmişdir. 1971-ci ildə professor adına layiq görülmüşdür. 1980-ci ildə isə Azərbaycan EA-nın müxbir üzvü seçilmişdir. 1991-ci ildə (ölümündən sonra) ona Başkordostan EA-nın həqiqi üzvü fəxri adı verilmişdir.

Professor Y.H.Qəmbərov neft kimyası sahəsində görkəmli alim idi. Onun əsas elmi-tədqiqatları təbii karbonhidrogen xammalının və onların emal məhsullarının yüksək temperaturda termiki və hidrogen iştirakı ilə çevrilmələrinin öyrənilməsinə və bu yolla kiçikmolekullu olefin və aromatik karbonhidrogenlərin alınması üçün yeni yüksək effektivliyə malik texnoloji proseslərin yaradılmasına aiddir. Onun rəhbərliyi ilə işlənib hazırlanmış yüksək təmizlikli benzolun alınması prosesi keçmiş Sovet İttifaqının bir sıra iri neft-kimya komplekslərində tətbiq edilmişdir.

Professor Y.H.Qəmbərovun rəhbərliyi altında aparılan elmi-tədqiqat işləri içərisində olefin və aromatik karbonhidrogenlərin alınması üçün müxtəlif fərdi karbonhidrogenlərin və eləcə də pirolizin maye məhsullarının və digər mənşəli texniki aromatik qatışıqların yüksək temperaturlu termiki çevrilmələrinin hərtərəfli öyrənilməsi mühüm yer tutur, onun rəhbərliyi ilə həmçinin, toluoldan və digər fərdi alkilaromatik karbonhidrogenlərdən termiki və katalitik hidrodialkillaşma yolu ilə benzol, naftalindifenil və digər qiymətli aromatik karbonhidrogenlərin alınması üçün pirolizin maye məhsullarının müxtəlif səmərəli kompleks emalı variantları hazırlanmış və sənayeye tövsiyə edilmişdir.

Professor Y.H.Qəmbərovun apardığı tədqiqatların nəticələri 6 monoqrafiyada, 220 məqalədə, o cümlədən, 40 ixtirada öz əksini tapmışdır. O, bir sıra Elmi Koordinasiya Şuralarının və İxtisaslaşmış Elmi Şuraların üzvü, Azərbaycan Sovet Ensiklopediyasının və Azərbaycan Neft Təsərrüfatı jurnalının redaksiya heyətinin üzvü olmuşdur.

Professor Y.H.Qəmbərov sisteməlik olaraq neft-kimya sintezinə dair keçirilən Beynəlxalq simpozium, qurultay və konfranslarda (Leypsiq, Alma-Ata, Moskva, Leninqrad, Bakı) respublika elmini ləyaqətlə təmsil etmişdir. O, keçmiş Sovet İttifaqının Neft-Kimya Sənayesi Nazirliyinin Elmi-Texniki Şurasının və Sosialist ölkələrinin Qarşılıqlı İqtisadi Yardım Şurasının neft-kimya üzrə daimi işçi qrupunun üzvü kimi 1972-83-cü illərdə bir sıra ölkələrdə olmuşdur. Onun elmi-ictimai fəaliyyəti dövlət tərəfindən yüksək qiymətləndirilmiş, Qırmızı Əmək

Bayrağı, Xalqlar Dostluğu ordenləri və bir sıra medallarla təltif edilmişdir.

Professor Y.H.Qəmbərov 1991-ci ildə sentyabrın 7-də qəflətən vəfat etmişdir.

### **MƏMMƏDOV Ş.Ə.**

Şamxal Əliməmməd oğlu Məmmədov 1910-cu il oktyabrın 10-da Füzuli şəhərində kəndli ailəsində anadan olmuşdur. 1917-27-ci illərdə orta təhsilini Füzuli rayonunda almışdır. 1929-32-ci illərdə indiki Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetində ali təhsil almışdır. Hələ ikinci kursda oxuyarkən görkəmli üzvi kimyaçı, SSRİ Elmlər Akademiyasının (EA) müxbir üzvü K.A.Krasusskinin təklifi ilə elmi-tədqiqat işinə cəlb edilmişdir. 1932-35-ci illər Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin nəzdində aspiranturada oxumuş və 1936-cı ildə kimya elmləri namizədi dərəcəsi almaq üçün “Alfaqlikollar haqqında” namizədlik dissertasiyasını müdafiə etmişdir. 1936-cı ildə Ş.Ə.Məmmədov Bakı Dövlət Universitetinin “Üzvi kimya” kafedrasında dosent, professor və 1943-52-ci illərdə kafedra müdiri olmuşdur. 1937-43-cü illərdə o, SSRİ EA Azərbaycan Filialının Kimya İnstitutunda laboratoriya müdiri, 1943-49-cu illərdə isə həmin institutun direktoru işləmişdir. 1942-ci ildə kimya elmləri doktoru dərəcəsini almaq üçün “Sadə qlikol efirlərin tədqiqi” mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmiş, 1956-cı ildə “Üzvi kimya” professoru adına layiq görülmüşdür. Professor Ş.Ə.Məmmədov 1956-59-cu illər Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetində “Kimya” kafedrasının müdiri olmuşdur. 1959-78-illərdə Azərbaycan EA Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda “Bioloji aktiv maddələrin sintezi və texnologiyası” laboratoriyasına rəhbərlik etmişdir. 1978-ci ildən təqaüddə olmuşdur. 1967-ci ildə Azərbaycan EA-nın müxbir üzvü seçilmişdir.

Professor Ş.Ə.Məmmədov üzvi sintez sahəsində görkəmli kimyaçı idi. Onun əsas tədqiqatları bioloji xassə daşıyan qlikol efirlərin sintezi və onların tədqiqinə həsr olunmuşdur. Onun tərəfindən qlikol efirləri sintezinin onlarla üsulu işlənib hazırlanmışdır. “Qələvi” və “maqnezium üzvi” üsulları daha universal olub, əvvəlcədən nəzərdə tutulmuş xassə daşıyan sadə efirlərin alınmasında geniş istifadə edilir. Bu üsulların köməyi ilə 5000-ə qədər maddə alınmış və ABŞ-ın Index Chemicalsın qeydiyyatından keçmişdir. Onun rəhbərliyi ilə neft məhsullarını çoxfunksiyalı hala keçirmək üçün olefin karbohidrogenlərini alkoksimetilləşdirilməsi sahəsində sistemli tədqiqatlar aparılmışdır. Plastifikator, emulqator, yağlayıcı materiallar və.s qiymətli maddələrin alınması üçün istifadə olunan asetalların daha münasib üsulla alınması sahəsində onun əvəzsiz xidməti olmuşdur. Onun rəhbərliyi altında aparılış işlər əsasında xalq təsərrüfatında plastifikatorlar kimi geniş istifadə olunan bahalı gənəgərçək yağını, dibutilftalatı, dioktilftalayı əvəz edən bir sıra plastifikatorlar yaradılmışdır. II Dünya müharibəsi

illərində qiymətli döyüş sursatlarının alınması üsullarını işləyib hazırlamışdır.

Professor Ş.Ə.Məmmədovun rəhbərliyi ilə qlikol efirlər əsasında bioloji aktiv birləşmələr sinfinə mənsub olan yeni herbisidlər (Efiran-12-19, Ef-66, Ef-99), ipsektisidlər (Efiran-3, Efiran-66), akarisidlər (Efiran-103, Efiran-19), Efiran-111 və Efiran-67 tipli baytarlıqda işlədilən müalicəvi preparatların sintezi üsulları işlənilib hazırlanmış və ilk dəfə olaraq yeni sinif bioloji fəal birləşmələr olan qlikol efirlərin quruluşu ilə onların funksional xassələri arasında olan əlaqə müəyyən edilmişdir.

Çox mülayim şəraitdə hava azotunun fiksə edilməsi problemi üzərində professor Ş.Ə.Məmmədovun rəhbərliyi ilə elmi-tədqiqat işləri aparılmışdır.

Şamxal müəllim respublikamızda yüksəkixtisaslı kimyaçı kadrların hazırlanması sahəsində çox əmək sərf etmişdir. O, 25 il Bakı Dövlət Universiteti və indiki Azərbaycan Pedaqoji Universitetində üzvi kimyadan tələbələrə mühazirə oxumuşdur. Onun rəhbərliyi ilə 50 elmlər namizədi yetişmişdir. Öz əməkdaşları və tələbələri ilə birlikdə 400 elmi əsər çap etdirmiş və 70 müəlliflik şəhadətnaməsi almışdır. O, qlikol efirlərindən bəhs edən 3 monoqrafiyanın müəllifidir.

Onun elmin inkişafında və elmi kadrların hazırlanması sahəsindəki əməyini hökumət yüksək qiymətləndirərək, onu “Şərəf nişanı” ordeni və bir sıra medallarla təltif etmişdir.

Professor Ş.Ə.Məmmədov 1984-cü il sentaybrın 30-da vəfat etmişdir.

### **MƏRDANOV M.Ə.**

Məcid Əhəd oğlu Mərdanov 1913-cü il aprelin 9-da Qəbələ rayonun Vəndam kəndində anadan olmuşdur. 1931-ci ildə Şəki Pedaqoji Texnikumunu (PT) bitirdikdən sonra, Qəbələ rayonu Hadcalı kənd natamam orta məktəbində müəllim işləmişdir. 1934-cü ildə Vəndam kənd orta məktəbinin dərs-hissə müdiri, sonra isə direktoru təyin edilmişdir. Həmin ildə Bakı Dövlət Universitetinin kimya fakültəsinə qəbul olunmuş, 1939-cu ildə orani əla qiymətlərlə bitirərək Universitetdə müəllim saxlanılmışdır. 1939-cu ilin oktyabrında hərbi xidmətə çağırılmış və II Dünya müharibəsində minomyot vızvod komandiri kimi Şimal-Qərb və Leninqrad cəbhələrində vuruşmuşdur. Cəbhədə ağır yaralanmış və 1948-ci ildə ordudan tərxis olmuşdur. Həmin ildə Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Neft Emalı İnstitutunda mühəndis vəzifəsinə işə qəbul olunmuşdur. 1952-ci ildə “Xüsusi yanacaqlar” laboratoriyasına müdir təyin edilmiş və həmin vəzifədə ömrünün sonuna qədər işləmişdir. 1959-82-ci illərdə, həmçinin, Azərbaycan Elmlər Akademiyası Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda elmi işlər üzrə direktor müavini olmuşdur.

M.Ə.Mərdanov müasir aviasiya yanacaqlarının yaradılması sahəsində apardığı elmi-tədqiqat işlərini ümumiləşdirərək, 1953-cü ildə namizədlik, 1962-ci ildə isə doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmiş, texnika elmləri doktoru elmi

dərəcəsinə almışdır. 1963-cü ildə professor adına layiq görülmüş və 1968-ci ildə isə Azərbaycan EA-nın müxbir üzvü seçilmişdir.

Professor M.Ə.Mərdanovun əsas elmi istiqaməti neftin kimyəvi tərkibinin tədqiqi və onların əsasında yeni növ reaktiv yanacaqların istehsal texnologiyasının işlənilib hazırlanması olmuşdur. Onun rəhbərliyi ilə aparılmış elmi-tədqiqat işlərinin nəticəsində səsdən iti sürətlə uçan reaktiv təyyarələr üçün keçmiş SSRİ məkanında Azərbaycan neftindən ilk yeni T-5,T-8V reaktiv yanacaqlarının istehsal texnologiyaları yaradılıb və sənayedə tətbiq edilmişdir. Sonralar onun tərəfindən, həmçinin, T-6, RT kimi yanacaqlar da tətbiq üçün vəsiqə almışdır. O, aviasiya yanacaqlarının müasir tələblərə cavab verməsi üçün yeni səmərəli yanacaq aşqarlarını da sintez etmişdir. Bu aşqarlar yanacağın termiki stabilliyini, korroziya və yeyilməyə qarşı davamlılığını artırmağa kömək etmişdir.

Professor M.Ə.Mərdanov yeni yanacaqlar sahəsində elmi-tədqiqatlar apararkən karbohidrogen alkülləşməsi, dealkülləşməsi, hidrogenləşməsi, nitrollaşması və aminləşməsi kimi reaksiyaların ədəbiyyatda məlum olmayan xüsusiyyətlərini müəyyənləşdirmək, neft-kimya sintezinə yeni töhfələr vermişdir. Onun rəhbərliyi ilə ilk dəfə olaraq keçmiş SSRİ-də pirolizin maye məhsullarından tsiklopentandienin alınması texnologiyası işlənilib hazırlanmış və yarımənəy qurğusunda istehsal edilmişdir. O, keçmiş İttifaqın hərbi kompleksinin möhkəmlənməsini təmin edən sifarişləri vaxtında yerinə yetirilmiş və xüsusi komissiya tərəfindən onun əməyi yüksək qiymətləndirilmişdir.

Professor M.Ə.Mərdanovun yanacaqlar sahəsində apardığı tədqiqatların nəticələri 250 elmi əsərdə, o cümlədən, 40 müəlliflik şəhadətnaməsində öz əksini tapmışdır. Onun rəhbərliyi ilə 3 elmlər doktoru, 22 elmlər namizədi yetişdirilmişdir.

Elmin inkişafında və yüksək ixtisaslı kadrların hazırlanmasındakı xidmətlərinə görə o, 1979-cu ildə Azərbaycan SSR-in əməkdar elm xadimi adına layiq görülmüşdür.

Onun əməyi yüksək qiymətləndirilmiş və “Şərəf nişanı”, II dərəcəli Vətən müharibəsi ordenləri və bir çox medallarla təltif olunmuşdur.

Məcid müəllim 1982-ci il sentyabrın 28-də uzun sürən ağır xəstəlikdən sonra vəfat etmişdir.

### **MÖVSÜMZADƏ M.M.**

Məmməd Mirzə oğlu Mövsümzadə 1908-ci il dekabrın 25-də Bakı şəhərində anadan olmuşdur. 1925-ci ildə orta məktəbi qurtarmışdır. Həmin ildə Bakı Dövlət Universitetinin (BDU) Pədoqoji fakültəsinin təbiət şöbəsinə daxil olmuş və oranı 1930-cu ildə "Üzvi kimya" kafedrasında assistent saxlanılmış və 1935-ci ilə qədər həmin vəzifədə işləmişdir. Hələ tələbəlik illərində 42 saylı yeddi illik məktəbdə müəllim və BDU-nun "Üzvi kimya" kafedrasında laborant

vəzifəsində çalışmışdır. O, həmçinin, 1930-31-ci illərdə Azərbaycan Kənd Təsərrüfatı İnstitutunda assistent və laboratoriya müdiri vəzifələrində işləmişdir.

M.M.Mövsümzadə 1931-35-ci illər N.Nərimanov adına Sənaye Texnikumunda və Neft Texnikumunda müəllim və laboratoriya müdiri vəzifəsində çalışmışdır. O, 1932-ci ildən ömrünün axırına qədər Azərbaycan Sənaye İnstitutunun "Üzvi kimya" kafedrasında əvvəlcə assistent (1932-1935), dosent, laboratoriya müdiri, kafedra müdiri əvəzi (1935-1947), kafedra müdiri (1947-1984) vəzifələrində çalışmışdır. 1938-40-cı illərdə SSRİ Elmlər Akademiyası (EA) Azərbaycan Filialının Kimya İnstitutunda böyük elmi işçi vəzifəsini tutmuşdur. 1939-40-cı illərdə Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyasında texnologiya fakültəsinin dekanı olmuşdur. 1938-60-cı illərdə, həmçinin, Azərbaycan Tibb Universitetində dosent, professor və kafedra müdiri işləmişdir.

M.M.Mövsümzadə 1938-ci ildə görkəmli rus alimi, SSRİ EA-nın müxbir üzvü K.A.Krasusskinin rəhbərliyi ilə "Neft məhsullarının pirolizindən amilenoksidin və onların törəmələrinin alınması" mövzusunda namizədlik dissertasiyasını müdafiə edərək kimya elmləri namizədi dərəcəsi alan ilk azərbaycanlılardan biri olmuşdur. 1946-cı ildə isə o, "Doymamış karbohidrogenlərin alfaoksidlərə oksidləşməsinin tədqiqi" mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə edərək kimya elmləri doktoru dərəcəsini almışdır. 1947-ci ildə professor adına layiq görülmüşdür.

Professor M.M.Mövsümzadə elmdə əldə etdiyi müvəffəqiyyətlərə və elmi kadrların hazırlanmasındakı əməyinə görə 1971-ci ildə Azərbaycan SSR əməkdar elm xadimi adına layiq görülmüşdür. 1967-ci ildə isə Azərbaycan EA-nın müxbir üzvü seçilmişdir.

O, ilk dəfə ana dilimizdə üzvi kimyadan mühazirələr oxumuş və onun "Üzvi kimya dərsliyindən bir neçə kimyaçı nəslini istifadə etmişdir.

Professor M.M.Mövsümzadənin apardığı elmi-tədqiqatlarının əsas istiqaməti üzvi alfa-oksidlərin sintezi və onları müxtəlif çevrilmələri və alınmış məhsulların araşdırılmasından ibarətdir. O, alfa oksidlərin sintezi və onların müxtəlif çevrilmələri və istiqaməti üzvi alfa-oksidlərin sintezi və onların müxtəlif çevrilmələri və alınmış məhsulların araşdırılmasından ibarətdir. O, alfa-oksidləri almaq üçün olefinlərin hipoxloridlə oksidləşdirilməsi üsulunu təklif etmiş və trimetilenoksidinin istehsalını təcrübi qurğuda həyata keçirmişdir. Trimetilenoksidini izomerləşdirərək metiletiketona almış və ondan Suraxanı, Jirnov və Qum adası sürtkü yağlarının parafinsizləşdirilməsində istifadə etmişdir. Onun rəhbərliyi ilə halogenlər ilə oksidlərin qarşılıqlı təsirindən alınan komplekslərin aşağı temperaturda reaksiyagirmə qabiliyyəti tədqiq edilmiş və onların qoşulmuş üç komponentli reaksiyaların aparılmasında istifadə edilərək 2,2-dialokendialkil efirlərin sintez üsulu işlənib hazırlanmışdır. Bunlar isə müxtəlif morfolin törəmələrin alınması üçün başlanğıc maddə kimi istifadə edilmişdir. İkikomponentli qoşalaşmış və ya daxili molekulyar qoşalaşmış



reaksiyaların aparılması da professor M.M.Mövsumzadə və onun əməkdaşlarının adı ilə bağlıdır. Alfa-oksidlərin bromlaşma reaksiyasının kinetikasına əsasən öyrənilmiş reaksiyanın mexanizmi haqqında mülahizə irəli sürülmüşdür. O əməkdaşları ilə birlikdə tetraxloretilen iştirakı ilə oksidlərin bromlaşması nəticəsində kraun efirlərinin (dikraun-6) sintez üsulunu işləyib hazırlamışdır.

Professor M.M.Mövsumzadə üzvi sintez və üzvi kimyanın elmi-metodik məsələlərinə dair 250-dən çox elmə əsərin müəllifidir. Onun iki cilddən ibarət olan “Üzvi kimya” dərslisi üç dəfə nəşr edilmişdir. Onun rəhbərliyi ilə 2 kimya elmləri doktoru, 20 elmər namizədi yetişmişdir.

O, respublikamızın ictimai həyatında fəal iştirak edərək D.M.Mendeleyev adına Ümumittifaq Kimya Cəmiyyəti Azərbaycan bölməsinin sədri, Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin və “Bilik” cəmiyyətinin keçirdikləri bütün tədbirlərin fəal iştirakçısı olmuşdur. O, həmçinin, respublika üzrə kimya olimpiadası təşkilat komitəsinin sədri və Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin yanında kimya və neft emalı elmi-metodik şuranın sədri olmuşdur.

O, uzunmüddətli Pedaqoji və elmi fəaliyyətinə görə bir sıra hökumət mükafatları, ”Şərəf nişanı ordeni, müxtəlif medallar və Azərbaycan Ali Sovetinin Fəxri Fərmanları ilə təltif edilmişdir.

Məmməd müəllim 1984-cü il dekabrın 7-də vəfat etmişdir.

### **NEQREYEV V.F.**

Vsevolod Fyodoroviç Neqreyev 1903-cü il iyunun 22-də Ukraynanın Kerç şəhərində doğulmuşdur. 1913-20-ci illərdə Kerç gimnaziyasında oxumuşdur. 1921-23-cü illər köçməklə əlaqədar Krasnodar Şimali-Qafqaz Texnikumunda, Kuban Pedaqoji İnstitutunda, Novoçerkasski Dövlət Pedaqoji İnstitutunda və ən nəhayət, Bakı şəhərində Azərbaycan Sənaye İnstitutunda oxumuş və oranı bitirərək 1930-cu ildə kimyaçı-texnoloq ixtisasına yiyələnmişdir. Əmək fəaliyyətinə 1926-cı ildən başlayaraq, əvvəlcə indiki Səttarxan adına zavodda laborant, sonralar isə “Azneft”-in sınaq stansiyasında və sonralar həmin bölmə Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Neft Emalı İnstitutuna daxil edildiyindən orada işləmişdir. V.F.Neqreyev həmin institutda 1929-30-cu illər kimyaçı, 1930-33-cü illərdə laboratoriya müdirinin müavini və 1939-59-cu illərdə “Metalların korroziyası” laboratoriyasının müdiri vəzifəsində işləmişdir. 1938-ci ildə ona “Analitik kimya” ixtisası üzrə dissertasiya müdafiə etmədən elmlər namizədi dərəcəsi verilmişdir. 1951-ci ildə o texnika doktoru dərəcəsini almaq üçün “Neft-mədən və dəniz avadanlıqları metallarının korroziyası və onun qorunması” mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmişdir. Həmin ildən 1960-cı ilədək həmçinin “Dənizneft” Dövlət Layihə İnstitutunda “Korroziya” şöbəsinin müdiri olmuşdur. 1953-cü ildə professor adına layiq görülmüşdür. 1959-cu ildə isə Azərbaycan Elmlər Akademiyasının müxbir üzvü seçilmişdir.

1961-ci ildə professor V.F.Neqreyev bir qrup müəlliflər ilə birlikdə dəniz neft yataqlarının istismarının işlənilib hazırlanmasına görə Lenin mükafatı laureatı adına layiq görülmüşdür. Həmin ildən ömrünün sonuna qədər Azərbaycan EA Qeyri-üzvi və Fiziki Kimya İnstitutunda “Korroziya”laboratoriyasına rəhbərlik etmişdir.

Professor V.N.Neqreyev həyat və fəaliyyətində Pedaqoji iş də mühüm yer tutur. O, hələ tələbə ikən 1929-cu ildə Neft Texnikumunda müəllimlik etmişdir. 1930-49-cu illərdə Azərbaycan Sənaye İnstitutunun “Mineral maddələrin texnologiyası” kafedrasında asistent və “Analitik və ümumi kimya” kafedrasında dosent olmuşdur. 1934-38-ci illərdə o, Bakı Dövlət Universitetinin “Analtik kimya” kafedrasının dosenti, 1938-41-ci illərdə isə həmin kafedranın müdiri vəzifəsini əvəz etmişdir.

Professor V.F.Neqreyevin bütün elmi-tədqiqat işləri metalların korroziyasına həsr edilmişdir. O, korroziya proseslərinin elmi əsaslarının və dəniz neft mədənlərində korroziyaya qarşı mübarizə tədbirlərinin işlənilib hazırlanmasında, korroziyanın qarşısını almağa kömək edən elektrokimyəvi mühafizə üsulunun mədənlərdə geniş tətbiq olunmasında yaxından iştirak etmişdir. Respublikamızda neft-mədən və qaz kondensatı axan buruq avadanlıqlarının, torpaq altında olan müxtəlif məqsədli boru alətlərinin, xüsusilə, dənizdəki neft hasilatı üçün qurulan polad stakadaların korroziyası həmişə onun diqqəti mərkəzində olmuş və onların qurulması üçün onun rəhbərliyi ilə müxtəlif inhibitorların elmi əsasları işlənilib hazırlanmış və tətbiq edilmişdir.

Onun apardığı elmi-tədqiqat işləri 20-yə qədər monoqrafiya və kitabçada ümumiləşdirilmişdir. Öz əməkdaşları və aspirantları ilə birgə 250 elmi əsər çap etdirmiş və 30 müəlliflik şəhadətnəməsi almışdır. Onun respublikamızda korroziya üzrə mütəxəssislərin hazırlanması sahəsində əməyi əvəzsizdir. Onların içərisində 6 nəfər elmlər doktoru, 50nəfər isə elmlər namizədi adını almışdır.

Professor V.F.Neqreyevin elmi kadrların yetişdirilməsi sahəsindəki xidməti xüsusi qiymətləndirilmiş və ona 1963-cü ildə Azərbaycan SSR-in əməkdar elm və texnika xadimi adı verilmişdir.

O, 1939-cu ildə Bakı Şəhər Sovetinin deputatı seçilmişdir. V.F.Neqreyevin hökumət və Dövlət qarşısındakı əməyi yüksək qiymətləndirilmiş, Lenin, Qırmızı Əmək Bayrağı, “Şərəf nişanı” ordenləri və bir neçə medallarla təltif edilmişdir. O, korroziyaya dair Moskva, Çexoslovakiya və digər xarici ölkələrdə çağırılmış Beynəlxalq konfranslarında respublikamızı təmsil etmişdir.

V.F.Neqreyev 1967-ci ildə noyabrın 2-də qəflətən vəfat etmişdir.

## **SƏMƏDOVA F.İ.**

Fəzilə İbrahim qızı Səmədova 29 mart 1929-cu ildə Azərbaycanda - Şamaxı

şəhərində anadan olmuşdur. 1946-cı ildə Bakı şəhərində 132 saylı onillik məktəbi qızıl medalla, 1951-ci ildə M.Əzizbəyov adına Azərbaycan Sənaye Institutunun kimya-texnologiya fakültəsini kimyaçı-texnoloq-mühəndisi ixtisası üzrə, 1955-ci ildə İ.M.Qubkin adına Moskva Neft Institutunun aspiranturasını bitirib. 1956-cı ilin fevralında «Yağların kimyəvi tərkibinin onların istismar xassələrinə təsiri» mövzusunda dissertasiya müdafiə edərək, texnika elmləri namizədi elmi dərəcəsi və «Neft kimyası» ixtisası üzrə «Bakı parafinli neftlərindən yüksək iqtisadi səmərəli texnologiya ilə distillat və qalıq yağlarının alınması, tədqiqi və Azərbaycanda təşkili perspektivləri» mövzusunda dissertasiya müdafiə edərək texnika elmləri doktoru elmi dərəcəsi almışdır. 1987-ci ildən professor, 1991-ci ildən Azərbaycanın Əməkdar elm xadimi və 1995-ci ildən Nyu-York Elmlər Akademiyasının həqiqi üzvüdür. ABŞ Bioqrafiya institutunun konsultantıdır.

F.İ.Səmədova Moskva Neft Institutunun aspiranturasını bitirdikdən sonra 1960-cı ilə qədər AzSi-da «Neftlərin Kimyası və texnologiyası» kafedrasında, 1960-cı ildən 1981-ci ilə qədər «Yağların kimyası və texnologiyası» laboratoriyasında böyük elmi işçi vəzifəsində çalışıb. 1982-ci ildən bu vaxta qədər «Neftlərin tədqiqi və yağların texnologiyası» laboratoriyasının müdürüdür. 2001-ci ildən AMEA-nın müxbir üzvüdür.

F.İ.Səmədovanın bütün elmi fəaliyyəti Azərbaycan neftlərinin tərkib və xassələrinin tədqiqi, onlardan dünya standartlarına keyfiyyətə cavab verən baza yağlarının alınmasını təmin edən yeni texnoloji proseslərin işlənilib hazırlanmasına həsr edilib. O, bu istiqamətdə tədqiqat aparın tanınmış alimdir.

F.İ.Səmədovanın müasir spektral üsulların köməyi ilə aparılan tədqiqatları nəticəsində yeni quru və dəniz yataqlarından çıxarılan neftlərlə yanaşı, onların yüksəkmolekullu heteroatomlu komponentləri, o cümlədən, mikroelementləri öyrənilib, bu tədqiqatlar neftlərin qahqsız emalı üçün perspektivlər açıb. Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən qanunauyğunluqlar aşkar edilib və bütün Azərbaycan neftlərinin genetik bağlılığı və naftalan nefti ilə yanaşı bioloji aktiv olması sübut edilib.

Yüksəkmolekullu asfalt-qatran birləşmələrinin neftlərdən ayrılması və fraksiyalara bölünməsi üçün istifadə edilən üsulların mürəkkəbliyini və çox vaxt tələb etdiyini nəzərə alaraq, onun rəhbərliyi ilə yeni üsullar işlənilib hazırlanıb. Bu üsullardan biri elektrik sahəsində, ikincisi isə CO<sub>2</sub>-nin ifrat kritik parametrləri şəraitində aparılıb və üsulların yeniliyi müəlliflik şəhadətnaməsi və patentin alınması ilə təsdiq edilib. Onun rəhbərliyi ilə Azərbaycan neftlərinin fiziki-kimyəvi xassələrini əks etdirən məlumat bankı yaradılıb.

Son illər o, neftin birbaşa hidrokrekinqi və ifrat kritik ekstraksiya prosesinin iştirakilə yeni emal sxeminin yaradılması istiqamətində tədqiqatlar aparır. Hazırda CO<sub>2</sub>-nin kritik parametrləri şəraitində neftin və onun ağır qalıqlarını metallardan, asfaltenlərdən, sudan və duzlardan təmizlənməsi istiqamətində aparılan tədqiqatların təklif olunan sxem üzrə inşa edilmiş pilot qurğusunda

mənimsənilməsi aparılır.

F.İ.Səmədovanın neftlərin tədqiqi, baza yağlarının xammal mənbəyinin genişləndirilməsi, istehsal texnologiyasının təkmilləşdirilməsi və keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması istiqamətində apardığı tədqiqatların bir hissəsi 1970-80-ci illərdə «Azərneftyağ» NEZ-nun yenidən qurulması planının əsasını təşkil etmişdir. Təqdim edilmiş tövsiyələrə əsasən zavodda bir neçə qurğu (asfaltsızlaşma, parafinsizləşmə, hidrotəmizləmə) tikilib, istifadəyə verilmiş və ilk dəfə parafinli Səngəçal dəniz neftinin emalı təşkil olunmuşdur, ondan özlülük indeksi 85-90 olan baza yağları alınmış və onların əsasında M-8B1, M-8B2 (ildə 250-300 min ton) mühərrik yağları istehsal edilmişdir. Təkcə hidrogenləşmə qurğusunun tikilib istifadəyə verilməsi zavoda 60 min ton tullantıdan azad olmağa imkan yaratmışdır.

Azparafinli Günəşli yatağı neftinin Neft Daşları nefti ilə birlikdə yağ xammalı kimi istifadə edilməsi tövsiyə edilmiş və NEZ-də istehsal olunan baza yağlarının keyfiyyəti xeyli yaxşılaşdırılmışdır. 1989-cu ilin qiymətlərinə görə əldə edilmiş illik iqtisadi səmərə 16 min rubldan çox olmuşdur.

Qeyd etməliyik ki, istehsalata tətbiqdən əvvəl xeyli fundamental tədqiqatlar aparılıb, yağ fraksiyaları komponentlərinin seçici həlledicilərdə və katalitik proseslərdə kimyasına aid bir sıra qanunauyğunluqlar müəyyən edilib. Göstərilib ki, Azərbaycan neftlərindən yüksək Öİ (100-dən çox) malik olan yağların alınması üçün yağ fraksiyalarını təşkil edən komponentlərin quruluşunun katalitik üsullarla dəyişdirilməsi lazımdır. Bununla əlaqədar 2 üsul təklif edilib. Bunlardan biri dünyada geniş istifadə edilən hidrogenləşmə üsuludur. Bu istiqamətdə geniş tədqiqatlar aparılıb. Rafinatların hidrozənginləşdirilməsi ilə özlülük indeksi 90-dan çox olan baza yağları həmin NEZ-da alınıb, sınaqdan keçirilib. İki pilləli hidrogenləşmə üsulu ilə 2005-ci ildə «Azərneftyağ» NEZ-də sənaye, mühərrik və silindr baza yağları istehsal edilib və 9 ayda zavoda 1 min yeni AZM məbləğində gəlir gətirilib.

İkinci üsul ənənəvi olmayan, F.İ.Səmədova tərəfindən təklif edilən üsuldür ki, bu üsulun əsasını yağ fraksiyalarının turş katalizatorların iştirakı ilə olefinlərlə oliqoalkilləşməsi təşkil edir. Bu üsul 4 variantda işlənilib və hamısı patentləşdirilib. Bu üsullar böyük iqtisadi səmərə ilə Öİ 100-dən çox olan ekoloji zərərsiz baza yağlarının alınmasını təmin edir və seçici həlledicilərdə təmizləmə və parafinsizləşmə proseslərini yağ istehsalı sxemindən çıxarır.

F.İ.Səmədovanın rəhbərliyi ilə distillat yağ fraksiyalarının təmizlənməsi üçün yeni qoşalaşmış təmizləmə prosesi də yaradılıb və patentləşdirilib. Bu prosesdə yağ xammalının parafinsizləşdirilməsi, parafinsizləşdirilmiş yağın və parafinin təmizlənməsi eyni həlledicinin iştirakı ilə bir qurğuda aparılır və aşağı donma temperaturu (mənfi 70°C-yə qədər olan) xüsusi yağların alınmasını təmin edir. 2005-ci ildə bu üsul Yaponiyada sərgidə nümayiş etdirilib.

Bütün bu tədqiqatlar nəşr olunmuş monoqrafiyalarda öz əksini tapıb.

Fəzilə Səmədova «Azərneftyağ» NEZ-nun inkişaf konsepsiyasının hazırlanması üçü geniş tədqiqat işləri aparıb.

F.İ.Səmədova yüksək ixtisas sahibi olub, geniş elmi potensiala və marağa malik olan alimdir. Onun elmi fəaliyyətinin fərqlənən cəhəti nəzəri və təcrübi tədqiqatların bağlılığı və istehsalatla birlikdə işlənməsidir. Onun əsərlərinə tanınmış alimlərin kitabları və jurnallarında istinad edilir.

F.İ.Səmədova 430-dan çox elmi əsərin, o cümlədən, 12 kitabın, 60 müəlliflik şəhadətnaməsi və patentin müəllifidir. 4 elmlər doktoru, 14 elmlər namizədi yetirmişdir, 4 namizədlik dissertasiyasını müdafiyyəyə hazırlayıb.

F.İ.Səmədovanın elmi-pedaqoji fəaliyyəti də təqdirə layiqdir. Belə ki, o 1956-1960-ci illərdə M.Əzizbəyov adına ASİ-də (indiki Neft Akademiyasında) «Neftin kimyası və texnologiyası» kafedrasında assistent, dosent vəzifələrində çalışıb. Sonralar (1987-88-ci illərdə) bu institutda professor kimi ixtisas fənnindən dərs deyib, aspirantların elmi rəhbəri olub.

1970-77-ci illərdə SSRİ Neft və Kimya sənayesi rəhbər işçilərinin təkmilləşdirmə institutunun Bakı filialında «Sürtgü yağlarının istehsal texnologiyası» fənnindən mühazirələr oxumuşdur.

F.İ.Səmədova həmişə elmi-təşkilatı işlə də məşğul olub. 1981-ci ildə O, SSRİ EA və SSRİ Dövlət Elm və Texnika komitəsinin əlaqələndirici Problem Şurasının üzvi seçilib. SSRİ Dövlət Qaz Konserinin Elmi Tədqiqat institutunun Elmi Şurasının, eləcə də, bir sıra Texniki və Problem Şuraların, 1973-ci ildən isə MEA NKPI və AKİ nəzdində yaradılmış İxtisaslandırılmış Şuraların üzvi, 1994-96-cı illərdə (NKPI) sədri olub.

«Azərbaycan neft təsərrüfatı» (1990-cı ildən) və «Neft kimyası və Neft emalı prosesləri» jurnallarının redaksiya heyətinin üzvüdür. 1986-89 illərdə Səbail rayonun (XX çağırış) deputatı olub.

Fəzilə Səmədova Dünya qadınlarının Konqresinin (Pekin, 1995), Ümumdünya Qadın Forumunun «Habitat II» (İstanbul, 1996) və Haaqada Sülh Konfransının (Haaqa, 1999) iştirakçısı olub, Azərbaycan qadınlarının nailiyyətləri haqda məruzələrlə çıxış etmişdir.

F.İ.Səmədova Azərbaycan elmini bir sıra xarici ölkələrdə təmsil edib. 1964-cü (ADR, Yena), 1967-ci (ADR, Halle), 1968-ci (ADR, Leypsiq) illərdə Almaniyada «Sürtgü yağları və yağlama texnikası» Beynəlxalq Simpoziumlarının məruzələrlə iştirakçısı olub. 1978-79-cu illərdə 3 ay müddətində Bağdad (İraq) Neft tədqiqatı institutuna, 1992-ci ildə 1 ay müddətində İzmir (Türkiyə) «İşıqsan Kimya» birliyinə kömək məqsədilə ezamiyyə edilib.

1998-ci ildə «Mobil» şirkətinin, 2005-ci ildə isə «Shell» şirkətinin dəvətilə, İngiltərə və Fransanın NEZ-na ezamiyyə olunub.

70-dən çox Simpozium, Konfrans, Elmi müşavirələr və s. iştirakçısı olub.

Onun elmi-pedaqoji fəaliyyətinə verilən qiymət «Şöhrət» ordeni, «Əməkdə

fərqlənməyə görə», «Rəşadətli əməyə görə», Akademik Y.H.Məmmədəliyev» və s. medallar, Fəxri fərmanlarla təltif olunmasıdır. O, «2004-cü ildə Ümumdünya əqli mülkiyyət təşkilatı"nın mükafatına layiq görülüb. 2006-cı ildə ADNŞ-nin Fəxri Fərmanı, 2009-cu ildə Ailə, Qadın və Uşaq Problemləri üzrə DK fəxri fərmanı və medalı ilə təltif edilib.

## ELMLƏR DOKTORLARI

### ABDULLAYEV E.Ş.

Abdullayev Elmar Şahmar oğlu 1947-ci il yanvarın 26-da Goranboy rayonunun Şəfəq kəndində anadan olmuşdur. 1964-cü ildə Şəfəq kənd orta məktəbini bitirib, həmin ildə indiki Bakı Dövlət Universitetinin kimya fakültəsinə qəbul olmuşdur. 1970-ci ildə Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının akademik Y.H.Məmmədaliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun aspiranturasının qiyabi şöbəsinə daxil olmuşdur və bu günə kimi əmək fəaliyyətini bu institutda davam etdirir.

1977-ci ildə namizədlik, 2003-cü ildə isə doktorluq dissertasiyası müdafiə edərək yanacaqın kimyası və texnologiyası ixtisası üzrə texnika elmləri doktoru adına layiq görülmüşdür. Dissertasiya işi Respublika Prezidenti yanında fəaliyyət göstərən Ali Attestasiya Komissiyası tərəfindən kimya sahəsində 2003-cü ilin ən yaxşı işi kimi qəbul olunmuşdur.

1970-1973-cü illərdə mühəndis, 1973-1978-ci illərdə kiçik elmi işçi, 1978-1994-cü illərdə baş elmi işçi, 1994-2004-cü illərdə aparıcı elmi işçi, 2004-cü ildən Neft və qaz çıxarma və onun emalı prosesləri üçün kimyəvi reagentlərin alınma texnologiyasının yaradılması laboratoriyasına rəhbərlik etmişdir. 2012-ci ilin fevral ayından NKPI-nin baş texnoloqu vəzifəsinə təyin edilmişdir. 1970-1987-ci illərdə apardığı elmi tədqiqat işlərinin əsas istiqaməti neft məhsullarından karbamidin iştirakı ilə normal parafinləri ayırmaqla mənfi 60<sup>0</sup>C-qədər donmayan yanacaqların alınması prosesi olmuşdur. Yaradılmış proses 1976-cı ildə Respublika Dövlət mükafatına layiq görülmüşdür. Sonralar E.Ş.Abdullayevin rəhbərliyi altında təkmilləşdirilən bu prosesdə eyni zamanda yüksək təmizliyə malik (99,7%-ə qədər) normal parafinlərin ayrılmasına nail olunmuşdur. Təkmilləşdirilmiş proses 1978-ci ildə keçmiş SSRİ-nin Xalq Təsərrüfatı Nailiyyətləri Sərgisinin bürünc medalına layiq görülmüş (vəsiqə N39062) və Bakı, Ufa, Volqoqrad, Kuybişev, Novokuybişevsk, Sızran, Quryev şəhərinin neftemalı zavodlarında məhsuldarlığı ildə 0,5 mln ton olan sənaye qurğuları tikilərək işə buraxılmışdır.

1988-ci ildən bu günə kimi E.Ş.Abdullayev öz elmi tədqiqat istiqamətini dəyişərək neftçixarma və neftin emalı prosesləri üçün Respublikamızda böyük ehtiyac duyulan kimyəvi reagentlərin yaradılması və alınma texnologiyasının işlənib hazırlanması və sənayedə tətbiqi ilə məşğuldur.

Müəlliflərdən biri olduğu "Azəri" korroziya inhibitoru MDB məkanında sənayedə geniş tətbiq olunmuşdur. 1999-cu ildə Rusiya Federasiyası Meleuz kimya zavodunda E.Ş.Abdullayevin müəllif nəzarəti altında tikilmiş, məhsuldarlığı 20 min ton olan qurğuda istehsal olunan VFİKS-82Ə və "Azəri" inhibitorları Tümen Neft-qaz çıxarma sənayesini korroziyadan qorumaq üçün

geniş miqyasda istifadə olunmağa başlanmışdır. Respublikamızda “İNKOR” MMC-də istehsal olunan “Azəri” inhibitoru isə Ukrayna, Azərbaycan və Türkmənistan neft-qaz çıxarma sənayesində istifadə olunur.

E.Ş.Abdullayevin rəhbərlik etdiyi laboratoriyada respublikamızda ilk dəfə olaraq yangınsöndürən köpükəmələgətirici tərkib (“NKPI-34-2”) yaradılmış və “İNKOR” MMC və “Kaspian sintez” MMC-də istehsalı təşkil edilərək Respublikanın yangınsöndürmə məntəqələrinə istifadəyə təqdim edilmişdir.

Respublikanın neft emalı zavodlarında istifadə olunan qurğuları korroziyadan qorumaq üçün E.Ş.Abdullayevin iştirakı ilə “Kaspi”, “Kaspi-X”, “Kaspi-XM” korroziya inhibitorları “Bakı” ərp təmizləyici tərkibləri yaradılaraq istehsalı təşkil olunub və sənayedə müvəffəqiyyətlə tətbiq olunmaqdadır.

Müəlliflərdən biri olduğu “Xəzər-24” deemulqatoru Respublikanın neftçixarma və neft emalı sənayelərində 2011-ci ildə müvəffəqiyyətlə sınaqdan çıxmışdır.

E.Ş.Abdullayev bu günə kimi 123 elmi əsərin, bir monoqrafiyanın, o cümlədən 22 müəlliflik şəhadətnaməsinin (SSR və Rusiya Federasiyasının 8, Azərbaycan Respublikasının 14 patentinin) müəllifidir.

Hazırda Neft Kimya Prosesləri İnstitutunda yaradılmış Ali Atestasiya Komitəsinin Neft-kimyası ixtisası üzrə müdafiə şurasının üzvüdür.

Eyni zamanda Elmlər Akademiyasında yaradılmış və Respublikada kimya və neft-kimyasının inkişafına nəzarətin koordinasiya şurasının üzvüdür.

### **BAYRAMOV M.R.**

Bayramov Musa Rza oğlu 1938-ci ildə Gədəbəy rayonunun Söyüdlü kəndində anadan olmuşdur.

Orta məktəbi 1955-ci ildə Söyüdlü kəndində bitirmiş, bir il kənddə işləmiş, 1959-cu ildə Bakı Kənd Təsərrüfatı Texnikomunu fərqlənmə diplomu ilə 1965-ci ildə isə Azərbaycan Dövlət Universitetini (indiki BDU) bitirmişdir. O, hələ tələbə ikən elmi işə böyük maraq göstərmişdir, IV və V kurslarda oxuyarkən UIETOLEfinlər İnstitutu, AMEA-nın NKPI-də laborant, mühəndis vəzifələrində çalışmış və orada istehsalatdan ayrılmadan aspiranturaya daxil olmuş, 1968-ci ildə vaxtından əvvəl “Neft kimyası” ixtisası üzrə müvəffəqiyyətlə namizədlik dissertasiyası müdafiə etmişdir.

M.R.Bayramov 1969-cu ildə Azərbaycan Dövlət Universitetinin Neft kimyası və kimya texnologiyası kafedrasına müsabiqə yolu ilə dosent vəzifəsinə seçilmişdir. O, kafedrada yeni tədris, elmi-tədqiqat laboratoriyaları yaratmaqla geniş fəaliyyətə başlamış və təşkilatçılıq bacarığını göstərmişdir. Bu keyfiyyətlərinə görə o, 1979-cu ildə işlədiyi kafedraya müdir vəzifəsinə seçilmişdir. Bundan sonra M.R.Bayramov elmi fəaliyyətini daha da genişləndirmiş, “Neft və yüksək molekullu birləşmələr kimyası” elminin ən yeni



istiqlamətləri ilə məşğul olmağa başlamış və bu işlərin nəticəsi kimi 1984-cü ildə “Neft kimyası” ixtisası üzrə “İzopropenilfenollar və onların efirləri – polifunksional monomerlərin sintezi və çevrilmələri” mövzusunda doktorluq dissertasiyası müdafiə etmiş, 1986-cı ildə professor elmi adını almışdır.

Professor M.R.Bayramovun elmi fəaliyyət dairəsi çox geniş olub, yeni polifunksional monomerlərin sintezi və onlar əsasında reaksiyaya girmə qabiliyyətinə malik olan sooliqomer və sopolimerlərin alınması, onların tətbiq sahələrinin tapılması, neft karbohidrogenlərinin aşağı temperaturda çevrilmələri üçün effektiv katalizatorların yaradılması, fizioloji-aktiv maddələrin alınması kimi mühüm sahələri əhatə edir. Difenilolpropanın homogen-katalitik krekinqindən qiymətli polifunksional monomer olan izopropenilfenolun sintezi və onun əsasında alınan yeni növ monomerlərdən, istismar şəraitində öz-özünə stabilləşən sooliqomer və sopolimerlərin, yeni nəsəl doymamış fenol-formaldehid tipli oliqomerlərin, ekoliji təmiz stabilizator və plastifikatorların, eləcə də neft karbohidrogenlərinin aşağı temperaturda pirolizi üçün katalizatorların alınması kimi proseslərin elmi əsasları ilk dəfə M.R.Bayramov tərəfindən işlənmişdir.

İlk dəfə olaraq, di(4-izopropenilfenoksi)alkan və (4-izopropenilfenoksi)-bromalkan kimi, iki yeni növ polifunksional monomerlərin alınması ilə nəticələnən p-izopropenilfenolun simmetrik dihalogenalkanlarla kondensləşmə reaksiyası aparılıb. Müəyyən optimal şəraitin seçilməsi ilə yüksək çıxımla əldə oluna bilən hər iki monomerin müxtəlif məqsədli kimyəvi çevrilmələri tədqiq olunub.

Simmetrik (4-izopropenilfenoksi)alkanların stiroil və malein anhidridi ilə nsopolimerləşməsi nəticəsində tənzim oluna bilən ion tutumuna malik iondəyişdirici qatranların, metal sorbentlərinin alınmasına imkan verən tikili sopolimerlər əldə olunub. Bu yolla tikici agent olaraq, divinilbenzolun analoqu kimi sınaqdan keçirilən di(4-izopropenilfenoksi)alkanın keyfiyyət bazımından onu üstələdiyi müəyyən olunub.

Kondensləşmənin digər məhsulu olan 1-(4-izopropenilfenoksi)bromalkanın tərkibində müxtəlif fraqmentlər yumşaq şəraitdə əvəzlənə bilən brom atomunu saxlaması, onun məqsədyönlü kimyəvi çevrilmələrdə sinton kimi istifadə olunmasına imkan verir. 1-(4-izopropenilfenoksi)4-brombutanın sənaye məhsulu olan naften turşusu fraksiyası ilə efirləşməsi nəticəsində ekoliji cəhətdən təmiz plastifikator kimi istifadə oluna bilən efirləşmə məhsulu alınmışdır. Eləcə də, 1-(4-izopropenilfenoksi)-4-brombutanın ikili aminlərlə kondensləşməsindən alınan amin fraqmentisaxlayan monomerlər əsasında xüsusi növ anionitlər əldə olunub.

İlk dəfə alkenilfenolların aminometilləşmə reaksiyaları aparılaraq neft sənayesində tətbiq oluna bilən sulfat reduksiyaedici bakterisidlərkarroziya inhibitorlarının sintezi həyata keçirilmişdir.

Alkenilfenolların homolitik tiilləşmə və fosforilləşmə reaksiyaları ilk dəfə M.R.Bayramov tərəfindən aparılaraq neft məhsullarının oksidləşməsinin qarşısını

alan polifunksional antioksidləşdiricilərin alınması işlənib hazırlanmışdır.

M.R.Bayramovun apardığı elmi-tədqiqat işlərinin qiymətli cəhəti bilavasitə istehsalatla bağlı olmasıdır. Onun sintez etdiyi doymamış fenolformaldehid oliqomeri əsasında alınmış yüksək BK-50 yapışqanı aviasiya sənayesində tətbiq olunmuş, neft karbihidrogenlərinin müəlm şəraitdə katalitik piralizi isə tətbiq üçün təklif edilmişdir.

M.R.Bayramov 350-ə qədər elmi əsərin, o cümlədən 37 müəlliflik şəhadətnaməsi, 16 patent, 7 monoqrafiya, dərslik, dərs vəsaitinin müəllifidir. Respublika və xarici ölkələrdə keçirilən simpozium və kinqreslərdə tez-tez məruzələrlə çıxış edir.

Respublika və xarici ölkələr üçün kimyaçı kadrların hazırlanmasında da M.R.Bayramov xeyli işlər görmüşdür. Onun rəhbərliyi ilə 20 nəfər elmlər namizədi və elmlər doktoru, 20-yə qədər magistr dissertasiyası, 200-ə qədər diplom işi müdafiə edilmişdir. Onun yetişdirmələri içərisində Vyetnamın, Hindistan, Suriya, Misir, Əlcəzair, İran İslam Respublikasının vətəndaşları da vardır.

Hazırda onun yetişdirmələrindən 10 nəfərə qədəri Kimya fakültəsində fəaliyyət göstərir.

Uzun illərdir ki, əsası akademik Y.H.Məmmədəliyev tərəfindən qoyulmuş kafedraya professor M.R.Bayramov rəhbərlik edir. İşlədiyi müddətdə o, kafedranın nəznində “Alkenilfenollar və karbonilli birləşmələr kimyası” ET laboratoriyası yaratmış, yeni müasir fənnlər tədrisini təşkil etmişdir. Öz işgüzarlığı, elmə, tədrisə marağı ilə həmişə başqalarına nümunə olmuşdur.

M.R.Bayramov Universitetin ictimai-siyasi həyatında da aktiv iştirak edir, professor-müəllim heyəti və tələblərin böyük hörmətini və etimadını qazanmışdır. Xalq Təhsili Nazirliyi vahid elmi-metodik şurasının sədr müavini işləmiş, hazırda fakültə, BDU Böyük Elmi və AMEA-nın NKPI-nin nəznində ixtisaslaşdırılmış Müdafiə Şeralarının üzvüdür.

İxtiraları ilə əlaqədar olaraq, prof. M.R.Bayramov 1984-cü ildə “SSRİ Səmərləşdirici və ixtiraçılar”, 2008-ci ildə Təhsil Nazirliyi tərəfindən “Qabaqcıl Təhsil İşçisi” döş nişanı, 1991-ci ildə “İxtiraçılar və səmərləşdiricilər” cəmiyyətinin fəxri fərmanı ilə, 2007-ci ildə isə qazandığı elmi uğurlara görə Bakı Dövlət Universiteti üzrə “İlin alimi”, 2008-2009-cu tədris ilində BDU üzrə ilin kafedra müdiri fəxri adlarına layiq görülmüşdür. Prof. M.R.Bayramov 2009-cu ildə Azərbaycan Respublikası Prezidentinin fərmanı ilə “ Əməkdar Elm Xadimi” fəxri adı ilə təltif edilmişdir.

## **ƏCƏMOV K.Y.**

Keykavus Yusif oğlu Əcəmov 1941-ci il avqust ayının 14-də Bakı şəhərində

anadan olmuşdur. O, orta təhsilini 1949-1959-cu illərdə Bakı şəhər 101 sayılı orta məktəbdə almışdır.

1959-cu ildə orta təhsilini bitirdikdən sonra Azərbaycan Neft və Kimya İnstitutunun kimya texnologiya fakültəsinə qəbul olunmuş və 1965-ci ildə oranı bitirmişdir. İnstitutu qurtardıqdan sonra Azərbaycan Neft və Kimya institutunun aspiranturasına qəbul olunmuşdur. 1969-cu ildə «Amonyakın iştirakı ilə butilenlərin oksidləşdirici dehidrogenləşməsi prosesi» mövzusunda namizədlik dissertasiyasını müdafiə edərək kimya elmləri namizədi alimlik dərəcəsi almışdır. 1968-69-cu illərdə həmin institutun «Fiziki kimya» kafedrasında assistent, 1969-72-ci illərdə baş müəllim, 1972-85-ci illərdə dosent və 1985-ci ildən professor vəzifəsində çalışmışdır.

Kimya elmləri doktoru, professor, əməkdar müəllim Keykavus Yusif oğlu Əcəmov kataliz, qazın kimyası və emal texnologiyası sahəsində çalışan tanınmış alimdir.

K.Y.Əcəmovun elmi fəaliyyət istiqamətləri – hetrogen katalizin kimyası və fizikası, neft emalında kataliz.

Bu illərdə onun SSRİ və dünyaya tanınmış “Успехи химии”, “Проблемы кинетики и катализа”, “Физическая химия” və “Нефтехимия” jurnallarında elmi məqalələri dərc olunmuşdur. O, SSRİ-Elmlər Akademiyasının “Kimyəvi fizika” institutunun laboratoriyasının rəhbəri professor O.V. Kırlov və L.U.Morqolis ilə birlikdə elmi işlər aparmışdır. Onların birlikdə apardıqları elmi işlərin nəticələri “DAN SSSR” jurnalında çap olunub.

K.Y.Əcəmov 1972-ci ildə Novosibirsk şəhəri “Kataliz” institutuna ezamiyyətə göndərilir. Burada kataliz sahəsində dünya miqyaslı alim akademik Q.K. Borekovla sıx elmi əməkdaşlıq yaradır. Həmin ildə Ukrayna MEA Fiziki kimya İnstitutu ilə birgə elmi fəaliyyətə başlayır və Ukrayna Milli Elmlər Azademiyasının müxbir üzvü Y.B. Qoroxovatski ilə sıx əməkdaşlıq edir. Bu üç elmi ocaq ilə molibdatların fiziki-kimyəvi xassələri ilə olefinlərin oksigenli birləşmələrinin çevrilməsinin arasında qanunauyğunluqlar müəyyən olunmuşdur, bu kataliz sahəsini zənginləşdirir.

1973-cü ildə ilk dəfə olaraq kataliz sahəsində SSRİ-Amerika arasında əməkdaşlıq proqramına K.Y.Əcəmovun elmi istiqaməti “Molibdatların fiziki-kimyəvi və katalitik xassələri” daxil olunmuşdur. Həmin ildən başlayaraq kataliz sahəsində bütün möhtəbər konfransların iştirakçısı olur.

1972-ci ildən başlayaraq SSRİ-də keçirilən “Oksigenli kataliz” konfransının fəal iştirakçılarından biri olmuşdur.

Aprılmış tədqiqatlar əsasında molibdatların optiki xassələri ilə olefinlərin oksigenli birləşmələrə çevrilməsi arasında qanunauyğunluqların olmasını müəyyən etmişdir. Bununla yanaşı molibdatların elektrik xassələri ilə olefinlərin çevrilməsi arasında əlaqələrin olması göstərilmişdir. Sistematik aparılmış tədqiqatlar əsasında olefinlərin və azmolekullu spirtlərin keton və turşulara

çevrilmə mexanizmi tədqiq olunmuş və proseslərin ümumi sxemi təklif olunmuşdur.

Onun rəhbərlik etdiyi ilk elmlər namizədi 1973-cü ildə “Propilenin Co-Mo-O katalizatoru üzərində çevrilməsinin tədqiqi” mövzusunda müdafiə etmişdir.

- ANQ komponentlərinin keramzit, K-164,KN-2T və STK-3 katalizatorlarının iştirakı ilə çevrilmə reaksiyaları və kontraktlar üzərində əmələ gələn sıxlaşma məhsullarının su buxarı iştirakı ilə qazlaşdırılması prosesinin prinsiplial texnoloji sxemi işlənmiş hazırlanmış və sənaye miqyasında tətbiqi üçün tövsiyyə olunmuşdur. Təcrübə sınaqları zamanı müxtəlif tərkibli ANQ-dan yüksək çıxımla mühərrik yanacaqları və hidrogenlə zəngin qaz alınmışdır;

- neftin emalı proseslərində əmələ gələn  $C_3 - C_4$  karbohidrogen qazlarının pilot qurğusunda sürmə və sink elementləri ilə modifikasiya edilmiş seolitlərin iştirakı ilə çevrilmə prosesi öyrənilmiş, onların yüksək çıxımla alifatik( $350^0C$ -də) və aromatik( $580^0C$ -də) birləşmələrə çevrilmələri göstərilmiş və NEZ-da qazların istehsal prosesinin texnoloji sxemi tərtib olunmuşdur;

- neftin ağır qalıqından mahsuldarlığı 25000 ton/il olan pek istehsalı qurğusunun texnoloji sxemi işlənib hazırlanmış və alınan məhsul elektrod və anod kütlələri istehsalında əlaqələndirici kimi tətbiq edilmişdir;

- mövcud bitum istehsalı qurğusunun texnoloji sxemində dəyişikliklərin aparılması nəticəsində istehsal edilən bitumların istismar göstəricilərinin yüksəldilməsinə nail olunmuşdur. Bundan əlavə istismar göstəriciləri dünya standartlarına cavab verən bitum əsaslı, korroziya əleyhinə örtüklərin (10000 ton/il) və dekorativ dam örtüklərinin (405 mil.nr il) istehsal texnologiyaları işlənib hazırlanmış və sənayedə tətbiq edilmişdir;

- yerli xammal əsasında neft-koks yanacaq briketlərinin istehsalının texnologiyası işlənib hazırlanmış və “Azərneftyağ” NEZ-da məhsuldarlığı 40000 ton il olan sənaye qurğusunda onların istehsalı təşkil edilmişdir. “XXI əsrin odunu” sayılan yanacaq briketlərinin iqtisadi və ekoloji baxımdan ənənəvi odun daş kömür və digər yanacaqlara nisbətən daha məqsədəuyğun olduğu göstərilmişdir.

Eyni zamanda 1989-cu ildən “Neft emalında kataliz” laboratoriyasının müdiri təyin olunmuşdur. Burada elmi tədqiqat işlərinin istiqaməti katalitik proseslərə yönəldilmişdir.

Neft emalında və neft kimyasında istifadə olunan aseton və metiletilketonun alınması üçün sənaye əhəmiyyətli katalizatorların seçilməsi və mexanixmi işlənib hazırlanmışdır.

İlk dəfə olaraq, o, sənaye  $NiCrO_3/C$  və  $Ni/$  kizelqur katalizatorları üzərində izopropil spirtindən və ikili butil spirtindən nisbətən aşağı temperaturda müvafiq olaraq aseton və metiletilketonun alınması prosesi həyata keçirmişdir.

1982-ci ildə noyabr ayında “Aşağımolekullu olefinlərin molibden oksid sistemləri üzərində oksidləşməsi” mövzusunda SSRİ Nazirlər Soveti yanında

AAK-nın qərarı ilə K.Y.Əcəmov "Kinetika və kataliz" ixtisası üzrə kimya elmləri doktoru alimlik dərəcəsi, 1985-ci ildə SSRİ AAK qərarı ilə K.Əcəmov "Fiziki kimya" ixtisası üzrə professor adı verilmişdir.

1990-cı ildə SSRİ-fəxri "Neft kimyaçısı" nişanı ilə təltif olunmuşdur. 1994-cü ildən, o, Beynəlxalq Eko-Energetika Akademiyasının həqiqi üzvüdür. 1988-ci ildə Amerikanın Kimya Mühəndislər İnstitutunun fəxri üzvü seçilib, 2000-cı ildə ona "Əməkdar müəllim" adı verilmişdir. Hal-hazırda «Neftin, qazın kimyası və emalı texnologiyası» kafedrasında professor vəzifəsində çalışır.

K.Y.Əcəmovun elmi məqalələri Azərbaycanda, Rusiyada, Amerikada, Hindistanda, Çində, Yaponiyada, Polşada, Çexoslovakiyada, Misirdə, Səudiyyə Ərəbistanında, Qətərdə, Türkiyədə dərc edilmişdir.

Kataliz sahəsində dünya miqyasında ən nüfuzlu olan "Jornal of Catalysis" jurnalında elmi əsəri çap olunmuş ilk azərbaycanlı alimlərdəndir. Onun rəhbərliyi ilə hazırlanan alimlər dünyanın müxtəlif ölkələrində çalışır. Onlar ABŞ, Almaniya, Misir, Sudan, Nigeriya, Pakistan, Suruya, Mərakeş, Livan, Madaqasqar, İordaniya və s. Xarici dövlətlərin vətəndaşlarıdır.

O, NRPI-nin nəznində fəaliyyət göstərən D.004.15.01 doktorluq və namizədlik dissertasiyalarının müdafiəsi üzrə ixtisaslaşdırılmış Şuranın üzvü olmuşdur. 1995-2000-ci ildə və hal-hazırda Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında AAK-nin ekspertidir. AMEA-nın Rəyasət Heyətinin 11 fevral 2004-cü il tarixli 7/10 sayılı qərarı ilə Akademiya nəzdində Respublika Elmi Tədqiqatlarının əlaqələndirilmə şurası və elmi istiqamətlər üzrə problemlər şurası tərkibində "Neft kimyası və neft emalı problemləri" üzrə problem şurasının üzvü, "Kataliz" elmi istiqamət üzrə problem şurası sədrinin müavini seçilmişdir. Kimya Problemlər jurnalının redaksiya heyətinin üzvüdür.

K.Y.Əcəmov - pedoqoji fəaliyyəti təqdirəlayiqdir. O, elmi kadrların hazırlanmasında da böyük işlər görür. Onun rəhbərliyi altında 35 elmlər namizədi və 6 elmlər doktoru hazırlanıb.

O, Azərbaycan elmini Çində, Hindistanda, Rusiyada, Ukraynada, Polşada, Çexoslovakiyada, Bolqarıstanda, Səudiyyə Ərəbistanında, Qətərdə, Misirdə və s. ləyaqətlə təmsil etmişdir. 1976-cı ildə Polşanın Krakov əhərində "Kataliz" İnstitutunda ezamiyyətdə olduğu zaman prof. Haber E. ilə dostluq böyük elmi istiqamətin yaranmasına səbəb olmuşdur.

Molibdatların sistemətik tədqiqi nəticəsi olaraq Rusiya (S.L.Kliperman), İtaliya (F.Trifiro), İspaniya (V. Korberan), Portuqaliya (M. Portele) alimləri ilə birlikdə ona "İNTAS" proqramının qrantı verilmişdir.

İlk dəfə olaraq neft qalıqlarından müxtəlif çeşədlə hidroizolyasiya örtüklərinin hazırlanmasının elmi əsasını işləmiş və "Azərneftyağ" NEZ-sənaye miqyasında tədqiq etmişdir. ANQ-nın səmərəli istifadə yollarının kompleks aparılması sahəsində aparılan tədqiqatların nəticələrinin elmi əsaslandırılması yolu ilə onların sənayedə tətbiqi təmin olunmuşdur.

450-dən çox elmi məqalənin, o cümlədən 36 patentin müəllifi olan K.Y.Əcəmovun elmi əsərləri Azərbaycanda, Rusiyada, Amerikada, Hindistanda, Çində, Yaponiyada, Polşada, Çexoslovakiyada, Misirdə, Türkiyədə dərc edilmişdir. Dünya miqyasında kataliz sahəsində nüfuzlu jurnal kimi qəbul olunan «Journal of Catalysis» (USA), «Успехи химии» (Rusiya), «ДАН СССР» (SSRİ), «Кинетика и катализ» (Rusiya), «Reaction Kinetics and Catalysis Letters», «Прикладной спектроскопии» (Rusiya), «Прикладной химии» (Rusiya), «Физической химии» (Rusiya) və s. elmi jurnallarda öz məqalələri ilə tanınmışdır.

### **ƏSGƏR-ZADƏ S.M.**

Səadət Məmmədəmin qızı Əsgər-zadə 1949-cu il oktyabrın 14-də hərbi qulluqçu ailəsində Bakı şəhərində anadan olmuşdur. 1966-cı ildə M.Əzizbəyov adına Azərbaycan Neft və Kimya İnstitutu (indiki Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyası) kimya-texnologiya fakültəsinə daxil olmuşdur. 1971-ci ildə həmin fakültəni “Neftin və qazın kimyəvi texnologiyası” ixtisası üzrə bitirmiş və təyinatla Azərbaycan EA Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutuna (NKPI) göndərilmiş və texnik vəzifəsindən işə başlamışdır. 1971-ci ildə EA NKPI-nin “Neftin və qazın kimyəvi texnologiyası” ixtisası üzrə aspiranturaya daxil olmuş və “Katalitik krekinq və piroliz” laboratoriyasında 1971-1974-cü illərdə aspirantura təhsili keçmişdir.

1977-ci ildə “Katalitik krekinq benzinləri əsasında etilsiz Aİ-93 markalı benzinlərin alınmasının kompleks sxemlərinin tədqiqi” mövzusunda namizədlilik dissertasiyasını müdafiə etmişdir. Tədqiqatların nəticəsi ekoloji təhlükəsiz, yüksək keyfiyyətli benzin istehsalına və katalitik zənginləşmə bloku ilə təchiz olunmuş yeni katalitik krekinq kompleksinin yaradılmasına zəmin yaratdı. Nəticədə Yeni Bakı Neft Emalı Zavodunda (YBNEZ, indiki H. Əliyev adına NEZ) 1-B tipli (220,0 mm t/il) katalitik krekinq qurğusu tikilmiş və 1987-ci ildə istismara buraxılmışdır. İstehsal olunan Aİ-93 markalı benzin Dövlət komissiyası (Moskva ş.) tərəfindən sınaqdan keçirilib və keçmiş SSRİ-nin NEZ-da tətbiqinə vəsiqə qazanmışdır. 1977-1983-cü illərdə kiçik elmi işçi və 1983-cü ildən böyük elmi işçi vəzifəsində Katalitik krekinq və yüksək keyfiyyətli avtomobil benzinlərin istehsalı sahəsində ölkəmizin sənaye müəssisələrində müxtəlif tədqiqatlar aparmış və keçmiş SSRİ daxilində (Bakı, Yaroslavl, Qroznı və s) və beynəlxalq (Mendeleev qurultayı, Daşkənd) simpoziumlarda məruzə ilə çıxış etmişdir.

Ekoloji problemlərin kəskinləşməsi və avtobenzinlərə olan tələbatın artması tədqiqatları yüksək keyfiyyətli benzin istehsalına kokslaşma və termiki krekinq benzinlərin cəlb olunmasını və katalitik krekinqin maye qazlarının əsasında oksigen tərkibli əlavələrin istehsalı istiqamətində aparılmasını tələb etdi.

Akademik M.İ.Rüstəmov və t.e.d. A.Hüseynovanın rəhbərliyi ilə aparılan bu işlər aşağı keyfiyyətli benzin əsasında yüksək keyfiyyətli benzin istehsalına (sənayedə Yeni BNEZ-un 32 № Katalitik krekinq qurğusunda tətbiq olunub), eləcə də neft və qeyri-neft mənşəli (metanol, etanol, izopropil spirti və s.) xammalı cəlb etməklə perspektiv ekoloji tələblərə cavab verən müvafiq avtomobil benzini istehsalını artırmağa zəmin yaradır.

1993-cü ildə S.M.Əsgər-zadə “Neftin kompleks emalı və texniki-iqtisadi qiymətləndirilməsi” laboratoriyasının müdiri təyin edilmişdir.

Son 20 ildə S.M.Əsgər-zadənin rəhbərliyi ilə aparılan tədqiqatların əsas məqsədi texniki, texnoloji, ekoloji və iqtisadi tədqiqatların kompleksli təhlili ilə ölkəmizdə neft emalı və neft-kimya sahələrinin inteqrasiyasını nəzərə alıb, neft emalının səmərəliliyini yüksəltmək, dünya neft emalı sahəsində özünəməxsus mövqeyini dirçəltmək və ölkəmizi yalnız xam neft mənbəyi kimi deyil, hətta keyfiyyətli neft məhsulları ixrac edən ölkə kimi dünyaya tanıtmadır.

Keçən əsrin sonunda Respublika yanacaq-energetika kompleksinin struktur dəyişikliyi çərçivəsində yeni yataqların neftləri əsasında mütərəqqi tələblərə müvafiq yanacaqların və yağlar istehsalını təmin edən neft emalı müəssisələrin perspektiv (2010-2015-ci ilə qədər) inkişaf konsepsiyaları yaradılıb və müvafiq qurumlara (ARDNŞ, Azərneftyağ və Azərneftyanacağ (indiki Heydər Əliyev adına NEZ)) təqdim edilmiş və müəssisələrin yenidən qurulma planlarının tərtibində nəzərə alınmışdır.

Ölkəmizin neft-kimya məhsullarına olan tələbatı ödəyən və ekoloji durumumu saflaşdıran Sumqayıt neft-kimya kompleksinin perspektiv inkişaf konsepsiyası yaradılmış və “Azərkimya” şirkətinə təqdim edilmişdir (2000 – 2002-ci illər). İşlənib hazırlanmış konsepsiya neft emalı və neft-kimya sahələrinin modernləşdirilməsində sərmayələrin səmərəli istifadə olunmasına zəmin yaradır.

2006-cı ildə “Azərbaycan neft emalı zavodlarında yüksək keyfiyyətli yanacaq və yağların istehsalını təmin edən neftin səmərəli emal sxemləri” mövzusunda doktorluq dissertasiyasını uğurla müdafiə edərək texnika elmləri doktoru elmi dərəcəsinə almışdır. “Yanacağın və qazın kimyəvi texnologiyası” ixtisası üzrə yerinə yetirilmiş bu iş ekoloji təhlükəsiz və iqtisadi cəhətdən səmərəli texnologiyalar şəraitində yüksək keyfiyyətli yanacaq və yağların alınması ilə Azərbaycan NEZ-larında neftin səmərəli emalının təşkili problemlərinin kompleks tədqiqinə həs olunmuşdur.

Sonrakı illərdə neft emalının yanacaq-yağ istiqamətlərinin mərhələli inkişafının kompleks proqramı işlənib hazırlanmışdır. İstehsalın texniki problemlərinin və satışın iqtisadi problemlərinin həlli nöqtəyi-nəzərindən emalın səmərəliliyin artırılmasının əsas istiqamətləri tədqiq olunmuşdur. Neft emalı çərçivəsində yanacaq və yağ variantları arasında, neft emalı – neft-kimya və vahid yanacaq-energetika kompleksi çərçivəsində inteqrasiyanın əsas istiqamətləri tədqiq olunmuşdur.

S.M. Əsgər-zadə 87 elmi əsərlərin, o cümlədən, 10 elmi ixtira və 1 Azərbaycan patentin müəllifidir.

Neft emalının kompleks istehsal proseslərində maya dəyərinin kalkulyasiyası haqqında həmmüəlliflərə yaradılmış metodik təlimat 1998-ci ildən Azərbaycan İqtisadi İnkişaf Nazirliyi və ARDNŞ tərəfindən təsdiq edilmiş və Respublikanın neft emalı müəssisələrində əsas vəsait kimi qəbul edilmişdir. Onun elmi məqalələri Azərbaycanın və Rusiyanın tanınmış («Нефтепереработка и Нефтехимия», «Химия и технология топлив и масел», «Химическая промышленность», «Химическая техника» və s.) jurnallarında dərc edilmişdir. S.M. Əsgər-zadənin bir çox elmi forumlarda (Qroznı, Yaroslavl, Moskvanın I Neft konqresi, Mandelejev qurultayı) çıxışlarının tezisləri başqa ölkələrdə çap olunmuşdur.

S.M. Əsgər-zadənin rəhbərliyi ilə 2 namizədlik (kimya üzrə fəlsəfə doktoru) dissertasiyası yerinə yetirilmişdir.

S.M. Əsgər-zadə AMEA nəznində “Neft-kimya və neft emalı” problemi üzrə koordinasiya şurasının elmi katibi və ARDNŞ nəzdində “Neft emalı və neft-kimya” elmi şuranın üzvüdür.

S.M. Əsgər-zadə 2009-cu ildə Azərbaycan Respublikasının “Tərəqqi” medalı ilə təltif edilmişdir. 2006-cı ildə o, AMEA Rəyasət Heyətinin Fəxri Fərmanını almışdır.

## ƏLİYEVƏ L.İ.

Leylufər İmran qızı Əliyeva 19 noyabr 1949-cu ildə Bakı şəhərində həkim ailəsində anadan olmuşdur. 1966-cı ildə Bakı şəhəri 15 sayılı orta məktəbi bitirmiş və həmin il indiki Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyasına (ADNA) daxil olmuşdur. 1971-ci ildə institutun kimya-texnologiya fakültəsini bitirərək, mühəndis-texnoloq ixtisasına yiyələnmişdir. İnstitutda təhsil alan müddətdə “Tələbə Elmi Cəmiyyəti”nin işində fəal iştirak edərək, Tümen, Ekaterinburq şəhərlərində keçirilən tələbə konfranslarında çıxış etmiş, diplom, müxtəlif fərmanlarla təltif edilmiş və TEC-in qırmızı diplomuna layiq görülmüşdür. Əmək fəaliyyətini 1972-1975 ci illərdə ADNA-nın “Neft kimya sintezi texnologiyası” kafedrasının nəzdində “Xlor üzvi birləşmələr” laboratoriyasında mühəndis kimi başlamışdır.

1976-cı ildə Azərbaycan Elmlər Akademiyasının Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun (NKPI) əyani aspiranturasına daxil olmuşdur. L.İ.Əliyeva akademik S.C.Mehdiyevin bilavasitə rəhbərliyi ilə elmi tədqiqatlar aparmış və 1982-ci ildə kimya elmləri namizədi alimlik dərəcəsi almaq üçün “Divinil-stirol oliqomerlərin epoksidləşməsi reaksiyasının tədqiqi və prosesin işlənilib hazırlanması” mövzusunda namizədlik dissertasiyasını müdafiə etmişdir. Müdafiədən sonra kiçik elmi işçi, elmi işçi, 1988-ci ildən etibarən böyük elmi işçi



vəzifələrində çalışmışdır.

1992-ci ildə SSRİ Ali Attestasiya Komissiyasının qərarı ilə L.İ.Əliyeva “Böyük elmi işçi” elmi adına layiq görülmüşdür.

2002-ci ildə “Oksigen və azot törəməli xətti olefinlər əsasında korroziyaya qarşı polifunksional inhibitorlar, mühafizəedici tərkiblər və onların komponentləri” mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmiş və “Neft kimyası” ixtisası üzrə texnika elmləri doktoru alimlik dərəcəsinə almışdır. Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının qərarı ilə 2010-cu ildə “Neft kimyası” ixtisası üzrə “Professor” elmi adına layiq görülmüşdür.

NKPİ-da 2002-ci ildən aparıcı elmi işçi, 2007-2011-ci illərdə baş elmi işçi kimi fəaliyyət göstərmiş və 2012 ildən etibarən şöbə müdiri vəzifəsində çalışır.

Professor L.İ.Əliyeva 1980-1990 illər ərzində tsikloolefinlər sırası karbohidro-genlərin sintez üsullarını işləyib hazırlamış, çevrilmələrini öyrənmiş və alınan məhsulların səmərəli tətbiq sahələrini müəyyənləşdirmişdir. Divinilstirol oliqomerinin oksidləşməsi yolu ilə aldığı lak və boyalar aparıcı təşkilatlar tərəfindən yüksək qiymətləndirilərək sənaye miqyasında istehsal olunmaq üçün tövsiyə edilmişdir.

1990-cı ildən NKPI-nun “Metalların inhibitorlu mühafizəsi” laboratoriyasında çalışaraq, sərt şəraitlərdə istifadə olunan metalların korroziyaya uğramasının qarşısını ala bilən reagentlərin sintezi sahəsində elmi tədqiqatlar aparmışdır.

Alınan inhibitorlar və bakterisidlər sənaye sınağından keçirilmiş və müəyyən edilmişdir ki, onlar neftçixarma və neft emalı sənayesində yüksək göstəricilərlə tətbiq oluna bilər.

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində professor L.İ.Əliyeva müxtəlif mühitlərdə korroziyadan mühafizə etmək üçün mineral yağlara aşqarlar almış və bu kompozisiyalar konservasiya mayeləri kimi sənayedə, kənd təsərrüfatında tətbiq olunmaq üçün tövsiyə edilmişdir.

Professor L.İ.Əliyevanın apardığı elmi-tədqiqat işlərinin nəticələri 250-dən çox elmi əsərdə öz əksini tapmış, o cümlədən 23 müəlliflik şəhadətnaməsinin, Azərbaycan, Rusiya patentlərinin və kitabların müəllifi və elmi redaktorudur. 110-dan çox elmi məqalələri xarici jurnallarda dərc edilmişdir. Neft kimyası, kataliz və neft emalına aid NKPI-da tərtib edilən bir neçə topluların elmi redaktoru, 3 kitabın, o cümlədən Almaniyada nəşr edilən dərsliyin müəllifidir.

Onun rəhbərliyi altında 5 elmlər namizədi və bir elmlər doktoru hazırlanmışdır. Leylufər xanım bir neçə Beynəlxalq elmi konfransların təşkilatçılarından biridir.

O, dəfələrlə Beynəlxalq simpozium və konfranslarda məruzələrlə çıxış etmiş, D.İ.Mendeleyev adına Ümumittifaq Kimya Cəmiyyətinin Respublika İdarə Heyətinin mükafatlarına layiq görülmüşdür.

2009-cu ildə L.İ Əliyeva Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Fəxri Fərmanı ilə təltif edilmişdir. Leylufər xanım NKPI-nun Elmi Şurasının və Dissertasiya Müdafiə Şurasının üzvü, “Elm dünyası” elmi –kütləvi jurnalın redaksiya heyətinin üzvü, “Neft kimyası və neft emalı prosesləri” jurnalının redaksiya heyətinin üzvü və məsul katibidir.

2010-cu ildə prof. L.I. Əliyeva Amerika Kimyaçılar Cəmiyyətinin üzvü seçilmişdir. Beynəlxalq Bioqrafik Mərkəz (Kembric, İngiltərə) professor L.I.Əliyevanın adını “Dünyada kim kimdir” 2012 ci ilin 29-cu nəşrinə (Who's is Who in the World 2012-29th edition) daxil edilməyə layiq görmüşdür.

L.İ.Əliyeva 1995-ci ildən Respublika Qadın Hərəkətində fəal iştirak edir və prof. E.T. Süleymanova tərəfindən yaradılan ilk elmi-tədqiqat və praktiki yönəmlı “Azərbaycan Qadın və İnkişaf Mərkəzi”nin vitse-prezidentidir. Qadın və uşaq problemləri üzrə bir neçə publisistik və elmi-publisistik məqalələrin müəllifidir.

### **ƏLİYEVA S.Q.**

Səyyarə Qulam qızı Əliyeva 30 avqust 1949-cu ildə Bakı şəhərində anadan olmuşdur. Bakının Sabunçu rayonu 155 saylı orta məktəbi 1967-ci ildə bitirmiş və həmin ildə, Azərbaycan Neft Kimya İnstitutunun (indiki ADNA) kimya-texnologiya fakültəsinə daxil olmuş və 1972-ci ildə kimyaçı texnoloq mühəndisi ixtisası ilə bitirmişdir.

1972-ci ildə akademik Y.Məmmədəliyev adına Neft Kimya Prosesləri İnstitutunun “Reaktiv və dizel yanacaqları” laboratoriyasında ali təhsilli laborant kimi işə başlamışdır. 1982-ci ildə “Yanacağın kimyası və texnologiyası” ixtisası üzrə institutun aspiranturasına daxil olmuş və 1990-cı ildə “Azərbaycanın parafinli neftlərindən və katalitik məhsulları əsasında reaktiv yanacaqların alınması” mövzusunda “Məxvi” qriflə namizədlik dissertasiyası müdafiə etmiş, texnika elmləri namizədi adını almış, attestasiyanın nəticələrinə görə elmi işçi, sonralar baş elmi işçi, a.e.i., 1997-ci ildən baş elmi işçi elmi adına layiq görülmüşdür.

Elmi fəaliyyətini fasiləsiz olaraq davam etdirən S.Əliyeva 2009-ci ildə “Azərbaycan neftlərindən perspektiv reaktiv yanacaqlarının və hidravlik mayenin baza məhsulunun alınması” mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmiş və 2010-cu ildə AAK-nın qərarı ilə texnika elmləri doktoru alimlik dərəcəsi diplomuna layiq görülmüşdür. Hal-hazırda “Reaktiv və dizel yanacaqları” laboratoriyasının müdürüdür. Institutun seminar və müdafiə elmi şuralarının üzvüdür.

İlk dəfə olaraq Azərbaycan neftinin qarışığında və təkrar emal məhsulları, həmçinin parafinli neftlərindən perspektiv tələblərə cavab verən PT, Jet A-1, T-6 markalı reaktiv yanacaqlarının, AMΓ-10 hidravlik mayenin baza məhsulunun,

kükürdün miqdarı 10 ppm-dən, aromatik karbohidrogenlərin miqdarının 10% kütlə politsiklik aromatik karbohidrogenlərin miqdarı 11%-dən, setan ədədinin 51-53, yeyilmə ləkəsinin diametri 460 mkm-dən çox olmayan ekoloji zərərsiz dizel yanacaqlarının alınması texnologiyaları işlənib hazırlanmışdır. Aparılan elmi-tədqiqat işlərinin nəticələri 2004-cü ildə Heydər Əliyev adına Bakı NEZ “Katalitik krekinq” qurğusunun 100 saylı hidrotəmizləmə bölməsində tətbiq olunmuşdur. Müəssisə bu texnoloji prosesin tətbiqindən ildə 9,0 milyon manat gəlir əldə edir. 2006-cı ildə “Azərneftyağ” NEZ-də “Azdövrü və orta dövrü” DT markalı dizel yanacağına “İstehsal texnologiyası” işlənib hazırlanmış və tətbiq olunmuşdur.

Hal-hazırda DT markalı dizel yanacağı tərəfimizdən təqdim edilmiş bu texnologiyalar əsasında istehsal olunur. Həmçinin AMT-10 hidravlik yağının baza məhsulun parafinli neftlərindən ətraf mühitə zərər verməyən yeni ekoloji təmiz texnologiya ilə alınması işlənib hazırlanmış və Respublika patenti ilə təsdiq olunmuşdur.

Səyyarə Qulam qızı Əliyeva 90 elmi əsərin, 1 bibliografiyanın, Azərbaycan Respublikasının 3 patentinin, 11 keçmiş SSR-nin müəlliflik şəhadətnaməsinin müəllifidir.

Elmi fəaliyyəti ilə yanaşı ictimai işlərdə də fəal iştirak edən Səyyarə Qulam qızı Əliyeva institutun Həmkarlar Komitəsi İdarə Heyətinin üzvü, laboratoriyanın Həmkarlar Təşkilatının sədridir. O, 1980-cı ildə səmərəli elmi fəaliyyətinə görə D.İ.Mendeleyev adına Ümumittifaq Kimya Cəmiyyətinin III və IV dərəcəli mükafatlarına layiq görülmüşdür. 2013-cü ildə Vətənə və xalqına göstərdiyi xidmətlərə və əmək fəaliyyətinə görə Azərbaycan Yazıçı Qadınlar Birliyi İdarə Heyətinin qərarı ilə “Tuti Bikə” mükafatı təqdim olunmuşdur. Ailəlidir. Bir övladı var.

“Fədakarlıqla Yaşanmış Alim Ömrü” (Məcid Əhəd oğlu Mərdanov-90) “Nasir” nəşriyyatı, 2003 il.

Bibliografiya Məcid Mərdanov-2003-cü il.

## **HACIYEVA S.R.**

Hacıyeva Sevinc Rafiq qızı 1966-cı ildə Bakı şəhərində anadan olmuşdur. O, 1983-cü ildə Bakı şəhəri 6 saylı məktəbi «Qızıl Medal»-la bitirmişdir. 1983-cü ildə Bakı Dövlət Universitetinin kimya fakültəsinə daxil olmuş, oxuduğu müddətdə «V.İ.Lenin» adına təqaüdə layiq görülmüş və 1988-ci ildə Universiteti «Fərqlənmə» diplomu ilə bitirmişdir. Prof. Hacıyeva S.R. 1989-1993-cü illərdə Azərbaycan MEA QÜFK İnstitutunun əyani aspirantı olmuşdur. 1994-cü ildə «Ge, As/X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> (X-xalkogen) qarşılıqlı sistemlərdə şüşə əmələgəlmə» mövzusunda namizədlik dissertasiyası müdafiə etmiş və 02.00.01-«qeyri-üzvi

kimya» ixtisası üzrə kimya elmləri namizədi alimlik dərəcəsi almışdır. 1995-1998-ci illərdə Bakı Dövlət Universitetinin «Kimyanın tədrisi metodikası» kafedrasının, 1998-ci ildən «Ümumi və qeyri-üzvi kimya» kafedrasında dosent vəzifəsində çalışmışdır.

Prof. S.R.Hacıyeva 2001-ci ildə kimya fakültəsində yaradılmış «Ekoloji kimya və ətraf mühitin mühafizəsi» elmi-tədqiqat laboratoriyasının aparıcı elmi işçisidir. O. 2002-ci ildə “Germanium, arsen, stibium, vismut və nadir torpaq elementlərinin çox komponentli kristallik və şüşəvari xalkogenidlərinin və onların əsasında lüminoforların sintezinin fiziki-kimyəvi əsasları” mövzusunda doktorluq dissertasiyası müdafiə etmiş və 02.00.01-«qeyri-üzvi kimya» ixtisası üzrə kimya elmləri doktoru alimlik dərəcəsi almışdır. 2005-ci ildən Ekoloji kimya kafedrası üzrə professorudur.

Prof. S.R. Hacıyeva 2003-cü ildə akad.Y.Məmmədəliyev adına Mükafatla təltif olunmuşdur. 2007-ci ildə isə 2006-cı ildə qazandığı elmi uğurlara görə BDU-nun «Fəxri fərman»ı ilə təltif olunmuşdur. 2005-ci ildə «Ümumi ekologiya» adlı dərs vəsaiti isə Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin təsis etdiyi H.Əliyev adına mükafata layiq görülmüşdür. 2009-cu ildə BDU-nun 90 illik illiyi münasibəti ilə Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin “Qabaqcıl təhsil işçisi” medalı ilə təltif olunmuşdur. 2006-2007-ci tədris ilinin nəticələrinə görə «İlin kafedra müdiri» fəxri adını almışdır.

Prof. S.R.Hacıyeva AMEA-nın Radiasiya Problemləri İnstitutunun nəzdindəki D 01.221 dissertasiya şurasının üzvü olmuş, hal-hazırda isə Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən D 01.041 Dissertasiya Müdafiə Şurasının və Bakı Dövlət Universitetinin Elmi Şurasının üzvüdür.

Prof. S.R.Hacıyeva «ANSF and CRDF»-in təşkilatçılığı ilə «Ekoloji monitorinq» üzrə proyektə və «TEMPUS» proqramı üzrə «Ekologiya» fənnindən magistrlərin hazırlanması proyektinin məsləhətçisi, “Polifunksional polimerlərin sintezi və onların Kür çayının ağır metal, radionuklid çirkləndiricilərinin region ekosisteminə təsirinin qiymətləndirilməsində tətbiqi” mövzusunda Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Elm İnkişaf Fondunun qrantının iştirakçısı olmuşdur.

Elmi fəaliyyəti müddətində S.R.Hacıyeva aşağıdakı dərslik və dərs vəsaitlərini nəşr etdirmişdir:

1. Soyuq işıq (Qeyri-üzvi lüminoforlar). Bakı, Elm, 1997, 218 s.
2. Qeyri-üzvi sintezə rəhbərlik. Bakı, BDU nəşriyyatı, 1999, 234 s.
3. Ekologiyaanın əsasları və təbiətin mühafizəsi. Bakı, 2004, 164 s.
4. Ümumi ekologiya. Bakı, 2004, 535 s.
5. Ətraf mühit kimyasından laboratoriya praktikumu. Bakı, 2004,
6. Nümunənin çəkisinin götürülməsi və analizi. Bakı, 2009, “Elm”, 116 s.

7. Instrumental analiz metodları. Bakı, 2010, "Elm və təhsil", 280 s.
8. Ekologiyanın əsaslarından praktikum. Bakı, BDU nəşriyyatı, 2011, 120 s.
9. Qatılma və ayrılma analiz metodları. Bakı, 2011, 259 s.
10. Neft-kimyə sənayesində istifadə olunan kimyəvi analiz metodları. I hissə. Bakı, "Elm", 2012, 332 s.
11. Neft-kimyə sənayesində istifadə olunan kimyəvi analiz metodları. II hissə. Bakı, "Elm", 2012, 272 s.
12. Ətraf mühit kimyası. UniPrint, Bakı, 2013, 280 s.

Prof. S.R.Hacıyeva 2004-cü ildən «Ekoloji kimya» kafedrasının müdürüdür. Kafedra və fakültənin bütün tədbirlərində fəal iştirak edən S.R.Hacıyeva 340-dan artıq elmi əsərin, o cümlədən 15 ixtiranın və 12 kitabın, 26-yə yaxın tədris proqramının müəllifidir.

Prof. S.R.Hacıyevanın rəhbərliyi ilə Ekoloji kimya kafedrasında "Ətraf mühitin toksiki birləşmələrlə monitorinqi və çirklənmənin nəticələrinin aradan qaldırılma yolları" mövzusunda elmi-tədqiqat işi aparılır. Fiziki-kimyəvi tədqiqat metodları ilə bir sıra metal ionlarının təyini metodikaları işlənmiş və qeyri-üzvi birləşmələrin analizi üçün xelat sorbentlər tədqiq olunmuşdur.

Stirol və malein anhidridi əsasında sintez olunmuş sopolimerdən istifadə etməklə metal ionlarının mikromiqdarlarının neft emalı zavodunun texniki sularında, dəniz suyunda, standart ərintilərdə qatılaştırılaraq yeni, effektiv sorbsion-atom-absorbsion və sorbsion-fotometrik təyini metodikaları işlənmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, Təyinat metodikası sadədir, yaxşı təkrarlılıqla xarakterizə olunur, real obyektlərin analizi zamanı nəticələrin düzgünlüyünü təmin edir.

Fiziki-kimyəvi analiz metodları ilə içməli suda, torpaqda və Xəzər dənizinin dib çöküntülərində bir sıra maddələr vəsfi və miqdari təyin olunmuşdur.

Kompleks geoloji-planalma işləri, tədqiqat sahəsinin geoloji quruluşunun dəqiqləşdirilməsi, dənizdibi relyefin və KÜH-ni təşkil edən süxurların kompleks şəkildə öyrənilməsi, dərinlik pozulmaların aşkar olunması və istiqamətinin təyin edilməsi, sahənin mühəndisi-geoloji şəraitinin qiymətləndirilməsi, götürülmüş süxur nümunələrinin fiziki-mexaniki xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi və hidrotexniki qurğuların (dəniz stasionar platformaların, üzən qazma qurğuların və s.) tikilməsi və quraşdırılması üçün münasib sahələrin seçilməsi məqsədilə yerinə yetirilmişdir.

Süxurların fiziki-mexaniki xüsusiyyətlərinə görə sahələr üzrə dəyişməsinə izləmək məqsədi ilə bir çox əlavə qrafiklər də tərtib edilmişdir. Oğuz sahəsində qazılmış quyulardan götürülmüş süxur və su nümunələri 50 ədəd stansiyanın hər birində qazgeokimyəvi planalma işləri tədqiq edilmiş və neft, qaz, qazokondensat, qazhidrat yataqlarının axtarış-kəşfiyyat işlərini yerinə yetirmək məqsədi ilə ərazinin qazogeokimyəvi çəkilişi aparılmışdır. Bu məqsədlə ərazini tam əhatə etməklə dib çöküntüləri və dibə yaxın sulardan deqazasiya olunmuş qazvari karbohidrogenlərin vəsfi və miqdarı tərkibi qazo-xromatik üsulla təyin

olunmuşdur.

Sənaye və təbii nümunələrdə bir sıra ağır metalların təyini metodikaları işlənmişdir. Elmi-tədqiqat işlərinin nəticələri tədris prosesində istifadə olunur.

Prof. S.R.Hacıyevanın rəhbərliyi altında aşağıdakı dissertasiya işləri müdafiə olunmuşdur:

1. Mahmudov Kamran Talib “ $\beta$ -diketonların azotörəmələrinin mis(II) ilə əmələ gətirdiyi komplekslərin tədqiqi və analitik tətbiqi ”

2. Hüseynov Fətəli Elmar “Nadir torpaq elementlərinin piroqallol və xromotrop turşusunun azotörəmələri ilə kompleks əmələ gətirməsinin tədqiqi və analitik tətbiqi”

3. [Əliyeva Təranə İbrahim](#) “Pirohəllol azotörəmələrinin skandium (III) ilə əmələ gətirdiyi eyniliqanlı və müxtəlifliqanlı komplekslərinin tədqiqi və analitik tətbiqi”

4. Şəhriyar Qurbanpur Nəmin Bəxtiyar “[Xəzər dənizinin cənub-qərb ərazisinin neftlə çirklənmə dərəcəsi və radioaktivliyin qiymətləndirilməsi](#)”

5. Rəfiyeva Hicran Lətif “Misin(II) tiazolidin-2,4-dion törəmələri ilə müxtəlifliqanlı kompleks birləşmələrinin tədqiqi və analitik tətbiqi”

6. [Bəhmənova Fidan Nəriman](#) “Uranın (VI) spektrofotometrik və sorbsion tədqiqi və təyinat metodikalarının işlənməsi.

7. Naglaa Youssef Abdallah İbrahim “Abşeron yarımadasının(Azərbaycan Respublikasında) həmişəyaşıl ağaclarının morfo-anatomik quruluşuna ekoloji faktorların və radioaktiv elementlərin təsiri”.

Hal-hazırda Prof. S.R.Hacıyevanın rəhbərliyi altında aşağıdakı dissertasiya işləri üzərində işlənir:

1. Cəfərova Nailə Məmməd “Malein anhidridi əsasında sorbentlər vasitəsilə Pb(II), Fe(II), Co(II), Ni(II) və Cu(II) ionlarının abiotik və biotik obyektlərdə sorbsiyası və təyini”

2. Məmmədova Aytən Aftandil “Su mühitində neftin ekoloji amillərin təsiri altında çevrilmələrinin tədqiqi”

3. Yolçiyeva Fidan Mərdan “Binəqədi ərazisində yerləşən su resurslarına antropogen təsirin tədqiqi”

4. Ağayeva Rəyfa Faiq “ Azərbaycanın şimal rayonlarında içməli su mənbələrinin ekoloji qiymətləndirilməsi”

5. Məmmədova Nigar Azər “Neft məhsulları ilə çirklənmiş su mənbələrinin ekstraksiya üsulu ilə təmizlənməsi və təkrar prosesə qaytarılması texnologiyasının işlənməsi”

6. Rzayeva Aynurə Ramiz “Dizel və maye mazut yanacaqları üçün yeni, daha effektiv və ekoloji yəmiz tüstüazaldıcı metalüzvi birləşmələrin sintezi və tədqiqi”

7. Ramazanova Nərimin Kəmaləddin “Ekoloji təmiz alternativ yanacaq kimi hidrogenin  $BeO+H_2O$  sistemində radiasiya-katalitik üsulla alınması”

8. Quliyev Cəmil Afik “Ağır metallar və biogen elementlərin dənizdibi çöküntüləri – dib suları sistemində miqrasiya və mübadiləsinin kimyəvi və toksikoloji qiymətləndirilməsi”

9. Muradova Günay Hacımurad “Bərk məişət tullantılarının ətraf mühitə təsirinə tədqiqi”

### **HƏSƏNOV A.H.**

Arif Həsən oğlu Həsənov 1936-cı il noyabrın 7-də Bakı şəhərində, müəllim ailəsində anadan olmuşdur. 1944-cü ildə Ağdam şəhər orta məktəbinin birinci sinfinə daxil olmuş və oranı 1954-cü ildə bitirmişdir.

1954-cü ildə Azərbaycan Sənaye İnstitutunun “Neft və qaz texnologiyası” fakültəsinə qəbul olmuş və 1959-cu ildə oranı mühəndic-texnoloq ixtisası ilə başa vurmuşdur.

Həmin ildə Azərbaycan Respublikası Nazirlər Sovetinin sərəncamı ilə “Parçaların kimyəvi texnologiyası” ixtisasına yiyələnmək üçün Rusiya Federasiyasının İvanovo şəhərinə ezam olunmuşdur. İl yarım müddətində həmin ixtisasa yiyələndikdən sonra, 1961-63-cü illərdə H.Z.Tağıyev adına Toxuculuq kombinatının “Boyaq-bəzək” işləmə fabrikində sex rəisi vəzifəsində işləmişdir.

1963-cü ildən başlayaraq A.H.Həsənovun sonrakı əmək və elmi fəaliyyəti bilavasitə Azərbaycan MEA akademik Y.Məmmədəliyev adına Neft-kimya Prosesləri İnstitutu ilə bağlıdır. O, burada əvvəlcə mühəndis, sonralar kiçik və böyük elmi işçi vəzifələrində çalışmış, 1989-cu ildən bu günə kimi isə İnstitutun “Tsikloolefinlər” laboratoriyasının müdürüdür.

1972-ci ildə “Alkenil və tsikloalkenil törəməli tsiklanonların sintezi və çevrilmələri” mövzusunda namizədlik, 1991-ci ildə isə “Pirrolizin C<sub>5</sub> fraksiyasının termokata-litik çevrilməsi ilə tsiklopenten və norbornen sırası tsikloolefinlərin alınması və onların əsasında bəzi çevrilmələr” mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müvəffəqiyyətlə müdafiə etmişdir. 2005-ci ildə ona professor elmi rütbəsi verilmişdir.

Alitsiklik karbohidrogenlər və onların törəmələrinin kimyası professor A.H.Həsənovun elmi fəaliyyətində xüsusi yer tutur. Bu sahədə apardığı tədqiqatlar nəticəsində bir çox praktiki qiymətli xassələrə malik, məlum və yeni monomerlərin alınmasının əlverişli üsulları yaradılmışdır. Belə istiqamətlərdən, başlıca olaraq, pirrolizin C<sub>5</sub> fraksiyasından tsiklopentadienin, bütün məlum proseslərdən öz iqtisadi və ekoloji göstəriciləri ilə fərqlənən çıxarılma prosesini, stereomüntəzəm polimerlər üçün tsiklopenten və norbornen kimi tsikloolefin monomerlərinin yeni alınma üsullarını, norbornen əsasında karkas karbohidrogenlərinin alınma prosesini, norbornen sırası karbohidrogenlərin bioloji aktiv O-törəmələrinin alınma üsullarını və s. göstərmək olar.

Onun nərəfindən aparılan elmi-tədqiqat işlərinin nəticələri Ümumittifaq

Elmi-Tədqiqat Üzvi Sintez İnstitutunda (Moskva), Ümumittifaq Elmi-Tədqiqat Sintetik və Təbii Ətirli Maddələr İnstitutunda (Moskva) və Ümumittifaq Elmi-Tədqiqat Sintetik Kauçuk Monomerləri İnstitutunda (Yaroslavl) sınaqdan keçirilmiş və müsbət rəylər alınmışdır. Sintez olunmuş tsikloolefin monomerləri ( tsiklopenten, norbornen və 5-metilnorbornen) çox aşağı şüşələşmə temperaturuna ( minus 97 və minus 114°C) malik kauçukların istehsalı üçün yararlı polialkenamer polimerlərinin alınmasında Ümumittifaq Kauçuk İnstitutunda (Sankt-Peterburq) müsbət nəticə ilə sınaqdan keçmişdir. Alitsiklik sırası ketonların bə olefinlərin bəzi oksigenli törəmələri əsasında Moskvada ətirli kompozisiyalar yaradılmış və müəlliflik şəhadətnamələri alınmışdır.

Tsiklopentadienin Pirolizin (EP-300 qurğusu, Sumqayıt Ş.) C<sub>5</sub> fraksiyasından çıxarılması prosesinin məlum proseslərdən fərqlənən üstün cəhəti ondan ibarətdir ki, prosesdə tsiklopentadien dimerinin monomerləşmə mərhələsi axın sistemində aparılır və tsiklopentadienin çıxımı məlum prosesdəki 50-60%-dən 87-91 %-ə çatdırılır. Alınan nəticələr və bu sahədə dünyada aparılan mövcud tədqiqatlar A.H.Həsənovun “Циклопентадиен и его превращения” monoqrafiyasında öz əksini tapmışdır.

Professor A.H.Həsənovun apardığı praktiki yönəmlı elmi işlərdən biri də mürəkkəb efir tipli sənaye plastifikatoru olan dibutilftalatın analoqunun alınma prosesidir. 1992-94 cü illərdə dibutilftalat analoqunun alınma prosesinin texnologiyası işlənilib hazırlanmış və Təcrübə-Sənaye miqyaslı geniş istehsalı təşkil olunmuş, Bakı “Süni gön və Plyonka materialları” zavodunda müvəffəqiyyətlə tətbiq olunmuşdur. Bu proses AMEA-nın 1994-95-ci illərdə tətbiq planında öz əksini tapmışdır.

Professor A.H.Həsənovun rəhbərliyi altında aparılan axırıncı illərin tədqiqatları, qoşulmuş dienlər, mono- və dikarbon turşuları əsasında alitsiklik karbohidrogenlərin bioloji aktiv O- və N-törəmələrinin optiki fəal formada alınması istiqamətinə yönəldilmişdir. Bu istiqamət hal-hazırda üzvi sintezin ən aktual problemlərindən biri olaraq müasir farmakologiyada geniş tətbiq imkanına malikdir. Ancaq bu istiqamət üzrə A.H.Həsənovun rəhbərliyi altında 2 elmlər namizədi və 1 elmlər doktoru hazırlanmışdır.

Axırıncı illərin tədqiqatları arasında mühüm xalq təsərrüfatı əhəmiyyətli işlərin biri də neft turşularının və bərpa olunan mənbələrdən ayrılmış ali yağ turşularının nano-ölçülü heterogen katalizatorların iştirakı ilə axar sistemdə dekarboksilləşdirilməsi ilə reaktiv yanacaqları üçün yararlı alkan karbohidrogenlərinin, C<sub>16</sub>-C<sub>18</sub> sırası daxili olefinlərin, həmçinin tsiklopentadienin ali alifatik spirtlərlə alkilləşdirilməsi ilə müasir sintetik sürtkü yağları üçün sintonların alınmasıdır.

Professor A.H.Həsənovun elmi işlərinin nəticələrinə həm ölkəmizdə, həm də onun hüdudlarından kənarında nəşrdən çıxmış dövrü mətbuatda, monoqrafiya və dissertasiyalarda istinad edilmişdir.



Professor A.H.Həsənov elmi işlərini pedaqoji fəaliyyəti ilə uzlaşdıran alimdir. 1964-67-ci illərdə Azərbaycan Politeknik İnstitutunun yeni açılmış “Lifli materialların texnologiyası” kafedrasında “Kimyəvi texnologiya” ixtisası üzrə əvəzçiliklə mühazirə fənnini aparmış, 1998-ci ildən etibarən 2008-ci ilə kimi Azərbaycan Dövlət İqtisad Universitetinin professoru vəzifəsində pedaqoji fəaliyyətdə olmuşdur.

O, bir sıra Beynəlxalq və Ümumittifaq simpozium və konfranslarda, o cümlədən, Macarıstan, Ukrayna, Gürcüstan, Tatarıstan və I-V Beynəlxalq Neft-kimya konfranslarında məruzələrlə çıxış etmişdir

Ümumiyyətlə, 240-dan çox elmi əsərləri dərc olunmuşdur. 22 müəlliflik şəhadətnamələri, 3 Rusiya və 5 Azərbaycan Patentləri alınmış, 6 kitabı nəşr olunmuşdur. Onların 3-ü monoqrafiya, 3-ü isə Təhsil Nazirliyi tərəfindən təsdiq olunmuş dərslikdir.

Professor A.H.Həsənov 1 elmlər doktoru, 4 elmlər namizədi, 12 magistr hazırlamış, 22 diplomçunun rəhbəri olmuş və hal-hazırda 2 aspiranta rəhbərlik edir.

O, NKPI-nun böyük Elmi Şurasının, 1999-cu ildə Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyasının D.054.02.06 İxtisaslaşdırılmış Şurasının, 2000-ci ildən hal-hazırda kimi NKPI-nun Dissertasiya Şurasının üzvüdür və dəfələrlə rəsmi opponent kimi çıxış etmişdir. “Neft kimyası və neft emalı prosesləri” jurnalının redaksiya heyətinin üzvüdür.

AMEA-nın 3 Fəxri Fərmanı və əmək veteranı medalı ilə təltif olunmuşdur.

### **HÜSEYNOVA A.C.**

Azadə Cəbrayıl qızı Hüseynova 1937-ci ildə Bakı şəhərində qulluqçu ailəsində anadan olmuşdur. 1959-cu ildə mühəndis-texnoloq ixtisasına yiyələnərək M.Əzizbəyov adına Azərbaycan Neft-Kimya İnstitutunun (indiki Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyasının) “Neft və qazın kimyası və texnologiyası” fakültəsini bitirmişdir. 1959-1960-cı illərdə Sumqayıt şəhəri “Sintetik kauçuk” zavodunda əvvəlcə laborant, sonra isə mühəndis vəzifələrində çalışmışdır. 1960-1963-cü illərdə S.M.Kirov adına Azərbaycan Dövlət Universitetinin (indiki Bakı Dövlət Universiteti) aspiranturasında təhsil almış və 1963-cü ildə “Reaktorda yüksək tezlikli elektrik cərəyanından istifadə etməklə doymuş karbohidrogenlərin pirolizi” mövzusu üzrə namizədlik dissertasiyasını müdafiə edərək kimya elmləri namizədi elmi dərəcəsinə layiq görülmüşdür. 1963-cü ildən indiyə kimi AMEA akademik Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda çalışır. 1982-ci ildən “Avtomobil benzinləri” laboratoriyasının müdürüdür.

1980-cı ildə “Katalitik krekinq prosesində kiçik dispersli katalizatorlardan istifadə etməklə etilləşməmiş yüksəkoktanlı benzinlərin alınması texnologiyasının

tədqiqi və işlənilib hazırlanması” mövzusu üzrə doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmiş və texnika elmləri doktoru elmi dərəcəsinə layiq görülmüşdür. 1967-ci ildə böyük elmi işçi (dosent) və 1990-cı ildə professor elmi adlarını almışdır. Çapdan çıxmış elmi əsərlərinin ümumi sayı 239-dur, onlardan 104-ü xaricdə dərc olunub, o cümlədən beynəlxalq bazalarda referatlaşdırılan və indeksləşdirilən jurnallarda 91 məqaləsi nəşr olunub. Müəlliflik şəhadətnamələrinin sayı 16 və patentlərin sayı isə 8-dir. Rəhbərliyi altında fəlsəfə doktoru üzrə 18 dissertasiya işi müdafiə olunub. AMEA NKPI-nin Elmi Şurasının və NKPI-nin nəzdindəki D 01.031 Dissertasiya Şurasının üzvüdür, həmçinin Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyasının professoru və Tələbə Qəbulu üzrə Dövlət Komissiyasında kimya fənni üzrə ekspertdir. Müxtəlif vaxtlarda nailiyyətlərinə görə medal və fərmanlarla təltif olunub: SSRİ Neft Emalı və Neft-Kimya Sənayesinin Əlaçısı adı (1966); SSRİ Neft Emalı və Neft-Kimya Sənayesinin Əlaçısı döş nişanı (1970); SSRİ Xalq Təsərrüfatının İnkişafındakı nailiyyətə görə Bürünc medal (1985); Azərbaycan SSR EA-nın “Əmək Veteranı” nişanı (1987); Azərbaycan SSR EA-nın “Veteran” nişanı (1989); AMEA-nın Fəxri Fərmanı (1997); Azərbaycan Respublikasının “Tərəqqi” medalı (2005); Azərbaycan Respublikasının Əmək Veteranı (2010); Misir Ərəb Respublikasının Səfirliyi. Misir Mədəniyyət Mərkəzi. Təşəkkürnamə (2010); Tələbə Qəbulu üzrə Dövlət Komissiyasının Fəxri Fərmanı (2012).

### **İBRAHIMOV H.C.**

İbrahimov Hikmət Camal oğlu 19 sentyabr 1951-ci ildə Naxçıvan şəhərində ziyalı ailəsində anadan olub. 1958-ci ildə C.Məmmədquluzadə adına 2 saylı Naxçıvan şəhər orta məktəbinə daxil olub, oranı 1968-ci ildə gümüş medalla bitirmişdir. 1973-cü ildə Azərbaycan Dövlət Universitetinin kimya fakültəsini kimyaçı və kimya müəllimi ixtisası üzrə bitirmişdir. Həmin ildən o, Azərbaycan Dövlət Elmi-Tədqiqat “Olefinlər” İnstitutunun “Elastomerlər” laboratoriyasında etilen-propilen kauçukunun sintezi və modifikasiyası problemləri ilə məşğul olmuşdur. O, akademik Nadir Seyidovun rəhbərlik etdiyi laboratoriyada etilen-propilen kauçukunun sintezi və onun modifikasiyasına dair görülən işlərlə tanış olduğdan sonra, etilen-propilen kauçukunun xassələrinin yaxşılaşdırılması istiqamətində elmi-tədqiqat işlərinə başlamış və modifikator kimi heksen-1-dən istifadə edildikdə effektiv nəticələrin alınmasını elmi dəlillərlə sübuta yetirmişdir. H.C.İbrahimov propilənlə birgə maye fazaya 10-15% heksen-1-in əlavə edilməsi nəticəsində etilen-propilen kauçukunun xassələrində əsaslı dəyişikliklərin baş verməsini və vulkanlaşma sürətinin 15-20 dəfə artmasını müəyyənləşdirmişdir. O, bu istiqamətdə işlərini başa çatdıraraq 1979-cu ildə “Üç- və dördkomponentli etilen, propilen, heksen-1 və ditsiklopentadienin birgə polimerləşməsi” mövzusunda dissertasiya müdafiə edərək kimya elmləri namizədi elmi dərəcəsinə

almışdır.

1980-ci ildən H.C.İbrahimov dimerləşmə, polimerləşmə və alkilləşmə prosesləri ilə məşğul olmuş, elastomerlərin və polietilenin quruluşlarının və fiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiqi istiqamətində geniş axtarışlar aparmışdır. O, müəyyənləşdirmişdir ki, polimerlərin xassələri onların molekul kütlə paylanmasıdan çox asılıdır. Məhz etilen-propilen-heksen birgəpolimerinin molekul kütlə paylanmasının bimodal xarakterli olması, onun xassələrinin yüksəlməsinə gətirib çıxarır.

H.C.İbrahimov polietilenin fraksiyalaşdırılması və fiziki xassələrinin tədqiqi istiqamətində araşdırmalarında molekul kütləsi ilə şüşələşmə temperaturu arasında olan birbaşa asılılıqların nəzəri hesabalarını aparmış, bu qiymətlərin alınan təcrübə nəticələrlə uyğun gəlməsini müəyyənləşdirmişdir.

1992-98-ci illərdə H.C.İbrahimovun apardığı işlərdən biri də  $\alpha$ -metilstirolun dimerləşməsi üçün yeni, effektiv və selektiv heterogen katalizatorların alınmasıdır. Müəyyənləşdirmişdir ki, təbii seolitlərin mineral turşularla modifikasiyası yolu ilə bu sistem üçün effektiv katalizator sintez etmək mümkündür. Təklif olunan katalizatorlarda konversiya 60-70%, maye dimərə görə selektivlik 97-98% təşkil etmişdir. Prosesin fasiləsiz rejimdə işləyən texnoloji sxemi işlənib hazırlanmış, reqlament tərtib olunmuş və yarım-sənaye qurğusunda alınan yağ Ust-Kameneqorsk şəhərində güc kondensatorları üçün maye kimi uğurla sınaqdan çıxarılmışdır.

1998-ci ildən başlayaraq H.C.İbrahimovun elmi tədqiqatları akademik M.Rüstəmovun rəhbərliyi ilə aparılan alüminium və xlor-tərkibli karbohidrogenlər əsasında yeni katalitik komplekslərin sintezinə, onların iştirakı ilə ağır neft və EP-300 kompleksində yan məhsul kimi alınan pirolozin maye məhsullarının səmərəli emalı texnologiyalarının işlənib hazırlanması istiqamətlərinə yönəldilmişdir. Sintez edilən yeni katalitik komplekslərin alınmasının elmi əsasları verilmiş, "Azərkimya" İstehsalat Birliyinin müəssisələrində katalitik kompleksin istehsalı təşkil edilmişdir. Yeni çoxfunksiyalı katalitik kompleks yerli xammallar əsasında sintez olunmuş və istehsalatda mövcud olan avadanlıqlara qoyulan minimal maliyyə xərcləri hesabına həyata keçirilmişdir. Bu katalitik kompleksin iştirakı ilə "Sintez-kauçuk" zavodunda 2,5 t/saat məhsuldarlığa malik olan, fasiləsiz rejimdə işləyən sənaye qurğusu yaradılmış və 10 min tonlarla pirokondensat yeni texnoloji sxemlə emal olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, fasiləsiz rejimdə işləyən sənaye qurğusunda emaldan sonra, pirokondensatın tərkibindəki doymamışlıq 32%-dən 0,7%-ə enir və bu da imkan verir ki, atmosfer təzyiqində, dünya praktikasında geniş yayılmış hidrogenləşmə prosesindən istifadə olunmadan, aromatik karbohidrogenlər sintez olunsun.

H.C.İbrahimov tərəfindən təklif edilən prosesin üstünlüyü ondadır ki, emaldan sonra benzol fraksiyasını (90%-li) rektifikasiya yolu ilə ayırmaq və kimyəvi təmiz benzoldan deyil, bu fraksiyadan istifadə etməklə onun etilenlə

alkilləşməsi prosesini həyata keçirmək olar. “Səthi-aktiv maddələr” zavodunda aparılan sənaye sınaqları katalitik kompleksin yüksək fəallığa malik olduğunu sübut etmişdir. Yeni texnoloji sxemlə prosesin həyata keçirilməsi məqsədi ilə sənaye alkilləşmə qurğusunda orijinal dəyişikliklər aparılmış, katalitik kompleksin az sərfi ilə 500 tondan yuxarı etilbenzolun sintezinə nail olunmuşdur.

Pirokondensatın və onun emalı zamanı aromatik karbohidrogenlərlə yanaşı, əlavə məhsul kimi alınan neft-polimer qatranı lak-boya sənayesində örtükəmələgətirici və bituma əlavə kimi istifadə olunmuş, neft-polimer qatranı ilə modifikasiya olunmuş bitum Bakı şəhərinin avtomobil yollarında yol örtüyü kimi sınaqdan çıxarılmışdır.

H.C.İbrahimov 2010-cu ildə “Pirrolizin maye məhsullarının yeni kompleks emalı sxeminin işlənməsi” mövzusunda müdafiə etmiş və texnika elmləri doktoru elmi dərəcəsinə almışdır.

H.C.İbrahimovun son illərdəki elmi fəaliyyəti neft emalı və neft-kimya sənayesində nanotexnologiyanın nailiyyətlərindən istifadə olunmaqla yeni proseslərin işlənilib hazırlanmasına yönəldilmişdir. O, neft məhsulları və xlorkarbohidrogenlər əsasında alınmış katalitik sistemlərin pirolizi yolu ilə nanokarbon liflərinin və borularının alınması istiqamətində tədqiqat işləri aparmış və “in situ” rejimində (katalitik kompleksin alınma anında) kimyəvi yolla metal birləşmələrin sistemə daxil edilməsi və sonradan pirolizə yönəldilməsi nəticəsində tərkibində metallar saxlaya bilən yeni katalitik sistemlərin sintezinə nail olmuşdur. Keçid metal birləşmələrinin iştirakı ilə ağır piroliz qatranı əsasında çoxdivarlı nanokarbon borular sintez edilmiş, onların quruluşları ən müasir fiziki cihazların köməyi ilə sübuta yetirilmişdir. Metal tərkibli nanokarbon materialları sintetik naften turşularının sintezində, efirləşmə proseslərində katalizator kimi sınaqdan keçirilmiş, effektiv nəticələr əldə edilmişdir. H.C.İbrahimov Almaniyanın Münster şəhərində yerləşən “Nanotexnologiyalar” mərkəzinə və Rostok Universitetinə ezam olunmuş və bu istiqamətdə birgə tədqiqatlar aparmaq məqsədilə Əməkdaşlıq Protokolu imzalanmışdır. Nanohissəciklərin alınması istiqamətində görülən tədqiqat işlərinə həsr olunmuş məqalələr Almaniyanın və ABŞ-in reytingi yüksək olan nüfuzlu jurnallarında dərc olunmuşdur. Onun elmi fəaliyyətinin nəticələri 196 elmi əsərdə, o cümlədən, 22 müəlliflik şəhadətnaməsi və patentdə öz əksini tapmışdır. O, bir çox Beynəlxalq simpozium və konfranslarda uğurla çıxış etmişdir.

H.C.İbrahimov 2009-cu ildə “*Tərəqqi*” medalı, 2011-ci ildə *AMEA-nın Rəyasət Heyətinin Fəxri Fərmanı* ilə təltif olunmuşdur. Hikmət İbrahimov 2011-ci ildən AMEA NKPI-nin “Katalitik krekinq və piroliz” laboratoriyasının müdiri və institutun elmi işlər üzrə direktor müavini vəzifəsində çalışır. O, aparılan elmi-tədqiqat işlərinin istiqamətlərinin müəyyənləşdirilməsində, texniki sənədlərin və müxtəlif təyinatlı Qrantların hazırlanmasında fəal iştirak edir. Onun rəhbərliyi ilə “Atmosferə atılan istilik effekti yaradan qazların miqdarının azaldılması və

onların səmərəli emal texnologiyalarının işlənilib hazırlanması” problemi üzrə tərtib olunmuş elmi-texniki proqram AMEA tərəfindən 2012-ci ildən maliyyələşdirilir.

H.C.İbrahimov yüksək ixtisaslı kadrların hazırlanması sahəsində də işlər aparır. 2011-2014-cü illərdə Moskva Dövlət Universitetinin Bakı filialında tələbələrin bakalavr səviyyəsində diplom işlərinin elmi rəhbəri olmuşdur. Onun rəhbərliyi ilə 2 nəfər kimya üzrə fəlsəfə doktoru alimlik dərəcəsi almış, hazırda H.C.İbrahimovun rəhbərliyi altında 7 doktorant müxtəlif mövzular üzrə elmi tədqiqat işləri aparmaqdadır.

H.C.İbrahimov elmi təşkilati və ictimai işlərdə də fəal iştirak edir. O, NKPI-nin Elmi Şurasının, “Neft kimyası” – 2314.01, “Kimya texnologiyası və mühəndisliyi” – 3303.01, “Neft-qaz-daş-kömür və texnologiyası” – 3321.01, “Qaz emalı proseslərinin kimyası və texnologiyası” – 3349.01 elmlər doktoru və fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi ixtisasları üzrə D 01.031 Dissertasiya Şurasının üzvü və onun nəzdində fəaliyyət göstərən Elmi Seminarın sədri, "Neft kimyası və neft emalı prosesləri" (2011-ci ildən), “Kimya problemləri” (2014-cü ildən) və AMEA-nın "Elm dünyası" (2013-cü ildən) jurnallarının redaksiya heyətinin, Dövlət Neft Şirkəti yanında neft-qaz emalı və neft-kimya kompleksinin optimallaşdırılması üzrə Ekspert Şurasının və Tatarıstan-Azərbaycan birgəkomissiyasının üzvüdür.

## **İBRAHİMOVA M.C.**

Minavər Cəfər qızı İbrahimova 5 may 1946-cı ildə Quba rayonu Xucbala kəndində qulluqçu ailəsində anadan olmuşdur. Orta təhsilini Quba şəhər 2 sayılı orta məktəbində almış, 1961-ci ildə S.M.Kirov adına Azərbaycan Dövlət Universitetinin kimya fakültəsinə qəbul olmuş, 1966-cı ildə kimyaçı, kimya müəllimi ixtisasına yiyələnərək ali təhsilini başa çatdırmışdır.

1970-ci ildə Azərbaycan EA Neft-Kimya Prosesləri İnstitutuna (NKPI) əyani aspiranturaya daxil olmuşdur.

1977-ci ildə “n-İzopropenilfenolun allil və qlisidil efirlərinin sintezi və onların stiroil və malein anhidridi ilə sooliqomerləşməsi” mövzusunda namizədlik dissertasiyası müdafiə etmişdir.

1974-85-ci illərdə NKPI-nin “Funksional oliqomerlər” laboratoriyasında baş laborant, kiçik elmi işçi, 1985-ci ildən etibarən böyük elmi işçi vəzifəsində işləmişdir. Bu müddət ərzində M.C.İbrahimovanın rəhbərlik etdiyi qrup yeni tipli polifunksional monomerlərin, reaksiyayaqabil oliqomerlərin, o cümlədən doymamış oliqoefirlərin müxtəlif katalitik sistemlərin iştirakı ilə sintezi, kimyəvi çevrilmələri, sahəsində məqsədyönlü tədqiqat işləri aparmış, sintez olunmuş birgəpolimerlər yüksək fiziki-mexaniki göstəriciləri ilə fərqlənən müxtəlif kompozisiya materiallarının alınmasında effektiv bağlayıcı, örtük əmələgətirici,

tikici komponent və sənaye miqyaslı polimerlər üçün modifikasiya edici komponent kimi tövsiyə olunmuşdur.

Aparılmış kompleks tədqiqatlar nəticəsində propilen oksidi, C<sub>5</sub>-fraksiyasında olan doymamış karbohidrogenlər əsasında alınan müxtəlif tərkib ikiəsaslı turşu anhidridləri, metakril turşusunun qlisidil efiri, stiroil və butadien əsasında tərkibi, struktur quruluşu, molekul çəkisi, funksional qrupların təbiəti və miqdarı tənzimləmə bilən yeni reaksiyayaqabil birgə oliqomerlərin sintezinin elmi əsasları işlənilib hazırlanmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, bu tərkib birgə oliqomerlər yüksək reaksiyaya qabilliklə yanaşı möhkəmlilik, adqəziya, dəyişən temperatur şəraitinə, atmosferə, işığa, istiliyə davamlılıq göstəriciləri ilə xarakterizə olunurlar. Buna əsaslanaraq bu birgə oliqomerlərin kompozisiya materiallarının alınmasında bağlayıcı komponent, polimer materialları üçün modifikator kimi səmərəli tətbiq sahələri müəyyən edilmişdir.

Bu elmi tədqiqat işlərinin nəticələri M.C.İbrahimovanın 2000-ci ildə müdafiə etdiyi “Reaksiyayaqabil oliqofirlərin, epoksisooliqomerlərin sintezi və onların səmərəli tətbiq sahələri” mövzusunda doktorluq dissertasiyasında öz əksini tapmışdır.

M.C.İbrahimova 2002-ci ildən etibarən “Funksional oliqomerlər” laboratoriyasına rəhbərlik edir.

Bakı neft emalı zavodunda neftin katalitik krekinqi prosesində alınan, zəngin karbohidrogen tərkibinə malik yüngül qazoyl fraksiyasının baza ehtiyatının olmasına və onun əsasında alınan neft polimer qatranlarının-fenoformalitlərin izolyasiya materialı, iondəyişdirici tərkiblər və penoplastlar kimi geniş tətbiq tapmasına əsaslanaraq fenoformalitlərin birmərhələli üsulla sintezi şəraiti işlənilib hazırlanmışdır. Alınan neft polimer qatranın elektrik keçiriciliyi tədqiq edilərək yüksək gərginlikli sahələrdə (1000 V-a kimi) izolyasiya materialı kimi işlədilməsinin perspektiv olduğu göstərilmişdir.

Son illər ərzində “Funksional oliqomerlər” laboratoriyasında ekoloji zərərsiz, sadə texnologiyalar yaratmağa imkan verən, katalitik komponent, katalitik sistem və həlledici kimi istifadə oluna bilən ion mayələrinin sintezi, onlardan katalitik sistem kimi istifadə etməklə sintetik alfaolefin baza yağlarının alınması və seçici həlledici kimi istifadə etməklə neft fraksiyalarının təmizlənməsi sahəsində tədqiqatlar aparılır.

Aparılmış tədqiqatlar əsasında sintetik alfaolefin baza yağlarının alınmasında selektiv və səmərəli, iki fazalı sistem alınmaqla katalizatorun təkrar istifadəsini təmin edən ion-maye tipli katalitik sistemlərin sintezi həyata keçirilmiş, onların iştirakında C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub> alfaolefinlərin oliqomerləşməsi prosesinin optimal şəraiti müəyyən edilmişdir. İon maye tipli katalitik sistemlərin iştirakında sintez edilmiş polialfaolefin yağ fraksiyaları kifayət qədər yüksək özlülük, özlülük indeksi, aşağı sıxlıq və donma temperaturu, oksidləşməyə qarşı stabillik və aşağı buxarlanma göstəriciləri ilə xarakterizə olunurlar.

Sintez edilmiş polialfaolefin yağ fraksiyaları və müxtəlif özlülüklü neft yağları əsasında alınmış yarımsintetik (sintetik komponentin miqdarı 6-20%) yağ nümunələri tədqiq olunaraq azparafınli neftlər qarışığından alınan M-8 mineral yağ distillatı əsasında baza mator yağlarının və sənaye yağlarının alınmasının mümkünlüyü müəyyən edilmişdir.

Son vaxtlar neft fraksiyalarının, o cümlədən müxtəlif yağ və yanacaq fraksiyalarının aromatik karbohidrogenlərdən, kükürlü və qatran birləşmələrdən təmizlənməsində sintez edilmiş ion maye tərkiblərin seçici həlledici kimi tətbiqi sahəsində tədqiqat işləri aparılmışdır. Aparılmış tədqiqatlar əsasında bu həlledicilərin istifadəsinin iqtisadi baxımdan səmərəli və ekoloji baxımdan perspektiv olduğu göstərilmişdir. Alınmış nəticələrə əsaslanaraq bu prosesin sənaye miqyasında tətbiqinə tövsiyələr verilmiş, transformator yağ distillatının təmizlənməsi üzrə Təcrübə Sənaye Zavodunda ilkin sınaq təcrübələri həyata keçirilmişdir.

Bundan əlavə yüksək molekullu birləşmələr kimyasının perspektiv istiqamətlərindən biri olan, struktur quruluşu, molekul kütlə paylanması tənzimlənmiş, yüksək fiziki-mexaniki göstəriciləri, istismar xassələri ilə fərqlənən polimer və birgə oliqomerlərin “canlı radikal” mexanizmi ilə sintez sahəsində tədqiqatlar aparılır. Stabil sərbəst radikal-4-karboksiamid, 2,2,4,4-tetrametilpirrolin-1-oksil iştirakında stirolun radikal polimerləşməsi və metakril turşusunun bəzi efirləri ilə tənzimlənən mexanizmlə birgə oliqomerləşməsi reaksiyaları tədqiq olunmuş və aşağı polidisperslik göstəricisi ilə xarakterizə olunan polimer məhsulların, o cümlədən blok birgə polimerlərin alınma şəraiti müəyyən edilmişdir.

M.C.İbrahimova bir sıra təsərrüfat müqavilələrinin, qrantların icrasında məsul icraçı və ya rəhbər kimi iştirak etmişdir:

-“Yağ və yanacaq fraksiyalarının ion mayeləri ilə təmizlənməsinin ekoloji təmiz metodlarının işlənilib hazırlanması”- TM-ANYAĞ-164 - (2004-cü il);

-“Transformator yağ distillatının turşu-qələvi üsulunu əvəz edən ion-maye əsaslı həlledici ilə təmizlənmə üsulunun işlənilib hazırlanması”- TM-ANYAĞ-253-(2008-ci il);

-Rəhbər olduğu “İon-maye tərkibli ekstragentlə yağ fraksiyalarının selektiv təmizlənmə texnologiyasının elmi əsaslarının işlənilib hazırlanması” elmi tədqiqat layihəsi Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun 2011-ci ilin 1-ci qrant müsabiqəsinin (EİF-2011-1(3)) qalibi olmuşdur;

-“Pirrolizin C<sub>4</sub> fraksiyası əsasında maye kauçukun və lak-boya məhsulların alınma texnologiyasının işlənilib hazırlanması”-(2013-cü il);

-“C<sub>2</sub>-C<sub>12</sub> α-olefinlərin əsasında sintetik və yarımsintetik yağların alınması üçün yeni katalitik sistemlərin işlənilib hazırlanması”- (2014-cü il).

Aparılmış elmi-tədqiqat işlərinin nəticələri 240 elmi əsərdə, o cümlədən 1 Beynəlxalq, 1 Avropa, 5 Azərbaycan patenti və 14 müəlliflik şəhadətnaməsində

öz əksini tapmışdır.

M.C.İbrahimova dəfələrlə Beynəlxalq simpozium və konfranslarda uğurla çıxış etmişdir.

Onun rəhbərliyi altında beş nəfər fəlsəfə doktoru alimlik dərəcəsi almaq üçün müdafiə etmiş, bir nəfər dissertasiya işini tamamlayaraq müdafiəyə təqdim etmişdir.

M.C.İbrahimova elmi fəaliyyəti ilə yanaşı, elmi təşkilatı işlərdə də fəal iştirak edir:

AMEA Neft Kimya Prosesləri nəzdində “Neft kimyası və neft emalı prosesləri” jurnalının redaksiya heyətinin üzvüdür.

1994-96-cı illərdə AMEA NKPI nəzdində fəaliyyət göstərən 05.17.07-“Neft və qazın kimyəvi texnologiyası” ixtisası üzrə İxtisaslaşmış Şuranın, 2001-ci ildən etibarən “Neft kimyası” və “Yanacaqın kimyası və texnologiyası” ixtisasları üzrə İxtisaslaşmış Şuranın elmi katibi olmuş, hazırda “Neft kimyası”-2314.01, “Kimya texnologiyası və mühəndisliyi”-3303.01, “Neft-qaz-daş-kömür və texnologiyası”-3321.01, “Qaz emalı proseslərinin kimyası və texnologiyası”-3349.01 ixtisasları üzrə elmlər doktoru və fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi ixtisasları üzrə D 01.031 Dissertasiya Şurasının elmi katibidir.

2002-ci ildən etibarən NKPI-da Elmi Şuranın, AMEA Kimya Elmləri Bölməsi nəzdində “Yüksək molekullu birləşmələr” ixtisası üzrə Problem Şurasının üzvüdür.

Bu xidmətlərinə görə M.C.İbrahimova Ümumittifaq D.İ.Mendeleyev adına Kimya cəmiyyətinin diplomuna layiq görülmüş, 2009-cu ildə “Tərəqqi medalı” ilə təltif olunmuşdur.

M.C.İbrahimova ictimai fəaliyyəti də diqqətə layiqdir. O, 2000-ci ildən etibarən qeyri-hökumət təşkilatı Azərbaycan Qadın və İnkişaf mərkəzinin vitse-prezidentidir.

### **SƏLİMOVA N.Ə.**

Səlimova Nigar Əzizağa qızı 27 oktyabr 1942-ci ildə Bakı şəhərində anadan olmuşdur. 1958-ci ildə Bakı şəhər 6 saylı orta məktəbi bitirmişdir. 1958-1963-cü illərdə Azərbaycan Neft Kimya İnstitutunda təhsil almışdır. 1964-cü ildə Bakı “Neftqaz” zavodunda işləmişdir. 1965-68 ci illərdə Azərbaycan Neft və Kimya institutunun aspiranturasında oxumuş və 1968-ci ildə namizədlik dissertasiyasını müdafiə etmişdir. 1969-cu ildən Azərbaycan Neft Kimya İnstitutunun “Neftin, qazın kimyası və emalının texnologiyası” kafedrasına assistent vəzifəsinə seçilmiş, 1971-1977-ci illərdə həmin kafedranın dosenti vəzifəsində çalışmışdır.

1996-cı ildə “Elektrod koksun alınması texnologiyası” mövzusunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə etmişdir və 1997-ci ildə həmin kafedranın professoru vəzifəsində çalışmışdır.

2001-ci ildən ADNA-nın “Üzvi maddələrin texnologiyası və sənaye



ekologiyası” kafedrasının müdürüdür. Onun rəhbərliyi ilə aparılan elmi tədqiqat işlərinin nəticələri “Azərneftyağ”, “Neft qaz”, “Azneftyanacaq” zavodlarında, Donetsk metallurgiya zavodunda, Baqləks kokskimya kombinantında tətbiq edilmişdir.

N.Ə.Səlimovanın rəhbərliyi altında Suriya, İordaniya, Bolqarıstan, Yəmən və Misirin aspirantları da daxil olmaqla 10 namizədlik dissertasiyası müdafiə edilmişdir.

O, AMEA-nın akademik Y. Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu nəzdində Dissertasiya Şurasının üzvüdür.

Respublikamızda və xarici ölkələrdə çap edilmiş 250-dən artıq elmi məqalənin, 10 müəlliflik şəhadətnaməsinin və 20 patentin, o cümlədən “Ekologiya mühəndisliyi”, “Fövqəladə hallar və həyat fəaliyyətinin təhlükəzliyinin”, “Kimya mühəndisliyi” ixtisasları üçün dərslik, dərs vəsaiti və metodik vəsaitlərin müəllifidir.

Azərbaycan, Almaniya, Çexiya, Rusiya, Türkiyə və digər ölkələrdə keçirilmiş Beynəlxalq, regional və respublika miqyaslı elmi simpozium və konfranslarda iştirak etmişdir.

O, 1980-ci ildə “SSRİ neft email və neft-kimya sənayesi əlaçısı” və “SSRİ ixtiraçısı” nişanlarına layiq görülmüşdür. 1997-ci ildə Dövlət Elm və Texnika Komitəsinin Diplomu ilə təltif olunmuş, 2000-ci ildə Beynəlxalq Energetika Akademiyasının akademiki seçilmişdir. 2009-cu ildə “Əməkdar müəllim” fəxri adını almışdır.

Ailəlidir, iki övladı var.

## MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ	3
I. NEFT VƏ TƏBİİ QAZIN KİMYASI	4
1.1 Neftin yaranması haqqında nəzəriyyələr	4
1.2 Neftin fiziki-kimyəvi xassələri	7
1.3 Neftin element və fraksiya tərkibi	18
1.4 Neftin fraksiyalarının qrup tərkibləri	20
1.4.1. Benzin fraksiyalarının qrup tərkibi.	20
1.4.2. Alkanlar.	20
1.4.3. Sikloalkanlar.	21
1.4.4 Arenlər.	22
1.4.5. Heteroatomlu birləşmələr.	23
1.4.6. Benzinlərin kimyəvi xassələrinin onların antidetonasiya xassələrinə təsiri.	24
1.4.7. Yüngül qazoyl fraksiyaları.	25
1.4.7.1. Qrup və struktur-qrup tərkibi.	25
1.4.7.2. Alkanlar.	26
1.4.7.3. Sikloalkanlar.	26
1.4.7.4. Arenlər.	27
1.4.7.5. Heteroatomlu birləşmələr.	28
1.4.7.6. Kimyəvi tərkibin qazoylun bəzi xassələrinə təsiri.	31
1.4.8. Yağ fraksiyaları.	31
1.4.8.1. Alkanlar.	31
1.4.8.2. Sikloalkanlar.	31
1.4.8.3. Arenlər.	32
1.4.8.4. Heteroatomlu birləşmələr	33
1.4.9. Qudronlar	33
1.4.9.1. Qrup tərkibi.	33
1.4.9.2. Bərk karbohidrogenlər.	33
1.4.9.3. Sikloalkanlar.	34
1.4.9.4. Arenlər.	34
1.4.9.5. Qatranlar.	34
1.4.9.6. Asfaltenlər.	34
1.4.9.7. Metalüzvi birləşmələr.	36
1.5 Neft kolloid sistem kimi	36
1.6 Neftlərin təsnifatı	37
1.6.1. Kimyəvi təsnifat.	38
1.6.2. Texnoloji təsnifat.	38
1.7 Neftin dünyanın müxtəlif ölkələrində ehtiyatı və yanacaqları	40
1.7.1. MDB ölkələri.	41
II. KARBOHİDROGEN QAZLARIN EMALI	50
2.1 Absorbsiya, ekstraksiya və adsorbsiya proseslərinin fiziki-kimyəvi əsasları	50
2.2 İlkin karbohidrogen qazlarının və onların son məhsullarının xarakteristikası	55
2.3 Qaz emalının separasiya prosesi	58
2.4 Maye uducularla qazın qurudulması	65

2.4.1. Tərkibində hidrogen sulfid saxlayan qazların qurudulması	69
2.5 Qazın turş komponentlərdən təmizlənməsi	70
2.6. Karbohidrogen qazlarının emalının absorpsiya prosesləri	81
2.7. Qazın absorbentlə qurudulması və təmizlənməsi	83
2.8. Neft qazının (yanaşı qazın) emalı	85
III. NEFTİN İLKİN EMALI	93
3.1 Xam neftin xassələri	93
3.1.1. API dərəcəsi ilə xüsusi çəki.	93
3.1.2. Kükürdün miqdarı, % (kütlə).	93
3.1.3. Axıcılığın itmə temperaturu (donma temperaturu), °F (°C).	94
3.1.4. Koks qalığı (kokslaşma), % kütlə.	94
3.1.5. Duzların miqdarı (1000 barrelə funt ilə).	94
3.1.6. Azotun miqdarı, % kütlə.	94
3.1.7. Metalların miqdarı, mq/kq.	94
3.2. Bitum üçün yararlı neftlər	95
3.3 Neftin duzsuzlaşdırılması	95
3.4 NEZ-də qovulma	98
IV. KOKSLAŞMA VƏ DİGƏR TERMİKİ PROSESLƏR	115
4.1 Neft koksunun tipləri, onun xassələri, tətbiq sahələri	115
4.2 Ləngidilmiş kokslaşma	117
4.2.1. Ləngidilmiş kokslaşma zamanı koksun boşaldılması.	119
4.3 Ləngidilmiş kokslaşma qurğularının işi	120
4.4 Fleksikokinq	122
4.5 Flyuidkokinq	123
4.6 Visbrekinq	124
4.7. Neft koksunun əmələ gəlməsi	128
V. HƏLLEDİCİ İLƏ ASFALTSIZLAŞDIRMA	132
5.1 Asfaltsızlaşdırma prosesi	132
VI. NEFT BİTUMLARININ İSTEHSALI	135
6.1 Oksidləşmə bitumlarının istehsalı	136
6.2 Oksidləşmə ilə bitumun alınma prosesi	139
VII. KATALİTİK KREKİNG	141
7.1 Psevdosıxılmış layda katalitik krekinq	142
7.2 Katalitik krekinqin xammalı	151
7.3 Krekinq katalizatorları	153
7.4 Katalitik krekinq prosesinin mexanizmi	160
7.4.1. Alkanlar.	161
7.4.2. Sikloalkanlar.	162
7.4.3. Alkenlər.	165
7.4.4. Arenlər.	167
7.4.5. Koks əmələ gəlməsi.	171
7.5 Katalitik krekinq qazlarından yüksək oktanlı benzin komponentlərinin sintezi	171
7.5.1. İzobutanın olefinlərlə katalitik C-alkilləşməsi.	172
7.5.2. Sulfat turşusu iştirakı ilə alkilləşmə prosesləri.	178
7.6. Metanolun izobutilen ilə o-alkilləşməsi	180

VIII. NEFT XAMMALININ EMALININ HİDROKATALİTİK PROSESLƏRİNİN NƏZƏRİ ƏSASLARI VƏ TEXNOLOGİYASI	186
8.1 Hidrokatalitik proseslərin təsnifatı, təyinatı və əhəmiyyəti	186
8.2 Katalitik reforminqin nəzəri əsasları və texnoloji prosesləri	187
8.2.1. Prosesin termodinamikası və mexanizmi.	188
8.3. Katalizatorlar, onların təsir mexanizmi	194
8.4 Riforinq prosesinin idarə olunmasının əsasları	198
8.5 Katalitik riforinq sənaye qurğuları	201
8.5.1. Stasionar katalizator laylı katalitik riforinq qurğuları.	203
8.5.2. Katalizatorun fasiləsiz regenerasiyası ilə işləyən katalitik riforinq qurğusu.	205
8.6. Neft xammalının zənginləşdirilməsinin – katalitik hidrogenləşmə proseslərinin nəzəri əsasları və texnologiyaları	206
8.6.1. Hidrogenləşmə proseslərinin inkişafının tarixi haqqında qısa məlumat.	206
8.6.2. Xammalın heteroüzvi birləşmələrinin hidrogenoliz reaksiyalarının kimyası, termodinamikası və kinetikası.	207
8.6.3. Hidrogenləşmə proseslərinin katalizatorları və onların təsir mexanizmləri.	210
8.6.4. Hidrogenləşmə proseslərinin idarə olunmasının əsasları.	214
8.6.5. Neft fraksiyalarının hidrozənginləşməsinin sənaye prosesləri.	217
8.6.5.1. Naftanın hidrokükürdsüzləşdirilməsi prosesi.	218
8.6.5.2. Kerosinin hidrotəmizlənməsi.	220
8.6.5.3. Qazoylun hidrokükürdsüzləşməsi.	223
8.6.5.4. Neft qalıqlarının hidrozənginləşdirilməsi prosesləri.	226
8.7 Neft xammalının katalitik hidrokrekinq prosesləri	229
8.7.1. Hidrokrekinq reaksiyalarının kimyası və mexanizminin xüsusiyyətləri, prosesin katalizatorları.	230
8.7.2. Hidrokrekinq prosesinin əsas parametrləri.	243
8.7.3. Benzin fraksiyalarının hidrokrekinqi.	244
8.7.4. Məhdud miqdarda benzola və olefinlərə malik avtomobil benzinləri istehsalı üçün yeni texnoloji proseslər.	244
8.7.5. Selektiv hidrokrekinq prosesi.	245
8.7.6. Kerosin fraksiyasının hidroaromatiksizləşdirilməsi.	246
8.7.7. Vakuüm qazoylunun yüngül hidrokrekinqi.	247
8.7.8. Vakuüm distillatının 15 MPa təzyiqdə hidrokrekinqi.	248
8.7.9. Yüksək özlülüklü yağ xammalının hidrokrekinqi	249
8.7.10. Qalıq xammalın hidrokrekinqi.	250
IX. AĞIR NEFT QALIQLARININ EMALININ QEYRİ KATALİTİK HİDROTERMİKİ PROSESLƏRİ (HİDROVISBREKİNG, HİDROPIROLİZ DİNA-KREKİNG, DONOR-SOLVENT KREKİNGİ)	251
X. NEFT EMALI ZAVODLARININ XAMMALLARINDAN YANACAQLARA ƏLAVƏLƏR İSTEHSALI	254
10.1 Spirtlərin və efirlərin istifadəsi	254
10.2 Efirlərin alınma reaksiyaları	256
10.3 Efirlərin alınması prosesləri	256

XI. YAXŞILAŞDIRILMIŞ EKOLOJİ XARAKTERİSTİKALİ BENZİN İSTEHSALI	259
XII. MÜHƏRRİK YANACAQLARININ EKOLOJİ XARAKTERİSTİKALARININ AŞQARLARLA YAXŞILAŞDIRILMASI	262
XIII. TƏBİİ QAZDAN ALTERNATİV MÜHƏRRİK YANACAQLARI İSTEHSALI PROBLEMI	271
AZƏRBAYCANIN NEFT KİMYASI SAHƏSİNDƏ GÖRKƏMLİ ALİİMLƏRİ <u>AKADEMİKLƏR</u>	277
MƏMMƏDƏLİYEV Y.H.	277
ABBASOV V.M.	282
DALİN M.A.	290
ƏLİYEV A.M.	291
ƏLİYEV F.Y.	292
ƏLİYEV R.Ə.	295
ƏLİYEV S.M.	298
ƏLİYEV V.S.	299
ƏZİZOV A.H.	301
FƏRZƏLİYEV V.M.	304
İSMAYİLOV R.H.	308
QARAYEV S.F.	309
QƏRİBOV A.A.	313
QULİYEV Ə.M.	318
QULİYEV Ə.M.	320
QUTİRYA V.S.	322
MEHDİYEV S.C.	323
MƏHƏRRƏMOV A.M.	325
MƏMMƏDYAROV M.Ə.	329
NAĞİYEV M.F.	331
NAĞİYEV T.M.	333
ORUCOVA İ.M.	335
RÜSTƏMOV M.İ.	337
RİZAYEV R.N.	339
SADİQOV K.İ.	341
SEYİDOV N.M.	342
ŞAHTAXTİNSKİ T.N.	345
TAGİYEV D.B.	347
ZEYNALOV B.Q.	349
<u>MÜXBİR ÜZVLƏRİ</u>	351
ALXAZOV T.H.	351
DADAŞOV B.A.	352
CANİBƏYOV N.F.	354
ƏLİMƏRDANOV H.M.	355
ƏSƏDOV Z.H.	358
HÜSEYNOV N.M.	362
HÜSEYNOV M.M.	364

QƏMBƏROV Y.H.	365
MƏMMƏDOV Ş.Ə.	367
MƏRDANOV M.Ə.	368
MÖVSÜMZADƏ M.M.	369
NEQREYEV V.F.	371
SƏMƏDOVA F.İ.	372
<u>ELMLƏR DOKTORLARI</u>	377
ABDULLAYEV E.Ş.	377
BAYRAMOV M.R.	378
ƏCƏMOV K.Y.	380
ƏSGƏR-ZADƏ S.M.	384
ƏLIYEVA L.İ.	386
ƏLIYEVA S.Q.	388
HACIYEVA S.R.	389
HƏSƏNOV A.H.	393
HÜSEYNOVA A.C.	395
İBRAHİMOV H.C.	396
İBRAHİMOVA M.C.	399
SƏLİMOVA N.Ə.	402