

V.M.Abbasov, R.Ə.Cəfərova, Ü.C.Yolçuyeva, Ç.Q.Salmanova,  
G.S.Muxtarova, Z.Z.Ağamalıyev, S.Y.Rəşidova,  
A.M.Məmmədov

**XAM NEFTLƏRİN STRUKTUR-QRUP  
TƏRKİBLƏRİ, XÜSUSİYYƏTLƏRİ VƏ ONLARDA  
GEDƏN FOTOKİMYƏVİ VƏ TERMİKİ  
ÇEVİRİLMƏLƏR**

AMEA-nın akademik Y.H.Məmmədəliyev adına  
Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunun Elmi Şurasının  
29.10.2019-cu il tarixli iclasının qərarına əsasən  
çap olunur (protokol №18).

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin  
İşlər İdarəsi  
**PREZİDENT KİTABXANASI**

"Müəllim" nəşriyyatı

Bakı - 2020

35,514 + 35,514 (500)

X 25

*Texniki redaktor:* Əliyev Yengibar Sərraf oğlu  
*Korrektor:* Mehrəliyeva Humay Cahid qızı

**V.M.Abbasov, R.Ə.Cəfərova, Ü.C.Yolçuyeva, Ç.Q.Salmanova, G.S.Muxtarova, Z.Z.Ağamaliyev, S.Y.Rəşidova, A.M.Məmmədov**  
**Xam neftlərin struktur-qrup tərkibləri, xüsusiyyətləri və onlarda gedən fotokimyəvi və termiki çevrilmələr.** Bakı: "Müəllim" nəşriyyatı, 2020 - 257 s.

Monoqrafiyada müasir, yüksəkhəssaslıqlı cihazlardan (absorbsion spektroskopiya, xromato-kütlə spektroskopiyası, lüminessensiya, nüvə maqnit və elektron paramaqnit rezonansları, DSK, DTA) istifadə edilməklə xam Suraxanı və Balaxanı yataqları neftlərinin fiziki-kimyəvi, spektral-lüminessent, termiki xüsusiyyətlərinin və bu neft lərdə baş verən fotokimyəvi çevrilmələrin mexanizmləri haqqında müasir təsəvvürlər təqdim edilmişdir. Bu neftlər və onların komponentlərində gedən fotofiziki, foto-kimyəvi, o cümlədən, fotooksidləşmə proseslərinin elementar mərhələləri müəyyən edilmişdir. Nəticədə tədqiq edilən neftlər və onların aromatik komponentləri xammal kimi istifadə edilmək məqsədilə müxtəlif sənaye sahələrində (əzəçılıq, neft-kimyə, neft emalı və s.) istifadə edilmək üçün təklif edilmişdir.

Monoqrafiya neft və neft məhsullarının fiziki-kimyəsi, neft kimyası və fotokimyə sahəsində meydana çıxan müxtəlif məsələlərin həlli üçün UB-, İQ-, NMR-, EPR-, xromato- kütlə spektroskopiya, lüminessensiya, DSK, DTA metodlarından istifadə edən elmi və mühəndis-texniki işçilər, müəllimlər, yuxarı kurs tələbələri, aspirant, dissertant və doktorantlar üçün nəzərdə tutulmuşdur.

ISBN 978-9952-495-47-3

© Abbasov V.M., Cəfərova R.Ə., Yolçuyeva Ü.C.,  
Salmanova Ç.Q., Muxtarova G.S., Ağamaliyev Z.Z.,  
Rəşidova S.Y., Məmmədov A.M.

## ÖN SÖZ

Neft qiymətli karbohidrogenlərin alınması üçün təbii mənbə olduğundan onun tədqiqi uzun illərdir ki, alimlərin diqqətini özünə cəlb edir. Lakin Azərbaycan neftlərinin tədqiqi üzrə əvvəllər aparılan araşdırmalarda, əsas diqqət neftin dar fraksiyalarının (benzin, liqroin, dizel və s.) alınmasına və onların fiziki-kimyəvi göstəricilərinin, tərkiblərinin öyrənilməsinə yönəldilmişdir. Bu işə xam neftlərə xas olan xarakteristikaları tam öyrənməyə, uyğun gələn parametrləri dəqiqliklə təyin etməyə və onların quruluşunda müxtəlif xarici təsirlərin (radioaktiv şüalar, temperatur, ultrasəs və s.) nəticəsində baş verən struktur dəyişikliklərini təyin etməyə imkan vermirdi. Beləliklə neftlərin kimyəvi utilizasiyasında, yəni neftdən məqsədyönlü şəkildə istifadə etməklə müxtəlif sənaye sahələri (neft-kimyə, əzəçılıq və s.) üçün iqtisadi baxımdan əlverişli olan karbohidrogen xammalının əldə edilməsində problemlər yaranırdı.

Müasir yüksəkhəssaslıqlı tədqiqat cihazlarının (UB-, İQ-, NMR-, xromato-kütlə spektroskopiya, lüminessensiya və s.) mövcudluğu və bu sahədə yüksək kadr hazırlığının olması, ölkəmizdə kəşf edilən yataqların neftlərinin tərkiblərini, onların xarakteristikalarını tam öyrənməyə, bu neftləri təbii xammal mənbələri kimi lazımi neft məhsullarının alınmasına yönəltməyə və neft emalı, neft-kimyə sənayesinin düz gün istiqamətləndirilməsi üçün yeni texnoloji sxemləri işləyib hazırlamağa imkan verir.

Digər tərəfdən, AMEA-nın Y.H. Məmmədəliyev adına Neft-Kimyə Prosesləri İnstitutunda "Neft lüminoforları və fotokimyə" (indiki "Spektral analiz") laboratoriyasının əməkdaşları tərəfindən neftin utilizasiyası ilə əlaqədar olaraq neftin ikinci emal məhsullarından neft lüminoforları (NL) alınmış, onların bütün fiziki-

kimyəvi, spektral-lüminessent xassələri, NL-da foto-və radiasiya şüalarının təsiri altında gedən kimyəvi çevrilmələr, bu çevrilmələrin mexanizmləri öyrənilmişdir. NL-ı lüminessent-rəngli defektoskopiya sahəsində həm Respublikamızın, həm də Rusiya Federasiyasının 20-dən artıq müəssisəsində sınaqdan keçirilmiş və tətbiq edilmişdir. Lakin xam quyu neftlərinin əsasında yuxarıda göstərilən tədqiqat işləri yerinə yetirilməmişdir. Bu sahədə fundamental tədqiqatların aparılması həm nəzəri, həm də praktiki baxımdan olduqca maraqlı və perspektivdir.

Bütün yuxarıda göstərilən səbəblərdən Azərbaycanın yeni quyu neftlərinin, o cümlədən də, unikal Suraxanı, Naftalan və s. xam neftlərinin hərtərəfli tədqiqi: onların fiziki-kimyəvi və spektral-lüminessent xassələrinin və bu neftlərdə gedən fotokimyəvi çevrilmələrin, onların mexanizmlərinin öyrənilməsi, xam neftlərin neft-kimya, əczaçılıq sənayeləri üçün xammalların alınmasına və s. istiqamətləndirilməsi qarşıda duran günün əsas problemlərindən biridir və öz həllini tapmalıdır.

## QISALDILMIŞ SÖZLƏR

a.d.- aromatiklik dərəcəsi  
AK - aromatik karbohidrogenlər  
qr.AK - aromatik qrup komponentləri  
ANQ -ağır neft qalığı  
APQ - ağır piroliz qatranı  
ATO - aşağı temperaturda oksidləşmə  
BAK - bitsiklik aromatik karbohidrogenlər  
DSK - differensial skanlaşdırıcı kolorimetriya  
DTA - diferensial termiki analiz  
EPR - elektroparamaqnit rezonansı spektroskopiya  
FL - fotolüminessensiya  
FTKL - fototermokimyəvi lüminessensiya  
XKS - xromato-kütlə spektroskopiyası  
İQ - infraqırmızı spektroskopiya  
İSA - inteqrai struktur analiz  
KKAQ - katalitik krekinqin ağır qazoylu  
KL - kimyəvi lüminisensiya  
KPAK - kondensə olunmuş politsiklik aromatik karbohidrogenlər  
QAM - qatran-asfalten maddələri  
QMX - qaz-maye xromatoqrafiyası  
MAX - maye adsorbsiyalı xromatoqrafiya  
MAK - monotsiklik aromatik karbohidrogenlər  
MNN - müalicəvi Naftalan nefti  
MP - məhsulun parçalanması  
MY - məhsulun yaranması  
NEZ - neft emalı zavodu  
NK - naften karbohidrogenləri  
NK - naften karbohidrogenləri



NL - neft lüminatorları  
NMR - nüvə maqnit rezonansı spektroskopiyası  
NPK - naften-parafin karbohidrogenləri  
OK - olefin karbohidrogenləri  
PAK - politsiklik aromatik karbohidrogenlər  
PK -parafin karbohidrogenləri  
PMR - paramaqnit rezonans  
PNK -parafin-naften karbohidrogenləri  
ş.d. - şaxələnmə dərəcəsi  
TKL - termokimyəvi lüminissensiya  
TQA - termoqravimetrik analiz  
UB - ultrabənövşəyi spektroskopiyası  
YMB - yüksəkmolekullu birləşmələr  
YTO - yüksək temperaturda oksidləşmə

## **FƏSİL I. Xam neftlərin fiziki-kimyəvi, spektral-lüminessent xassələri və onların aromatik karbohidrogenlərində gedən fotokimyəvi çevrilmələr (icmal)**

Çoxlu sayda neft və qaz yataqlarına malik olan Respublikamızda keçən əsrin 80-ci illərindən başlayaraq neft hasilatı artmağa başladı, bu yeni neft emalı komplekslərinin və yeni texnoloji qurğuların yaradılıb, müasirləşdirilməsinə səbəb oldu. Azərbaycanda neftkimya sənayesinin intensiv inkişaf etməsi onun asan və ucuz əldə edilə bilən karbohidrogen xammalları ilə təmin edilməsi məsələsini qarşıya qoydu ki, bu da karbohidrogenlərlə zəngin olan yeni neft yataqları neftlərinin karbohidrogen tərkibinin və xassələrinin tam öyrənilməsi probleminə zərurət yaratdı [102].

Neft və onlardan alınan neft məhsullarının fiziki-kimyəvi xassələri onların kimyəvi tərkibindən, quruluşundan və ayrı-ayrı komponentlər arasındakı əlaqələrdən asılıdır. Neftlərin tərkibi müxtəlif karbohidrogenlərdən ibarət olduğundan, onların fiziki-kimyəvi xassələrinin və struktur-qrup tərkiblərinin tədqiqi aktual problem olaraq öz həllini tələb edir ki, bu da elmi və praktiki baxımdan böyük maraq kəsb edir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, neftin və onun komponentlərinin kimyəvi qrup tərkibinin öyrənilməsi, neft emalı prosesi zamanı daha səmərəli üsulun seçilməsində, eləcə də neftin nəqli və saxlanması probleminin həllində, həmçinin, neft və neft məhsullarından müxtəlif sənaye sahələrində (məsələn, neft kimyası, ağır maşınqayırma və s.), tibbdə və s. istifadə etmək üçün onların, neftin əmələ gəlməsi ilə əlaqədar fikirlərin dəqiqləşdirilməsində olduqca vacibdir [2, 3, 8, 75, 82].

Avropa İttifaqının istifadə edilən neft məhsullarına qoyulan keyfiyyət və ekoloji tələbləri daima sərtləşdirməsi neft emalı müəssisələrinin göstərilən məhsulları ixrac etmək imkanlarını



məhdudlaşdırır [48, 70, 118]. Bu səbəbdən dünyada keyfiyyətli neft məhsulları ilə təminatın səviyyəsi getdikcə aşağı düşdüyündən, göstərilən problemin həllinin aktuallığı neft-kimyə və neft emalı sahəsində çalışan alimlərimizin və mütəxəssislərimizin qarşısında daima durur. Lakin bu problemin həlli neft emalı müəssisələrinə daxil olan neftin keyfiyyətindən və onun səmərəli və əlverişli emal sxeminin seçilməsindən asılıdır [145, 169].

### 1.1 Neftlərin tərkibi, fiziki-kimyəvi göstəriciləri və təsnifatı

Neft yanacaqların (benzin, kerosin, dizel, mazut), sürtkü yağlarının və bəzi üzvi xammalların, bitumun və koksun alınmasında əsas mənbədir. Onun digər yanacaq növlərindən üstünlüyü istehsalının, daşınmasının, emalının asan olmasıdır [52, 66].

Xam neftin tərkibi müxtəlif karbohidrogenlərlə yanaşı, həm də, onda həll olmuş halda olan qaz, su, mineral duzlar, mexaniki qarışıqlardan ibarətdir. Neftin tərkibində çoxlu sayda müxtəlif üzvi maddələr olduğundan, o qaynama temperaturu ilə yox, qaynama intervalı (sıxlıqdan asılı olaraq 28-360<sup>0</sup>C arasındadır) və fraksiya tərkibi ilə xarakterizə olunur. Neftin sıxlığı 750-1050 kq/m<sup>3</sup> arasında, donma temperaturu minus 60<sup>0</sup> -dən plus 30<sup>0</sup>C (bu temperatur neftin tərkibindəki parafinlərin miqdarı çox olduqca yüksək, yüngül fraksiyalar nə qədər çoxdursa bir o qədər aşağı olur), alışma temperaturu isə bağlı tiqdə minus 40<sup>0</sup>-dən plus 30<sup>0</sup>C kimi (fraksiya tərkibindən asılı olaraq) dəyişir [117, 122, 149]. Neft üzvi maddələrdə həll olur, suda həll olmayıb onunla davamlı emulsiya yaradır.

Neftin tərkibinin öyrənilməsi, həm də, neftin əmələ gəlməsi, istehsalı, emalı texnologiyasının inkişafı haqqında olan bir çox sualların aydınlaşdırılması üçün vacibdir. İlk üzvi maddələrin katagenezisi prosesində neftin tərkibi formalaşır. Mürrəkkəb

birləşmələrin yaranması baş verir. Neftin tərkibinin öyrənilməsində ilkin bioloji birləşmələrin quruluşları və onların çevrilmə məhsulları əhəmiyyətli rol oynayır. Neftlərin karbohidrogen tərkibinin tədqiqi onları tiplərə ayırmağa böyük kömək edir. Neftin tərkibindəki doymuş karbohidrogenlər geokimyəvi proses zamanı ilkin biomolekulları, həmçinin, onlarda baş verən kimyəvi çevrilmələri müəyyən edir [39, 40, 153].

Xam neftlərin və təbii qazların xassələri onların istifadəsinə təsir edir. Belə ki, neft və onlardan alınan yağların termiki xüsusiyyətlərini öyrənməklə, zaman ərzində temperatur dəyişmələrinin onların fiziki-kimyəvi xassələrinə təsirini müəyyən etmək olar. Asfaltın çıxarıldıqdan sonra neftlərin fraksiya tərkibinə ayrılması, aşağı qaynama temperaturuna malik karbohidrogenlərin analizi vacib aspektlərdən biridir. Bu xassələri öyrənmək üçün ASTM kimi təşkilatların standart üsulları mövcuddur [168].

Tərkibindəki hidrogen sulfid və yüngül merkaptanların faiz kütlə ilə miqdarın görə neftlər 2 növə ayrılır [94 səh.347, 105].

Karbon və hidrogen neftin tərkibində əsas elementlərdir. Element tərkibi (%): C-82-87; H – 11-14.5; S – 0.01-6 (istisna 8-ə kimi); N- 0.001-1.8; O – 0.005-0.35 (istisna 1.2-ə kimi) və s. Bir çox neftlərdə azot və oksigenin miqdarı 10% -dən çox deyil. Bəzi neftlərdə (məsələn, Kaliforniya neftlərində) 1.7% azot və 1.2% oksigen olur. Neftin tərkibində təqribən 1000-ə yaxın fərdi maddə vardır. bunların çox hissəsi maye karbohidrogenlər (80-90%), heteroatomlu üzvi birləşmələr (4-5%), əsasən, kükürlü, azotlu, oksigenli, həmçinin, metalüzvi birləşmələr, həll olmuş qazlar (C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>, 4-10% kimi), mineral duzlar (əsasən xloridlər), su (10% kimi), aktiv maddələr (kükürd, neft turşuları və s.), mexaniki qarışıqlardır [135, 155].

Rusiyada neftlərin müasir təsnifatına ГОСТ Р 51858-2002

«Нефть. Общие технические условия» əsasən neftlər siniflərə, növlərə, qruplara, tiplərə bölünür. Kükürdün kütlə faizindən asılı olaraq neftlər 4 sinifə: azkükürlü (<0.6%), kükürlü (0.6-1.8%), yüksəkkükürlü (1.81-3.5%) və xüsusi yüksəkkükürlü (>3.50%), sıxlığına görə 5 tipə: 20<sup>0</sup>C, kq/m<sup>3</sup> — xüsusi yüngül 830.0; yüngül 830.1-850.1; orta 850.1-870.0; ağır 870.1-895.0; bitumlu >895.0 və 3 qrupa bölünür. Qruplar üzrə neftlərin təsnifatı cədvəldə göstərilmişdir:

ГОСТ Р 51858-2002 əsasən neftin qrupları

Göstəricilərin adları	Neft qrupları		
	1	2	3
Su, %küt., çox olmayan	0.5	0.5	1
Xlor duzları, mq/dm <sup>3</sup> , çox olmayan	100	300	900
Mexaniki qarışıqların kütlə %, çox olmayan	0.05		
Doymuş qaz təzyiqi, kPa, çox olmayan	66.7 (500)		

Neftin karbohidrogen təkibinin əsasını parafin karbohidrogenlər (PK) (adətən, həmə görə 30-35%, istisna hallarda 35-40%), naftenlər (25-75%), aromatik birləşmələr (10-20%, nadir hallarda 35%) və hibrid quruluşlu maddələr (məsələn, parafin-naften, naften-aromatik birləşmələr) təşkil edir [37, 41, 60, 157]

Heteroatomlu birləşmələr H<sub>2</sub>S, merkaptanlar, mono- və disulfidlər, tiofenlər və tiofanlar, həmçinin, politsiklik birləşmələr və b.-dir (70-90% mazut və qudronda həll olur). Azotlu birləşmələr əsasən piridin, xinolin, indol, karbazol, pirtol, həmçinin, porfinlər (neft qalıqlarında və ağır fraksiyalarda həll olmuş halda); oksigenli birləşmələr – neft turşuları, fenollar, QAM və s.; xlorlu birləşmələr – qeyri üzvi xloridlər, üzvi xloridlərdir [141, 155]. Neftin mineral tərkibi onun külü ilə təyin olunur. Neft külündə 20-yə yaxın müxtəlif

elementlər (Ca, Fe, Si, Zn, Cr, Al, Mg, Ni, Be, Ba, Na və s.) mövcuddur [68, 94 səh.349, 105, 119, 179].

Əsasi D.I.Mendeleyev tərəfindən qoyulan neftin qovularaq fraksiyalara ayrılması üsulu sonralar görkəmli rus alimləri N.D.Zelinski, B.A. Kazanski, V.S.Fyodorov və başqa alimlər tərəfindən inkişaf etdirilərək dəqiq rektifikasiya metodu yaradılmışdır.

Neftdən aşağıdakı fraksiyalar alınır [94 səh.72-73, 121, 190]:

qaz fraksiyası (qaynama temperaturası 40<sup>0</sup>C-yə kimi, əsasən, C<sub>5</sub> karbohidrogenləridir); benzin fraksiyası (qaynama temperaturu 40-180<sup>0</sup>C-yə kimi, əsasən, C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub> karbohidrogenləridir); kerosin fraksiyası (qaynama temperaturu 180-305<sup>0</sup>C-yə kimi, əsasən, C<sub>11</sub>-C<sub>12</sub> karbohidrogenləridir); dizel fraksiyası (qaynama temperaturu 230-230<sup>0</sup>C-yə kimi, əsasən, C<sub>13</sub>-C<sub>17</sub> kimi karbohidrogenləridi ); yüngül sürtkü yağları və qazoyl fraksiyası (qaynama temperaturası 305-405<sup>0</sup>C-yə kimi, əsasən, C<sub>18</sub>-C<sub>25</sub> karbohidrogenləridir); sürtkü yağları, vazelin və s. (qaynama temperaturu 405-515<sup>0</sup>C-yə kimi, əsasən, C<sub>26</sub>-C<sub>37</sub> karbohidrogenləridir); qalıq qudron, asfalt.

Neftdə olan qeyri üzvi komponentlər texnoloji qurğuların korroziyasına səbəb olub, açıq rəngli neft fraksiyalarının çıxımını və alınan məhsulun keyfiyyətini aşağı salır.

## 1.2 Neft və neft məhsullarının tərkibi və xassələrinin öyrənilməsi üzrə aparılan spektroskopik tədqiqatlar

Müxtəlif növ və yaşda olan neftlərin tərkibi və aromatik karbohidrogenlərinin paylanması haqqında olan məlumatlar neftin emalı, xam neftlərin istifadəsi, həmçinin də, neftin geologiyasının öyrənilməsi və ekoloji problemlərin həlli üçün də böyük əhəmiyyət kəsb edir [27, 38, 71, 156].



Nefti və neft məhsullarının analizi və identifikasiyası onların kimyəvi təbiətini, struktur-qrup tərkibini, həmçinin, birbaşa fiziki-kimyəvi və keyfiyyət göstəricilərini təyin etməyə imkan verir [43, 111, 120, 163]. Neft nümunələrinin analizini 3 yerə bölmək olar: 1) UB-, NMR-, EPR-, İQ- və xromato-kütlə spektroskopiyası və lüminessensiya metodları ilə neftlərin struktur-qrup tərkiblərinin tədqiqi; 2) neftin standart metodlardan istifadə etməklə fiziki-kimyəvi göstəricilərinin təyini; 3) tərkiblərinə və xassələrinə görə neftlərin ümumi qiymətləndirilməsi.

Lakin, neftin tərkibindəki su onun analiz edilməsini çətinləşdirir. Bu səbəbdən bəzi hallarda neft nümunələrini analiz etmək üçün onları sudan ayırmaq lazım gəlir. Belə ki, fraksiya tərkibinin, kinematik özlülüyün, alıqma temperaturunun təyində nümunələri mütləq susuzlaşdırmaq lazımdır. Lakin kükürd və xlor duzlarının təyində nümunələrin susuzlaşdırılması vacib deyil. Neftin tərkibindən suyu ayırmaq üçün yüksək dispres maqnit sahələrinin istifadəsi daha əlverişlidir [93].

Neftlərin struktur-qrup tərkibində bir sıra xarici amillərin (ışıq, elektronlar, təzyiq və s.) təsiri altında baş verən çevrilmələrin öyrənilməsi fiziki və kimyəvi metodların köməyi ilə mümkün olmuşdur. Lakin, son dövrdə neftlərin tərkibinin öyrənilməsində spektroskopiya üsullarının istifadəsi əvəz edilməzdir.

Kütlə-spektrometriyası vasitəsi ilə Sibir neftlərinin qrup tərkibi və naftenaromatik karbohidrogenlərinin paylanması tədqiq edilmişdir. Bu neftlərdə naftenmonoaromatik karbohidrogenlər üstünlük təşkil edir. Onların tərkibi 1-dən 6-a kimi doymuş tsikllərdən ibarət olub, ümumi formulları  $C_nH_{2n-z}$  ( $z=8, 10, 12, 14, 16, 18$ ) -dir. Onların tərkibində naftenmonoarenlər dominantlıq təşkil edir. Qeyd etmək lazımdır ki, quyuların dərinliyi artdıqca hasil edilən neftlərin tərkibində 3-6 doymuş tsiklik birləşməli maddələrin miqdarı

artır. 1-dən 6-ya kimi doymuş tsiklik birləşmələrin ümumi formulu  $C_nH_{2n-z}$  ( $z=14, 16, 18, 20, 22, 24$ ) olub, neftlərdə 20-54% təşkil edir. Bir çox neftlərin tərkibində 1 və 2 doymuş tsiklik quruluşlu birləşmələr üstünlük təşkil edir [57, 170].

Neftin tərkibində kondensasiya olunmamış (monoaromatik), kondensasiya olunmuş bitsiklik (naftalin tipli), tritsiklik (antrasen tipli), tetratsiklik (piren tipli) və pentatsiklik (perilen tipli) strukturların olması lüminessensiya metodu ilə təyin edilmişdir. Bundan başqa, aromatik karbohidrogenlər (AK) arasında hibrid strukturlu birləşmələr də (tetrasenlər, dinaftenbenzollar, asenaftenlər, flüorenlər, naftenfenantrenlər) vardır [188]. Kompüter modelləşdirilməsi əsasında spektral interval təyin edilərək, neftlərdə yaxşı lüminessensiya verən, heksanda həll olan aromatik karbohidrogenlər aşkar edilmişdir: bifenilin, naftalin və ya asenaftenin, fenantrenin 250 nm həyacanlama maksimumunda 280-400 nm dalğa uzunluğu oblastında lüminessensiya spektrləri öyrənilmişdir [50, 86, 113].

Fiziki və fiziki-kimyəvi metodlar tətbiq edilməklə müxtəlif neft yataqları, əsasən də, Sibir, Saxalin, Çin, Vyetnam və s. neftlərinin karbohidrogen tərkibi tədqiq edilmişdir [53, 56, 191]. Bu işlərdə neftlərdə mono- və bitsiklik AK-dan başqa, həm də, alkilfenantren və alkilantrasenlərin olduğu müəyyən edilmişdir. Bununla yanaşı, daha yüksək həlqəli aromatik karbohidrogenlərin də trifenilen, piren, benzpiren, xrizen, benzfenantren, perilen, benzfluoranten və s. göstərilən yataq neftlərində olduğu aşkar edilmişdir. Saxalin neftləri politsiklik aromatik karbohidrogenləri (PAK) ilə zəngindir. Bu neftlərin tərkibi maye ekstraksiyalı xromatoqrafiya, PMR və kütlə spektroskopiyası ilə tədqiq edilmiş və onların perilen aromatik karbohidrogenləri ilə zəngin olduğu aşkar edilmişdir. Neft və neft məhsullarının tərkibində kondensə olunmuş aromatik



karbohidrogenlər lüminessensiya metodu ilə tədqiq edilmişdir [30, 81].

Neftin və neft məhsullarının karbohidrogen tərkibinin analizi onların ətraf mühitdə yaratdığı zəhərlilik dərəcəsinin təhlili üçün vacibdir. 15 Tümen neft yatağı məhsullarının karbohidrogenlərinin struktur-qrup təkibi İQ- və UB- spektroskopiya və lüminessensiya metodları ilə analiz edilərək, bu neftlərin yüksək miqdarda (90%) karbohidrogenlərə malik olduğu aşkar edilmişdir. Həmçinin, neftlə çirkli torpağın tərkibindəki neft nümunələrinin torpağın seçilmiş dərinliyindən asılı olaraq tədqiqatı aparılmış və neft məhsullarının miqrasiyası zamanı mineral torpağın yuxarı təbəqələrində arenlərin miqdarının azaldığı və torflu torpaqlarda isə əksinə artdığı müəyyən edilmişdir. Tədqiqat zamanı tərkibində 75% alkil və 25% aren karbohidrogenləri olan neft məhsulundan istifadə edilmişdir [65, 69, 87, 88].

Monometilalkanlar neftlərin tərkibində yaxşı məlum olan maddələrdəndir. O bəzi neftlərdə izoalkanların 50% -ni təşkil edir. Benzin və yüksəkmolekullu fraksiyalarda 2-, 3-, 4-metilalkanların homoloqları müşahidə olunur. Fraksiyaların molekul kütlələrinin artması ilə digər izomerlər əmələ gəlir. 5-, 6-, 7-metilalkanların analizi xromatoqrafiya metodu ilə yerinə yetirilmişdir. Neftlərdə normal və izoprenoid quruluşlu fərdi relikt karbohidrogenlərin genetik meyarlarını müəyyən etmək üçün pristanın fitana olan nisbətindən istifadə olunur [161]. Eyni zamanda neftin karbohidrogen təkibinin analizində  $^{13}\text{C}$  NMR spektroskopiyasının böyük rolu vardır. NMR-spektroskopiyasının köməyi ilə aparılan tədqiqatlar neft və neft məhsullarında izoəvəzedicili tsiklik karbohidrogenlərdə C atomunun kimyəvi yerdəyişməsinə görə, zəncirdə C atomunun vəziyyətini, həmçinin,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\lambda$  və s.  $\text{CH}_3$  metil radikalının əvəz olunma yerini müəyyən etməyə imkan verir.

Aparılan araşdırılmalardan aydın olub ki, 2-, 3- metilalkanlardan başqa, tədqiq edilən neftin digər uyğun birləşmələrində  $\text{CH}_3$  qrupunun bütün mümkün izomerləri, demək olar ki, eyni qatılıqdadır. Bu baxımdan Qərbi Sibir neftləri unikal neftlər sayılır, belə ki, neftin təkibində 12-, 13-metilalkanların qatılığı dəfələrlə çoxdur [125, 143, 144].

Cənubi Pakistanın Paniro və Tanqri yatağı xam neftlərinin karbohidrogen qrup tərkibi UB- spektroskopiya və xromatoqrafiya metodları ilə öyrənilmişdir. Tanqri yatağı neftinin əsasən parafin tərkibli olduğu, Paniro neftinin isə aromatik birləşmələrlə zəngin olduğu müəyyən edilmişdir. Aparılan eksperimentlərin nəticələrinə görə Tanqri xam nefti təbiətinə görə parafin, Paniro nefti isə naften tərkibli dir. Qeyd etmək lazımdır ki, Tanqri yatağının nefti Paniro yatağının nefti ilə müqayisədə ekoloji baxımdan daha təmizdir. Bu Paniro neftinin poliaromatik karbohidrogenlərlə zəngin olması ilə əlaqədardır [167].

Nigerlan xam neftinin və neft məhsullarının yüngül, orta və ağır fraksiyaları, o cümlədən, dizel yanacağı, mühərrik yağı və benzin maye xromatoqrafiya, İQ- və UB- spektroskopiya metodları ilə tədqiq edilmişdir. İQ-spektrlər bu xam neft və neft məhsullarının doymuş hissəsində metil və metilen qruplarının mövcud olmasını təsdiq edir. Mono-, di- və poliaromatik fraksiyalarda C-C və C-H rabitələrinin valent rəqsləri müşahidə olunur. UB-spektrlərinə görə alkilbenzollar və naftalinlər müvafiq olaraq monoaromatik və diaromatik fraksiyalarda, antrasen və fenantrenlər isə poliaromatik fraksiyalarda mövcuddur [180].

Meksika neftlərinin mürəkkəb karbohidrogen tərkibini öyrənmək üçün onlar yüksək effektiv maye xromatoqrafiya vasitəsilə doymuş, aromatik, qatran və asfalten fraksiyalarına ayrılmışdır. Bu fraksiyaların xassələri İQ- spektroskopiyası, DSK, TGA metodları

ilə öyrənilmişdir. Neft ağırlaşdıqca qatran və asfalten fraksiyalarının molyar kütləsi doymuş və aromatik fraksiyaların molyar kütləsindən çox olur. TGA və DSK metodları ilə fraksiyalarda molekul kütləsi artıqca parçalanma temperaturunun artdığı müəyyən edilmişdir [174].

Monqol neftlərinin tərkibində 24 izobar AK homoloqunun olduğu aşkar edilmiş, onların molekul kütlələrinin paylanması və termodinamik xassələri öyrənilmişdir [116]. Müxtəlif xam monqol neftlərinin biorelikt karbohidrogenlərinin individual tərkibi kütlə-spektroskopiyası metodu ilə tədqiq edilərək, onların n-alkanlarla zəngin olduğu aşkar edilmişdir. Bu karbohidrogenlərdə molekul kütlə paylanması  $C_{11}$ - $C_{12}$  -dən  $C_{12}$ - $C_{27}$  kimi artır. Göstərilən neftlərdə qeydə alınmış izoprenonlardan pristan  $C_{19}$  və fitan  $C_{20}$  dominantlıq təşkil edir [56].

Şimal-Şərqi Çinin Fluarti və Sunian yataqlarının neftlərinin geokimyəvi, fiziki-kimyəvi xassələri, karbohidrogen tərkibi, həmçinin, yağlı və qatranlı fraksiyalarının quruluşu xromatoqrafiya metodu ilə öyrənilərək, onların az kükürlü, ağır, yüksək- və az qatranlı, naftenli, yüksəkparafinli olduğu təyin edilmişdir. Naftenli neftlərin yağ fraksiyaları politsiklikalkil, politsiklikbenzol, düz və azşaxəli alifatik karbohidrogen molekulları ilə zəngindir. Bu quruluş, həmçinin, göstərilən neftin qatran komponentinə də aiddir. Yüksəkparafinli neftlərdə karbohidrogen molekullarının quruluşu uzun alkil zəncirinin və az sayda tsiklik strukturların olması ilə xarakterizə olunur. Kaynazoy neftinin qatranının tərkibi naften karbonlarının az, parafin karbonlarının isə çox olması ilə yağ fraksiyalarından fərqlənir. Melovoy neftinin qatranının quruluşu politsiklik törəmələrdən və çox şaxəli alkil zəncirlərindən ibarətdir. Bi- və triaromatik karbohidrogenlərin şaxəli alkil əvəzləyicilərinin olması onların termodinamik davamlılığını subut edir [54, 115].

Qərbi Sibir, Şimali Qafqaz və Serbiya neftlərinin mono-, bi- və triaren fraksiyalarından metanolla ekstraksiya yolu ilə naftenbenzollar, naftennaftalinlər, naftenfenantrenlər ayrılmiş, onların qrup təkibi və molekul kütlə paylanması kütlə-spektroskopiya metodu vasitəsilə öyrənilmişdir. Aşkar edilmişdir ki, naftenbenzol və naftennaftalinlərin molekullarında 1-dən 6-ya kimi, naftenfenantrendə isə 1-dən 3-ə kimi naften həlqəsi vardır. Naftenbenzolun alkil zəncirində karbon atomlarının miqdarı 38-ə, naftennaftalinlərdə 20-yə, naftenfenantrenlərdə isə 19-ə çatır. Neftlərdə naftenarenlərin belə fərqli xüsusiyyəti və molekul kütlə paylanması onların müxtəlif növ ilkin üzvi maddələrdən əmələ gəlməsini göstərir [119].

Neftlərin tərkibində bərk parafin karbohidrogenlərinin miqdarının yüksək olması onların keyfiyyət göstəricilərini pisləşdirir, neftin çıxarılması və nəqlində problemlər yaradır. Neftlərdə PK-ın öyrənilməsi ilə bir çox alimlər məşğul olub: Abaşev R.Q., Aqayev S.Q., Boqdanov N.F., Qaniyeva Y.M., Qolonskiy P.P., İksanova R.R., Kazanova L.P., Azinger F., Garsiya M., Musser B., Filip P. və s. Samara, Orenburq neftləri və onların asfalten-qatran, parafin qalığında yüksəkmolekullu alkanların sistemik tədqiqatı aparılmışdır. DSK metodu ilə asfaltenlərdə alkanların kristal fazasının mövcud olması aşkar edilmişdir. Bu metodla çətin əriyən yüksəkmolekullu alkanların miqdarı təyin edilir. Göstərilən neftlərdə yüksəkmolekullu alkanlar dispers mühit yaradır və onların asfalten-qatran fraksiyasında toplanır. Asfalten - qatran fraksiyasında parafinin həll olması yüksəkmolekullu bərk alkanların kristal fazasından asılıdır [148, 152, 187].

Analitik texnologiyanın (UB-, İQ-, NMR-, xromato-kütlə spektroskopiya (XKS), lüminessensiya, yüksək effektiv maye və kapilyar qaz xromatoqrafiyası metodları və s.) da inkişafı neft



karbohidrogenlərinin quruluşunun daha dəqiq öyrənilməsinə səbəb olur. Neft fraksiyalarının qrup tərkibinə bölünməsində yeni, yüksək effektiv adsorbentlər haqqında məlumatlar yazılıb. Xromatoqrafik metodla benzin, kerosin, dizel fraksiyalarında aromatik karbohidrogenin təyin metodları qeyd olunub. Rusiyanın elmi mərkəzlərində Rusiya xam neftlərinin karbohidrogen tərkiblərinin tədqiqinin nəticəsində bəzi xam neftlərin tərkibində olefin karbohidrogenlərinin olduğu məlum olmuşdur [26, 45, 51, 72, 73, 114, 164]. Novodmitrevski yatağının neft qatranlarının tərkibi və xassələri tədqiq edilmək məqsədilə onlar adsorbsion xromatoqrafiya vasitəsilə tərkib hissələrinə ayrılmış və alınan nümunələr IQ-spektroskopiya metodu ilə tədqiq edilərək, qatrandə karbohidrogenlərin əsasən alifatik quruluşlu olduğu aşkar edilmişdir [33].

Cənubi Kimay Selfində aşkar edilmiş ən iri yataqlardan olan Ağ Pələng və Əjdaha yataqlarının neftləri tədqiqat obyektləri kimi götürülmüş və onların yüksəkparafinli, az qatranlı, az kükürlü, müəyyən miqdar yüngül distillatlar saxlayan metan tipli neftlər olduğu müəyyən edilmişdir. Bu yataq neftlərindən ayrılan karbohidrogenlər sırasında alifatik karbohidrogenlər üstünlük təşkil edir. Naften və AK-lar nisbətən az miqdardadır. Müəyyən qədər aromatik və ya naften həlqələri ilə bircə politsiklik bloklar üstünlük təşkil edir [185]. Alkanlar (izoprenlərdən başqa), tsiklonlar, monoarenlər və naftennaftalinlər (naftenmonotsiklonlardan başqa) bu neftlərdə izobar homoloji seriya əmələ gətirməklə ən kiçik üzvlərindən  $C_{41}$ - $C_{43}$  qədər Ağ Pələng və  $C_{35}$ - $C_{36}$  qədər Əjdaha neftində vardır. Digər karbohidrogenlərin zənciri əhəmiyyətli dərəcədə qısadır və 10-11 üzvlü olması ilə məhdudlanır. Bu neftlərdəki tetra- və penta arenlərdən ibarət molekullar fluoren nüvəsini saxlayan qısa karbohidrogenlər (əsasən, 5-8 komponent)

sırasıdır. Aşağı alkiləvəzləyici bi- və triarenlərin izomer tərkibi termodinamiki stabilliyi ilə uzlaşır ki, bu göstərilən neft yataqlarında katageniz çevrilmələrinin formalaşması proseslərində əsas rol oynayır. Bu neftlərin tərkibində fərdi alkil naftalinlər –  $C_{12}$ - $C_{13}$  və  $C_{16}$ - $C_{17}$  –alkilfenantrenlər vardır, daha böyük qatılıqda metil qrupunun izomerləri arasında di- və triəvəzləyicilər üstünlük təşkil edir. Vyetnam neftlərinin karbohidrogen tərkibi və ümumi xarakterikalarında fərq o qədər də böyük deyil. Əjdaha nefti daha gənc metamorfoz (halını, şəklini dəyişməyən) olmayan çöküntü suxurlarının yığılmasından əmələ gələn karbohidrogenlər axını hesabına yaranıb [55, 142, 186].

Tatarıstan respublikasının neftlərinin asfalteninin struktur–qrup tərkibi EPR və IQ– spektroskopiya metodları vasitəsilə tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, istehsal olunan və qalıq neftlərdə asfaltenlərin miqdarı və onların struktur–qrup tərkibi müxtəlifdir. İstehsal edilən neftin oksidləşməsi nəticəsində onun tərkibində ki, asfalten də oksidəşir ki, bu da onun strukturunda karbonilin artmasına və vanadium kompleksində karbon radikalının nisbətinin dəyişməsinə səbəb olur. Bu zaman qalıq neftlərinin asfaltenində alifatik quruluşda kükürd oksidləri və karbonil qrupları artır [41, 146].

Mazut əsasən yanacaq kimi istifadə olunur. Mazutun strukturu–qrup tərkibini müəyyən etmək üçün  $^1H$  NMR və  $^{13}C$  NMR metodları tətbiq edilib. Tədqiqat zamanı element analizinin nəticələrindən və orta molekül kütləsinin qiymətindən istifadə edilərək NMR metodu vasitəsilə mazutun quruluş parametrlərini təyin edilmiş, müvafiq karbon atomlarının sayı hesablanmışdır [159].

Bir çox tədqiqatçılar xam neftin tərkibinin və kinetikasının təyininə IQ, DTA, DSK, DTA-dan istifadə ediblər [172, 177, 184]. Termoqrammetrik metodla müxtəlif yanacaqlarda tədqiqat işləri



aparılıb. Yanacaqların oksigen və inert mühitində termiki parçalanması nəticəsində yaranan aktivasiya enerjisinin kinetik tənlikləri öyrənilib. Bu məqalədə əsas məqsəd yanma, istilik keçirmə zamanı müxtəlif yanacaqların kinetik xarakterikalarını öyrənməkdir.

[171] tədqiqat işində Türkiyənin iki neftinin qatranını, doymuş və aromatik karbohidrogenlərini DSK metodunun köməyi ilə analiz etmişlər. Təcrübə üç müxtəlif istilik sürəti ( $5, 10, 15^{\circ}\text{C min}^{-1}$ ) olmaqla atmosfer təzyiqi altında aparılmışdır. Bu xam neftlərin DSK ayrılmasında neft xammalının termiki oksidləşməsini göstərən iki müxtəlif reaksiya zonası müşahidə olunmuşdur. İlk reaksiya zonasında xam neftin tərkibində olan maye, uçucu karbohidrogenlər buxarlanır, yüngül karbohidrogenlər yanır və yanacaq əmələ gəlir. İkinci reaksiya zonası isə əmələ gələn yanacağın yanma bölgəsidir. DSK metoduna əsasən nümunə ağırlaşdıqca reaksiyanın temperaturu yüksəlirdi təyin edilmişdir. Doymuş birləşmələr reaksiyaya az istilik verir. İstiliyin sürəti arıqca temperatur maksimumu geniş reaksiya oblastına doğru sürüşür. Xam neft nümunələrinin enerji aktivlərinin dəyərləri və onların fraksiyalarının yüksəktemperaturlu oksidləşmə oblastları ASTM-də bir- birinə yaxın olub  $67-133\text{kJ mol}^{-1}$ -dir, Borchardt və Daniels metodlarında isə o  $35-154\text{ kJ mol}^{-1}$  arasında dəyişir [160, 173, 178, 181].

### 1.3. Azərbaycan neftləri və onların tədqiqinin perspektiv inkişafı

Azərbaycanda neft yataqlarının kəşfi və neftlərin tərkib və xassələrinin öyrənilməsi, demək olar ki, eyni vaxta təsadüf edir. Aparılan ilk tədqiqatların birinci dövrü 1875-1915-ci illəri əhatə edir və bu sahədə yerinə yetirilən tədqiqatlar görkəmli rus alimləri D.İ.Mendeleyev, V.V.Makarov, M.İ.Kononov, N.D.Zelinski, V.N.Oqloblin və başqalarının adı ilə bağlıdır. Sonrakı illərdə

Azərbaycan neftlərinin tədqiqi A.S.Velikovski, A.M.Plotko, L.Q.Qurviç, Y.H. Məmmədəliyev, V.S.Qutirya, Ə.M.Quliyev, H.H.Həşimov və başqa alimlər tərəfindən davam etdirilmişdir. Tədqiqatların nəticələri A.Aşumovun və F.Səmədovanın monoqrafiyalarında öz əksini tapmış və əsas məqsədin Azərbaycan neftlərindən keyfiyyətli yanacaq və baza yağlarının alınmasının olması göstərilmişdir [3, 9, 135, 102].

Digər tərəfdən yerinə yetirilən elmi tədqiqatlar neftin çeşidlənməsini və emalını əsaslandırmaq, kimya və neft-kimyası sənayesini asan əldə edilə bilən karbohidrogen xammalı ilə təchiz etmək məqsədilə aparılmışdır. Tədqiqatlar eyni zamanda neftin geoloji klassifikasiyasına düzəliş etmək, neft hasilatı ilə əlaqədar olan bir sıra nəzəri və praktiki sualların həllini araşdırmaq, neftlərin çeşidlənməsi və emalı üçün neftin tərkibinin müxtəlif faktorlardan asılılığını araşdırmaq məqsədilə aparılmışdır. Balaxanı, Sabuncu, Ramana, Suraxanı, Qala və digər neft-qaz rayonlarının neftləri daha geniş öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, neftlərin tərkibinin dəyişməsi hər bir neft yatağının geoloji şəraiti ilə sıx əlaqədardır.

İlk dəfə D.İ.Mendeleyev selektiv həlledicilər vasitəsilə neftlərin tərkib hissələrini bir-birindən ayırmaqla neft məhsullarının öyrənilməsinin effektiv üsulunu təklif etmiş və eyni zamanda onların lazımsız komponentlərdən təmizlənməsinin əhəmiyyətini göstərmişdir. O, Abşeron neftlərinin yüngül fraksiyalarını tədqiq edərək, onların genetik oxşarlığını göstərmiş və naftin karbohidrogenlərinin bu neftlərin tərkibinin əsas hissəsini təşkil etməsi nəticəsinə gəlmişdir.

Bu sahədə aparılan tədqiqat işlərinin banisi L.Q.Qurviç yazırdı ki, neftlərin fiziki və kimyəvi xassələrinin dərinlikdən asıllığı horizontlarda baş verən miqrasiya prosesləri ilə əlaqədardır. O hesab edirdi ki, neftin ilkin yarandığı məkandan yerin başqa laylarına

yerdəyişməsi yeraltı qazların və suların təzyiqi nəticəsində baş verir. Bu halda neft kifayət qədər adsorbsiya qabiliyyətinə malik olan xirda məsaməli suxurlardan keçərək özünün yüksəkmolekullu birləşmələrinin (qatranlı, kükürlü və s.) xeyli hissəsini çöküntülərdə və suxurlarda itirir və nəticədə o ilkin neftə nisbətən daha şəffaf və yüngül komponentlərlə zənginləşir. Lakin qeyd etmək lazımdır ki, yerin müxtəlif laylarında və dərinliklərində neftin miqyasıasının mümkünliyünü bəzi tanınmış geoloqlar inkar edirdilər.

Azərbaycan neftlərinin tədqiqinin növbəti mərhələlərindən biri hasil olan neftlərin tərkib və xassələrinin quyuların dərinliyindən asılı olaraq öyrənilməsi olmuşdur. Məsələn, F.İ Səmədovanın "Azərbaycan neftləri və onların komponent tərkibi" monoqrafiyasında xarakterik Azərbaycan neftlərinin tərkibinə aid əvvəldən məlum olan və yeni məlumatlar qismən toplanmış, sistemləşdirilmiş və yataq və quyunun dərinliyindən asılı olaraq neftlərin tərkibinin və xassələrinin dəyişməsi qanunauyğunluqları və s. müzakirə edilmişdir [133]. Tədqiqatlar nəticəsində neft məhsullarının keyfiyyəti, o cümlədən, Azərbaycanın parafinli neftlərindən alınan yanacaq və yağ məhsullarının arasındakı oxşarlıq və onların birgə emal edilməsinin məqsədəuyğunluğu müəyyən edilmişdir. Quruda və dənizdə çıxarılan azparafinli neftlər – Günəşli, Balaxanı və Ramana yataqları neftləri arasında oxşarlıq müəyyən edilmişdir. Müasir dövrdə qalıqsız neft emalı problemi və neftin maksimal istifadə edilməsi nöqtəyi – nəzərinə onun yüksək temperaturda qaynayan heteroatomlu birləşmələrinin öyrənilməsi də böyük maraq doğurur. Azərbaycan nativ neftləri və onların dar fraksiyalarında heteroatomlu (azot, oksigen, kükürd tərkibli) birləşmələrin paylanması, həmçinin, neftlərin yüksəkmolekullu birləşmələrinin struktur-qrup tərkibi haqqındakı tədqiqatların ümumiləşdirilmiş nəticələri F.İ. Səmədovanın və M.F.Mir-Babayevin

əsrində öz əksini daha ətraflı tapmışdır [137].

Azərbaycanın həm quruda, həm də dənizdə çıxarılan neftləri keçmiş SSRİ-nin başqa region neftlərindən kükürdün miqdarının az və yağların potensial miqdarının yüksək olması ilə fərqlənir. Azərbaycanın köhnə yataq neftləri (Suraxanı seçmə, Balaxanı yağı və ağır, Buzovna və s.) tərkiblərində naften karbohidrogenlərinin, Şimali Qafqaz (Stavropol, Qroznı) neftləri isə tərkiblərində parafin karbohidrogenlərinin çox olması ilə xarakterizə olunurlar. Müəyyən edilib ki, bir qayda olaraq, parafinli neftlərdə naften turşularının miqdarı çox az olur. Başqırdistan və Tatarıstan neftləri çox kükürlüdür. Bu neftlərdən kükürdün miqdarına görə tələbata cavab verən məhsulun alınması üçün neftin emalı sxeminə kükürdsüzləşdirmə prosesini əlavə etmək lazım gəlir. Neftdə kükürdün, azotun, normal parafinlərin miqdarı az olduqca, ondan keyfiyyətli məhsul almaq üçün tələb olunan texnoloji emal sxemi daha sadə olur və buna uyğun olaraq kapital xərcləri də azalır [23, 58].

Azərbaycan neftlərinin tərkib və keyfiyyətinin kompleks öyrənilməsi, bir daha onların unikal xassəli olmasını təsdiq edir. Bu isə Azərbaycan neftlərindən parafin, yağ və yanacaq almaq məqsədilə onların yanacaq-yağ sxemi üzrə emal edilməsinin zəruriliyini göstərir [7, 16, 134].

Unikal Azərbaycan neftləri sırasında dünyada analoqu olmayan müalicəvi Naftalan neftini (MNN) qeyd etmək xüsusilə vacibdir. Bu neftdən müalicə məqsədi üçün istifadə edildiyindən onun fiziki-kimyəvi xassələrinin, kimyəvi tərkibinin tədqiqinə xüsusi diqqət yetirilmişdir [20, 28, 103].

Qeyd edək ki, Y.H.Məmmədəliyevə qədər belə hesab edirdilər ki, MNN-nin müalicəvi əhəmiyyəti onda olan su, qatran ilə əlaqədardır. Məhz bu səbəbdən də onun kimyasının tədqiqinə



olduqca az fikir verilirdi. Y.H.Məmmədəliyev MNN-nin suyunu, asfalten-qətran birləşmələrini, neft turşularını, aromatik karbohidrogenlərini ardıcıl olaraq ayırmış, təmizlənmiş hissəni təbabət sahəsində çalışan alimlərə təqdim etmişdir. Tədqiqatlar hər sonrakı mərhələdə alınan təmizlənmiş hissənin daha güclü müalicəvi təsirə malik olduğunu göstərirdi. Nəhayət aparılan tədqiqatların nəticəsində naftalan neftinin müalicəvi təsirinin onda olan qısa yan zəncirli çoxhəlqəli naftən karbohidrogenləri ilə bağlı olduğu aydın oldu. Bunu keçən əsrin 60-cı illərində paralel olaraq Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda professor H.H. Həşimovun [36] və Aşkarlar Kimyası İnstitutunda Y.H.Məmmədəliyevin tələbəsi akademik Ə.M.Quliyevin rəhbərliyi altında aparılan tədqiqatlar da təsdiq etdi [89-92]. Məsələn, H.H.Həşimov və həmkarlarının işində naftalan neftinin struktur-qrup tərkibi kütlə-spektrometri də daxil olmaqla müxtəlif metodlardan kompleks şəkildə istifadə edilməklə tədqiq edilmişdir. MNN-nin yüksək qaynama temperaturu fraksiyalarının (q.b.300, 300-350, 350-400, 400-450<sup>0</sup>C) izoparafin və NK-nin miqdarının təyin edilməsi məqsədi ilə bu fraksiyaların naftən-izoparafin hissəsi kütlə-spektral metodunun köməyi ilə tədqiq edilmiş və göstərilən hissənin əsasən naftən karbohidrogenlərindən (mono-, bi-, tri-, tetra-, penta- və heksatsiklik) ibarət olduğu müəyyənləşdirilmişdir. Aşkar edilmişdir ki, bu fraksiyaların naftən-parafin hissəsinin xarakterik xüsusiyyəti politsiklik naftən strukturların uyğun monotsiklik strukturlara nisbətən üstünlük təşkil etməsidir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, fraksiyaların qaynama temperaturu artdıqca naftən karbohidrogenlərinin miqdarı (80%) kəskin aşağı düşür, bu mono-, bi- və tritsiklik naftən karbohidrogenlərinin miqdarının azalması səbəbindən baş verir. Bu neftdə, həmçinin, fraksiyaların qaynama temperaturu böyüdükə aromatik karbohidrogenlərin miqdarının artdığı müəyyən edilmişdir

ki, bunların sırasında naftən-aromatik strukturlar üstünlük təşkil edir. İzomer quruluşlu parafin karbohidrogenləri cəmi 2.9% təşkil etdiyi halda, göstərilən neftdə düz zəncirə malik PK-lar yoxdur. MNN Qərbi Sibirin Rus yatağı nefti ilə müqayisə edildikdə fiziki-kimyəvi göstəricilərinə və karbohidrogen tərkibinə görə sonuncunun q.b. 450<sup>0</sup>C fraksiyasının MNN yaxın olduğu aşkar edilmişdir.

MNN-nin fiziki-kimyəvi və spektral xassələrinin öyrənilməsi sahəsində Az.MEA-nın Neft-Kimya Prosesləri İnstitutunda akademik V.M. Abbasov və onun əməkdaşları tərəfindən aparılan tədqiqatlar xüsusi diqqətə layiqdir [10, 20-22].

[10] işində müxtəlif quyulardan götürülmüş naftalan nefti nümunələri müqayisəli tədqiq olunmuş, əmtəəlik müalicəvi neftə pasport hazırlanmışdır. Tərkibindəki suyun miqdarına görə neftlər iki qrupa ayrılmışdır: az sulu (0.15-2.4%) və çox sulu (12.5-31.0%) neftlər. UB-spektroskopiyanın köməyi ilə analiz edilən fraksiyalarda (200 -450 və 400-450<sup>0</sup>C ) PAK-ın tərkibi müəyyən edilmiş və miqdarı hesablanmışdır. 397-10 və 410-422<sup>0</sup>C fraksiyalarının funksid xassələrə malik olması müəyyən edilmiş və onların Candida göbələklərini məhv etməsi aşkar edilmişdir. Fərdi çoxhəlqəli naftənlərlə Naftalan neftinin bəzi fraksiyaları arasında daha güclü funksid xassəyə malik olan kompozisiyalar hazırlanmışdır. MNN-nin fraksiyalarını zəhərli komponentlərdən təmizləmək üçün müxtəlif təmizlənmə üsulları (hidrogenləşmə, hidrotəmizləmə, qarışqa turşusu və aminlər əsasında ion mayeləri ilə təmizləmə və s.) tətbiq edilmişdir. Məsələn, ion mayeləri ilə təmizlənmə zamanı AK-ın miqdarını 18.5 %-dən 2.0-2.8%-ə endirmək mümkün olmuşdur.

Aparılan tədqiqatlardan aydın oldu ki, müalicəvi neftdən ayrılan naftən karbohidrogenləri bir sıra xəstəliklərin, o cümlədən, burun-boğaz, qadın xəstəliklərinin, mədə-bağırsaq xoralarının, ostixondrozun, revmatizmin, yanıqların, dəri xəstəliklərinin



müalicəsində əvəzsiz məlhəmdir [1]. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, akademik V.M.Abbasovun rəhbərliyi altında yalnız müalicəvi komponentlərdən ibarət olan Naftalan yağının alınmasının müasir texnologiyası işlənib-hazırlanmış və bu yağ Azərbaycan və Ukrayna Səhiyyə Nazirlikləri tərəfindən qeydiyyatdan keçərək bir çox xəstəliklərin müalicəsində tətbiq olunmuş və hal-hazırda olunmaqdadır.

[11] dissertasiya işində Suraxanı yatağı neftlərinin fraksiya tərkibi öyrənilmiş və onların bir-birindən kəskin fərqləndiyi müəyyən edilmişdir. Belə ki, 816, 7263, 75348 nömrəli quyuların neftlərinin 90%-i, uyğun olaraq, 205, 215, 220°C-ə qədər qovulduğu halda, 1356, 7578, 1248, 1085, 7574 nömrəli quyuların neftləri 285, 300, 285, 285, 290°C-yə qədər qovulur.

Suraxanı yatağı neftlərinin fraksiyalarının PMR spektrləri çəkilmiş və müqayisəli tədqiq olunaraq, müəyyən edilmişdir ki, fraksiyaların aromatikliyi quyuların aşağıdakı ardıcılığı üzrə artır: 816 → 75348 → 7578 quyu sırası üzrə artır, naftin strukturlarının miqdarı isə azalır.

Xromato-kütlə spektroskopiyası üsulu ilə Suraxanı neftinin (816-cı quyu) karbohidrogen tərkibi tədqiq edilərək, onun tərkibində relikt karbohidrogenlərin birinci nümayəndəsi 1,1,3-trimetilsikloheksan və onun homoloqları olan 1,1,2,3-tetrametilsikloheksan və metil izopropilsikloheksan aşkar edilmişdir ki, bu da karotinoid tip strukturlu ali karbohidrogenlər sisteminin destruksiyasının məhsuludur.

Qarışıq sənaye, Suraxanı və müalicəvi Naftalan neftlərinin tərkibi öyrənilərək, müəyyən edilmişdir ki, kükürdün miqdarı, turşu ədədi, sıxlıq və qaynama başlanğıcları bu neftləri fərqləndirmək üçün əsas göstərici kimi götürülə bilər. Adları qeyd olunan ardıcılıqla bu

neftlərdə uyğun olaraq kükürdün miqdarı 0.22-0.26; 0.049-0.09 və 0.31-0.4%, turşu ədədləri 0.87-1.04; 2.16-2.35 və 3.7-5.4 mEq KOH/q, sıxlıqları 866.7-869.4; 781.5-799.2 və 929.0-981.0 kq/m<sup>3</sup> intervalındadır. Suraxanı müalicəvi nefti yüngül, qarışıq sənaye neftləri orta ağır, Naftalan müalicəvi nefti ağır neftlərdir. MNN-nin digər iki neftə nəzərən başlanğıc qaynama temperaturu kəskin fərqlənərək, 210-264°C intervalındadır.

İstitutumuzda akademik M.İ.Rüstəmov və S.Ə. Sultanovun rəhbərliyi altında Bakı NEZ-da istehsal olunan distillatların hidrotəmizlənməsi ilə yüksək termiki stabilliyə malik A-I tipli yanacağın alınma texnologiyası işlənib hazırlanmışdır [14].

M.Ə.Mərdanov, Q.Q.Vəliyev, S.Ə.Sultanov, V.M.Abbasovun rəhbərliyi altında və C.C.Musayevin, H.X.Məhərrəmovun apardıqları çoxillik sintez və tədqiqatların nəticəsində səsdən iti sürətlə uçan təyyarələr üçün sintetik NK-ın əsasında yeni növ aviasiya yanacaqları alındı. Bu alimlərin rəhbərliyi altında aviasiya yanacaqları üçün aşqarların alınması sahəsində də geniş tədqiqatlar aparıldı. İlk dəfə olaraq Bakı neftlərinin əsasında termiki davamlı T-5, T-6, T-8V, RT yanacaqları alındı [6].

Azərbaycan neftləri zəngin tərkibə malik olduğundan (naften-parafin əsaslı, azparafinli, parafinli və yüksəkparafinli, aromatik karbohidrogenlər və s.) onların səmərəli, məqsədyönlü şəkildə istifadə edilməsi üçün tədqiqatların genişləndirilməsi və bu neftlərin yeni xarakteristikalarının öyrənilməsi tələb olunurdu.

Azərbaycan neftləri əsasən naften əsaslıdır, normal parafinlərlə zəngin deyillər. Azparafinli, qatranlı neftlərin distillat hissəsində (150-450<sup>0</sup>) normal quruluşlu PK-lar çox azdır (3.3%küt.-ə kimi) və ya yox dərəcəsindədir, parafinli neftlərdə isə 2.4-9.5% küt.-yə kimidir. İzoalkanların qatılığı neftlərdə 2.9-19.7 % küt. arasında dəyişir [140].

Naftin karbohidrogebləri 2-3 dəfə alkanlardan çoxdur. Həlqələrin sayına gəlinə əsasən mono-, bi-, tritsiklik aromatik karbohidrogenlər çoxluq təşkil edirlər. Dəriniyi 2400 m-ə qədər olan azparafinli, qatranlı neftlər (150-450°C fraksiyaları) naftin karbohidrogenləri ilə daha zəngindir. Bu karbohidrogenlər Darvin küpəsi, Naftalan, Balaxanı yağlı, Balaxanı ağır neftlərinin tərkibində 33-39% küt. təşkil edir. Xara-Zira, Çıraq, Muradxanlı neftləri tərkibində normal quruluşlu alkanların (C<sub>22</sub>-yə qədər) ən çox (5-7%) olması digər parafinli neftlərdən fərqlənir [132].

Qeyd etmək lazımdır ki, neftlərin 150-350°C fraksiyalarında təksaylı karbon atomuna malik normal quruluşlu alkanlar eütsaylı karbon atomlu alkanlarla eyni miqdardadır [15].

Aromatik karbohidrogenlər xam neftin fiziki-kimyəvi xassələrinə və neft məhsullarının istismar xüsusiyyətlərinə təsir edir. Cavan kaynazoy neftləri AK-la zəngindir. Azərbaycanın müxtəlif növ neftlərində AK-in təkibi və paylanması tədqiq edilmişdir. 50°C fraksiyaların və həmçinin, 450°C-dən yuxarı ayrılmış aromatik karbohidrogenlərin struktur qrup tərkibi kütlə- və PMR-spektroskopiyası üsulları ilə araşdırılıb. Spektral analiz nəticələri göstərir ki, Azərbaycan neftlərinin 150°C-450°C qaynayan fraksiyalarında, əsasən, benzol və naftalin törəmələri mövəuddür, azparafinli dəniz yatağının neftinin tərkibində bitsiklik arenlər monotsiklik arenlərdən 2 dəfə çoxdur. Neftlərin distillə fraksiyalarında AK-in təsnifatı: benzollar- 54%, naftalinlər- 37%, politsikliklər- 8.5%, fenantren- 4%, naftinfenantren törəmələri- 3%, xrezinlər- 0.5%, pirenlər 1% -dir. 450°C yuxarı qalıqlarda arenlərin 1-3, nadir halda 4 aromatik həlqədən və naftin həlqələrindən ibarət olduğu müəyyən edilmişdir. Alkil hissədə karbon atomlarının miqdarı 2.9-3.1 arasında dəyişir.

Neft Daşları və Darvin Küpəsi neft yataqları neftlərinin 350-

400°C fraksiyasının tədqiqi onun aromatik karbohidrogenlərinin mavi və göy rəngli işıq, bu neftlərin >450°C qalığında ayrılmış AK-in isə intensiv sarı rəngli işıq verdiyi müəyyən edilmişdir. Qatran və onun fraksiyaları isə ağ, göy, narıncı-qırmızı rəngli lüminessensiya işığına malikdirlər [136].

Digər işdə [130] ağır piroliz qatranından alınan kristallik NL-nin foto- və termolüminessensiyası tədqiq edilmiş, lüminoforların əsas komponent tərkibləri və onların arasındakı enerji mübadiləsi öyrənilmişdir. Bu işdə, həmçinin, təklif edilən termolüminessensiya mexanizmləri araşdırılmışdır.

Abşeron nefti və onun 50°C fraksiyalarının və >500°C qalıqın molekulyar, struktur-qrup tərkibi, paramaqnit xassələri İQ-, UB-, EPR- spektroskopiya və lüminessensiya metodları ilə öyrənilmişdir, PAK-ın perspektiv tətbiq sahələri müzakirə olunmuşdur. EPR-spektroskopiya metodu ilə aparılan tədqiqatların nəticələri kerosin və dizel fraksiyalarının tərkibində metalkomplekslərin olduğunu göstərmişdir, bu neft fraksiyalarının tərkibində asfalten radikallarının, dəmir kimi metalların olduğu ehtimal olunur [108, 138, 139, 150, 151].

Bulla-dəniz kondensatının mikroelement tərkibinin tədqiqinin nəticələri təqdim edilmişdir. Bu kondensatdakı elementlərin ümumi tərkibi 37.653 ppm, ondan 10.513 ppm Si və As olan qeyri metallardır. "Şahdəniz" kondensatı ilə müqayisədə Bulla-dəniz kondensatı qələvi metal Na, tərkibində Hg, Cd elementləri, V və As azot qrupunun elementləri ilə fərqlənir. Əsas metallar Na, Fe, Ni, V, Pb olur. Vulkanın əmsalı - Bulla-dəniz kondensatının nisbəti 0.86. yaş korrelyasiyası əmsalı - Fe nisbəti 1.42 təşkil edir [59].

[99] tədqiqat işində Azərbaycanın Azəri və Çıraq dəniz yataqlarından hasil edilən neftlərin və onların yüksək temperaturda >350°C qaynayan fraksiyalarının tədqiqindən alınan nəticələr



verilmişdir. Neftlər və onların qalıq fraksiyalarının struktur-qrup tərkibləri termiki proseslər DSK, DTA, TQA, İQ- spektroskopiya, xromatoqrafiya üsulları ilə təyin edilmişdir. Tədqiq olunan neftlərdə benzin, kerosin, qazoyl fraksiyalarının, parafin yüngül, orta, ağır yağ fraksiyalarının, qatran və asfaltenlərin və karben-karboidlərin kütlə faizi təyin edilib. DTA ayrılmasına əsasən neft fraksiyalarının buxarlanma və oksidləşmə həddi, DSK ayrılmasına görə qalıq fraksiyaların ərimə temperaturları, ərimə entalpiyası və kristallaşma dərəcəsi müəyyən edilmişdir. Nümunələri xromatoqrafik üsulla analiz etməklə C<sub>6</sub>-C<sub>40</sub> karbohidrogenlərin paylanması öyrənilmişdir. Göstərilmişdir ki, Azəri neftində C<sub>10</sub>-C<sub>21</sub>, Çıraq neftində isə C<sub>7</sub>-C<sub>19</sub> karbohidrogenləri çoxluq təşkil edir.

Tədqiq edilən nümunədə İQ spektroskopiya üsulu ilə aromatik, naften, parafin karbohidrogenlərinin bir-birinə olan nisbətlərinin şərti göstəriciləri- spektral əmsallar hesablanmışdır. Alınan nəticələr əsasında öyrənilən neftlərin metan tipinə aid olması aşkar edilmişdir.

Beləliklə, müasir fiziki üsullarla kompleks yanaşma nəticəsində tədqiqatların aparılması neft və neft məhsullarının komponent tərkibinin ilkin öyrənilməsinin mümkünlüyü müəyyən olunmuşdur.

Azəri neftinin karbohidrogen tərkibi tədqiq edilib və nəticələr təhlil olunub. Bu məqsədlə neftin 50°C fraksiyaları və neft qalıq (>400°C) maye absorpsiyalı xromatoqrafiyanın köməyiylə doymuş (naftenparafin) və aromatik karbohidrogenlərinə ayrılmışdır. Distillə fraksiyalarında doymuş karbohidrogenlər temperatur artıqca azalır, uyğun olaraq aromatik karbohidrogenlər artır və 8.7:1.1 nisbətində olur. 150-200 və 200-250°C fraksiyaların doymuş hissəsində n-parafin karbohidrogenlərin çıxımı 10 və 11% təşkil edir. Normal parfinlərin individual tərkibi qaz maye xromatoqrafiyasının köməyiylə

öyrənilib və karbon atomlarının C<sub>15</sub> qədər olduğu müəyyən edilib, bu fraksiyalarda undekan, dodekan və tridekan üstünlük təşkil edir. 50°C fraksiyaların aromatik struktur-qrup tərkibi İQ- və UB-spektroskopiya üsulları ilə tədqiq edilib. Analizin nəticələrinə əsasən, bu fraksiyaların tərkibində aromatik karbohidrogenlərin mono, 1,2-, 1,3-di, 1,2,3-, 1,2,4,- triəvəzölunmuş və hibrid formalarda olduğu aşkarlanıb. Aşağı temperaturdan yüksək qaynama temperaturuna keçdikdə alkilbenzollar azalır, alkilnaftalinlər isə artır. Alkilbenzol karbohidrogenləri, əsasən, yüngül fraksiyalarda (150-200°C) daha çoxdur, yağlı fraksiyalarda (>350°C) bi-, tri- və çox həlqəli aromatik karbohidrogenlərin qatılığı artır [16].

#### **1.4. Neft və neft məhsullarında fotokimyəvi proseslərin öyrənilməsi sahəsində aparılan elmi tədqiqatlar**

Üzvi birləşmələr, o cümlədən, neft və neft məhsulları havada, suda və torpaqda biotik və abiotik faktorların təsirinə məruz qalır ki, bu zaman kimyəvi çevrilmə prosesləri gedir. Neftin tərkibi və xassələri ona təsir edən şüa enerjisindən asılı olaraq dəyişə bilər. Məsələn, işığın təsiri ilə həm onun daxilində, həm də tərkibindəki kimyəvi birləşmələrin arasında istənilən tip reaksiya gedə bilər.

Maddənin dinamik halından, elektron və ya valentindən asılı olaraq bəzi kimyəvi maddələr özlərindən işıq şüaları buraxır. Müəyyən şəraitlərdə bu birləşmələr özlərini fotokimyəvi reagentlər kimi aparır. Belə maddələrin bir qismi kimyəvi cəhətdən identifikasiya olunmuşdur. Uyğun birləşmələrdə gedən fotokimyəvi proseslərin kinetikasi isə az öyrənilmişdir [84, 109].

Hal-hazırda elm və texnikanın müxtəlif sahələrində verilmiş funksional xassəli molekulyar sistemlərin yaradılmasının vacib olması meydana çıxır, bunun əsasını molekulun müxtəlif elektron



həyəcənlanması haqqında biliklər təşkil edir. Son zamanlar dünya elmi sahəsində, interkombinasiyalı konversiya prosesi ultrabənövşəyi şüanın təsiri altında DNK-nın zədələnməsindən başlayaraq elektron nanoqurğularının iş fəaliyyətinin dəyişməsinə kimi olan müxtəlif mexanizmlərin əsasında durur. Bu proses zamanı molekulun elektron spin halının dəyişməsi baş verir ki, bu spin texnologiyasının əsasını təşkil edir.

Digər tərəfdən məlumdur ki, heyvan və insanlarda müxtəlif xəstəliklərin (bədəxassəli şiş, rak və s.) yaranmasına səbəb olan PAK birləşmələri vulkan püskürməsi nəticəsində yanma prosesində, maşınların işlənməsi zamanı əmələ gəlir, neft və neft məhsullarının tərkibinə daxildir [175, 176]. Bu birləşmələr geniş spektral diapazonda (>300nm) günəş şüalarını udaraq asanlıqla həyəcənlanır, oksigen və digər aralıq molekullarla reaksiyaya girərək hüceyrələrin membranını, nuklein turşusunu, zülalların divarını zədələyir. Bu baxımdan da, neft və neft məhsullarında fotoşüaların təsiri altında gedən çevrilmə proseslərinin, onların mexanizmlərinin öyrənilməsi olduqca lazımi bir problemdir.

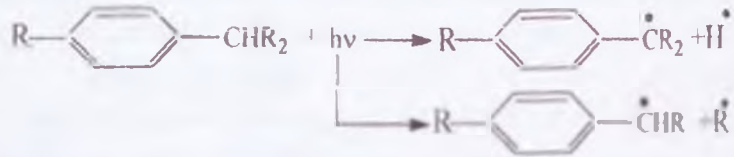
Karbohidrogenlərə maqnit sahəsinin, yüksək tezlikli şüaların, radioaktiv mənbələrin, həmçinin, günəş şüalarının müsbət təsiri məlumdur və o uzun müddətdir ki, dünya alimləri tərəfindən öyrənilir. Göstərilən faktorların təsiri altında yüksək otkanlı yanacaqlar və başqa maddələr alınır [34, 162].

Neft və neft məhsullarının oksidləşməsi prosesi nəticəsində onun tərkibində bir sıra qeyri-stabil birləşmələr (oksidlər, spirtlər, aldehidlər, ketonlar, turşular), stabil mürəkkəb efirlər yarana bilər. Bu zaman neftdə molekullararası rabitə zəifləyir ki, bunun nəticəsində çoxkomponentli karbohidrogen sistemi olan neft və neft məhsullarının fiziki-kimyəvi xarakteristikaları dəyişir. Kondensasiya prosesi qatran-asfalten strukturların və uyğun olaraq, çöküntünün

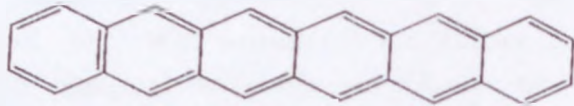
əmələ gəlməsinə səbəb olur. Ümumiyyətlə, oksidləşmə şəraitində neftin tərkibinin dəyişməsi çoxpilləlidir, dinamik prosesdir və onun xarakterik əlaməti neftin tərkibində ayrı-ayrı komponentlərin çevrilmə sürətlərinin müxtəlif olmasıdır. Lakin neft və neft məhsullarında aktiv aralıq hissəciklərin— ion (anion- və kation radikallar, karbanionlar və karbkationlar və s.), elektron (termal, tam həyəcənlanmamış, solvatasıya olunmuş və s.), sərbəst radikallar və həyəcənlanmış molekulların iştirakı ilə son məhsulların əmələ gəlməsinə səbəb olan fotokimyəvi çevrilmələrin mexanizmlərinin öyrənilməsi olduqca çətin bir prosesdir, bu diqqətlə dəqiq eksperimentlərin yerinə yetirilməsini və alınan nəticələrin əsaslandırılmış şəkildə araşdırılmasını tələb edir. Fotoliz prosesi, həm də, onunla mürəkkəbləşir ki, əmələ gələn bəzi ilk stabil məhsullar ilkin molekullara nisbətən aktiv aralıq hissəciklərə qarşı yüksək reaksiya qabiliyyətlidir və onlarla reaksiyaya girərək yeni birləşmələrin yaranmasına səbəb olur. Fotokimyəvi reaksiyalar zamanı əmələ gələn məhsulların tərkibi düşən şüadan, neft və neft məhsullarının tərkibindən və onların aqreqat hallarından asılıdır. Lakin qeyd etmək lazımdır ki, neftin tərkibində oksidləşmə prosesinin nəticəsində əmələ gələn birləşmələrin əksəriyyəti zəhərli olub, ekoloji baxımdan təhlükəlidir [183, 189].

AK-ın fotoparçalanması birinci udma zolağında çox az kvant effekti (0.1-0.0001) ilə baş verir. Bu da AK-ın maye fazada üç növ fotoparçalanmasının baş verdiyini göstərir, belə ki, birləşmələrin aromatik həlqəsinə birləşmiş alkil qruplarında işığın ilkin udma sahəsində C-H və C-C əlaqələrinin qırılması ilə benzil tipli radikal yarana bilər [126 səh. 370-373]. Fotooksidləşmənin nəticəsində CS<sub>2</sub> həlledicisində 9.10- difenilantrasen tərəfindən udulan işıq şüasının karbohidrogendə biradikalın yaranmasına səbəb olduğu göstərilmişdir. Biradikalın stabilləşməsi onun cütləşməmiş

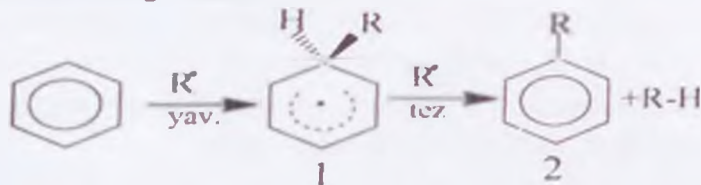
elektronlarının delokalallaşmasına və qismən aromatik vəziyyətin tam aromatik hala çevrilməsinə əsaslanır. Sonra bu biradikallar özlərinə oksigen molekulunu birləşdirib peroksid əmələ gətirir:



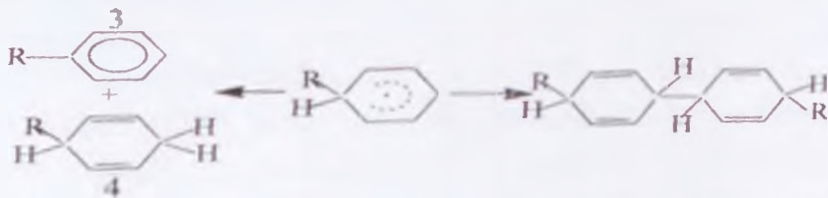
Fotooksidləşmə prosesi düzxətli politsiklik  $\Delta K$ -ın benzol həlqələrinin sayı artıqca, yəni aromatiklik dərəcəsinin azalması ilə artır. Buna misal olaraq, heksaseni (tünd yaşıl rəngli olur) göstərmək olar ki, hətta havada günəş şüasının təsirindən oksidləşir:



Aromatik molekullar radikalının, həmçinin, elektrofil və nukleofillərin təsirinə məruz qala bilər. Homolitik aromatik əvəzlənmə birləşmə, ayrılma mexanizmi üzrə baş verir (polyar hissəciklərdə olduğu kimi):

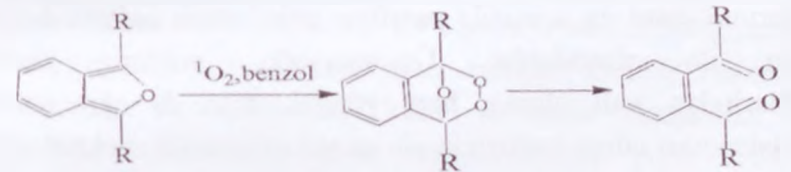


Aralıq radikal (1) (hidrogen atomu ayrıldıqdan sonra), nəinki, çevrilərək yalnız birləşmə (2) əmələ gətirir, həmçinin də dimerləşir (3) və disproporisionlaşaraq (2 və 4) birləşmələrini əmələ gətirir:

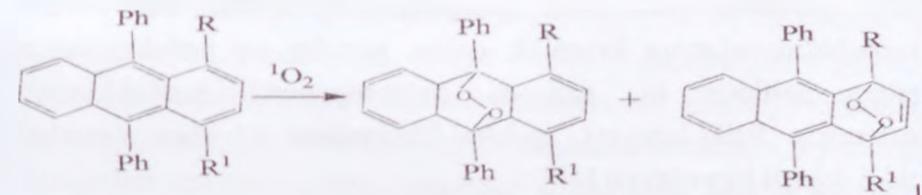


Sadəlik üçün yuxarıda para vəziyyətində əvəzlənmə prosesinin məhsulu göstərilib, orto vəziyyətdə əvəzlənmə zamanı birləşmənin o-dihidroizomeri, həmçinin, o,o və o,p hallarda məhsullar əmələ gələ bilər. Beləliklə, aromatik birləşmələrin arilləşmə prosesində mürrəkkəb məhsulların qarışığı əmələ gəlir.

Əgər konyuqasiya enerjisində azalma molekulyar oksigenin parçalanması üçün energetik cəhətdən kifayət edərsə, onda sinqlet oksigenin asənə birləşməsi dönmə olacaq [42, 166]. Sinqlet halda oksigen, nəinki, karbotsiklik dienlərə, həm də heterotsiklik birləşmələrə: furan, tiopen, pirol, 1,3-azol kimi birləşmələrə birləşir. Övvəlcə tez parçalanan tsiklik peroksidlər əmələ gəlir:



1,3- dienlərin reaksiya qabiliyyəti 1 və 4 vəziyyətindəki elektron sıxlığından aslıdır və ona elektrodonor və elektroakseptor əvəzedicilər təsir edir. Antrasendə, hətta, əvəzedicinin təsiri ilə sinqlet oksigenin birləşməsi dəyişə bilər:



Onu da qeyd etmək lazımdır ki, bir çox hallarda fotokimyəvi proseslər seçici xarakter daşıyır. Bunun səbəbi şüalanma enerjisinin udulmasının kimyəvi reaksiyalar zamanı istilik udulmasından fərqli olaraq kvant xarakterli və birləşmənin fotohəyəcənlanmış halının müəyyən quruluşa malik olmasıdır.



Müəyyən edilmişdir ki, yüksəkmolekullu birləşmələrin (YMB) sərbəst radikalları neft sistemində baş verən fotokimyəvi və fotofiziki proseslərin xarakterini təyin edir. Bu proseslər çox zaman radikal-zəncirvari mexanizm üzrə baş verir və bu hallarda fotokimyəvi reaksiyaların kvant çıxımı vahiddən kifayət qədər böyük olur. Aşkar edilmişdir ki, ağır neft fraksiyalarında sərbəst radikalları mövcudluğu, həmçinin, fotoşüalanmadan sonra onların həyəcanlanmış halının yaranması nəticəsində udma spektrinin uzundalğalı spektral sahəyə doğru sürüşməsi günəş enerjisindən daha effektiv şəkildə istifadə edilməsi imkanlarını yaradır. Ağır neftlərin spektrlərinin belə sürüşməsi həm yüksəkmolekullu komponentlərin miqdarının, həm də, xüsusilə parafinin miqdarının onlarla dəfə çox olması ilə əlaqədardır. Ümumiyyətlə, neftlərin fraksiya tərkiblərindən asılı olaraq, həm yüngül, həm də ağır neftlərin fotoşüalanması udma spektrinin az- və yüksəkenerjili spektral sahəyə doğru sürüşməsinə səbəb ola bilər [129].

Elektromaqnit şüalarının karbohidrogenlərə təsirinin nəticəsində onlarda şüanın təsir gücündən asılı olaraq müxtəlif fotoliz və radioliz prosesləri gedir ki, bunun nəticəsində mürəkkəb üzvi maddələr daha bəsit birləşmələrə çevrilirlər. Ali parafin karbohidrogenlərinin kristallik qəfəsi pozulur və molekullarası rabitə zəifləyir ki, nəticədə çoxkomponentli karbohidrogen sisteminin fiziki-kimyəvi, spektral-lüminessent və digər xassələri ciddi dəyişikliyə uğrayır [49].

UB-şüanın neft və neft məhsullarına təsiri nəticəsində oksigen və ya hava mühitində şüalandırılmış nümunələrdə fotoliz məhsulları maye həcmdən dekantasiya və ya filtrləmə yolu ilə ayrılır (həllədiçi kimi aşağıqaynamatemperturlu PK-dan istifadə edilir). Ayrılan məhsul incədispersiyalı, rəngi şüalandırılan nümunəni rəngindən asılı olaraq ağdan qaraya kimi dəyişən tozdur. O molekulların kütləsi > 900

olub, nisbətən aşağı ərimə temperaturuna (120-175<sup>0</sup>C) malikdir. Fotoliz maddəsində şüalandırılan nümunənin bütün fotoelementləri cəmlənib ki, bu neft və neft məhsullarından fotokimyəvi üsulla mikroelementlərin ayrılmasının əsasını təşkil edir.

Neft yağlarında atmosfer faktorlarının – günəşin UB-şüalarının, havanın oksigeninin, nəmin və s. təsiri altında fotooksidləşmə prosesi gedir. Göstərilmişdir ki, bu yağlarda kifayət qədər inhibitorlar olduğundan, fotooksidləşmənin ilkin mərhələsində onlarda praktiki olaraq, oksidləşmə prosesinin radikal-zəncirvari yolla getməsi mümkün deyil. Aşkar edilmişdir ki, neft yağlarında fotooksidləşmə prosesinin ilkin mərhələsi oksigen molekulunun və fotosensibilizatorların iştirakı ilə gedir. Neftlərdəki, aromatik karbohidrogenlərə fotoşüalərlə təsir etdikdə, əsasən flürosensiya, dimerləşmə, fotooksidləşmə kimi proseslər müşahidə edilir. Azqatılıqlı məhlullarda adətən flürosensiyanın çıxımı çox olur. Antrasen və onun törəmələri qatılıqları çox olduqda dimerləşə bilər. Ümumiyyətlə, asen tipli karbohidrogenlərin fotooksidləşməsi üçün sensibilizatorlar tələb olunmur, belə ki, asenlərin özləri sensibilləşmə qabiliyyətinə malikdirlər [106, 123, 124, 154].

Neft və neft qalıqlarında fotokimyəvi çevrilmələr öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, ağır neft qalıqlarının (ANQ) fotoparçalanması zamanı karbohidrogenlərin adi krekinq məhsulları ilə yanaşı, hidrogen və kifayət qədər miqdarda butadien-1,3 pentenin izomerləri və butenin bütün izomerləri əmələ gəlir. Neft və ANQ-nin fotokimyəvi parçalanması radikal-zəncirvari mexanizm üzrə gedir ki, burada həyəcanlanmış atom və molekulların iştirakı vacibdir. Neft və neft məhsullarında üzvi birləşmələrin çevrilmə reaksiyalarının son mərhələsi hidrogen atomunun, sərbəst radikalların, biradikalların və karbenlərin əmələ gəlməsi ilə elektron-həyəcanlanmış molekulların (alkanların, alitsiklik və aromatik birləşmələrin) parçalanmasıdır.

Sonradan parşalanma məhsulları xarakterik rekombinasiya, izomerləşmə, birləşmə və s. reaksiyalarında iştirak edir [35].

Müəyyən edilmişdir ki, yüngül ərəb nefti qarışığının malten fraksiyasının qatranı onun asfalteninə nisbətən daha az fotooksidləşməyə məruz qalır. Fotooksidləşmə dərəcəsi karbonil və karboksil qruplarının əmələ gəlməsinə, sulfoksidin oksidləşərək sulfon qrupunu əmələ gətirməsinə və alkil zəncirinin və aromatik fraqmentlərin oksidləşməsinin nəticəsində xinoid strukturların yaranmasına görə təyin edilmişdir. Xam neftlər UB-şüa ilə şüalandırıldıqdan sonra şüanın neft sisteminin YMB-i tərəfindən effektiv udulduğu göstərilmişdir. Günəş şüalarının təsiri ilə Avar neftinin (bu neft əvvəlcə mikrobların təsiri ilə biodeqratasiyaya uğrayıb) fiziki-kimyəvi xassələrinin dəyişməsi tədqiq edilərək, onda yan alkil zəncirinə malik olan naftalin, flüoren, dibenzoltiofen və fenantrenlərin deqratasiyaya uğradıqları göstərilmişdir. Şüalanmanın təsirindən aromatik fraksiyaların miqdarı azalır, qatran və asfaltenlərin miqdarı isə artır. NMR <sup>13</sup>C –spektroskopiya metodu da fotoşüalanmış bioparçalanmış neft nümunələrində aromatkanın ilkin neftlərə nisbətən az olduğunu təsdiq edir. Desorbsiyalı-kütlə spektroskopiya analizinin nəticələrinə görə, günəş şüası neft komponentlərinin orta molekul kütləsini aşağı salır, oksidləşmiş məhsulların yaranmasına səbəb olur. Şüalanmanın dozası artdıqca oksigen tərkibli birləşmələrin miqdarı çoxalır. Bioparçalanmış neft şüalandırıldıqdan sonra mikroorqanizmlərin miqdarı şüalandırılmamış neftlə müqayisədə xeyli artır [176].

Neft və neft məhsullarında fotofiziki və fotokimyəvi proseslərin tədqiqinə keçən əsrin 70-ci illərindən prof. Ə.P.Mamedovun rəhbərliyi altında Az.MEA-nın Neft Kimya Prosesləri Institutunda “Neft lüminoforları və fotokimyə” (indiki “Spektroskopik analiz”) laboratoriyasında başlanılmış və hazırda da

davam etdirilir.

[4] işində neftin ikinci emal məhsulundan – katalitik krekinqin ağır qazoylundan (KKAQ) alınan neft lüminoforlarında fotoşüaların təsiri altında baş verən fotofiziki və fotokimyəvi proseslər tədqiq edilmiş, onların getmə mexanizmləri öyrənilmişdir. Geniş temperatur (-196–250<sup>0</sup>C) və dalğa uzunluğu (200-700 nm) intervalında aparılan tədqiqatlar zamanı müəyyən edilmişdir ki, polixromatik işıqla şüalandırılan NL-a düşən işıq kvantının enerjisinin ayrı-ayrı PAK-lar tərəfindən udulmasına baxmayaraq, qəbul edilən enerji “kaskad” şəklində aşağımolekullu PAK-dan yüksəkmolekullu PAK-a verilir və nəticədə biz sonuncu yüksəkmolekullu PAK-a xas olan rəngdə lüminessent işıqlanmanı müşahidə edirik. Digər tərəfdən, aşkar edilmişdir ki, NL-da fotokimyəvi proseslər iki mexanizm üzrə gedir: I- ion-radikal (-196–20<sup>0</sup>C) və II- molekulyar (> 20<sup>0</sup>C) mexanizmləri. I – halda UB- işığın neft lüminoforlarına -196<sup>0</sup>C-də təsirinin nəticəsində molekulyar oksigenin iştirakı ilə qızdırılma prosesində yaranan zərrəciklər ( H<sup>•</sup>, R<sup>•</sup>, HO<sub>2</sub><sup>•</sup>, RO<sub>2</sub><sup>•</sup>, PAK<sup>•</sup> və s.) maddənin qızdırılması davam etdikcə radikal-ion rekombinasiya proseslərində iştirak edir və molekulyar məhsulları əmələ gətirir; II – halda əmələ gələn birləşmələr (tetraoksidlər, endoperoksidlər və s. ) qızdırılma prosesində molekulyar mexanizm üzrə parçalanmaya məruz qalırlar [61, 95].

Göstərilən işdə, həmçinin, “NL+sorbent” və “NL+üzvi lüminofor” sistemlərində baş verən fotokimyəvi proseslər öyrənilmişdir. “NL+sorbent” sistemində fotokimyəvi çevrilmələrin sorbentin xüsusi səthindən, onun tərkibindən və təbiətindən asılı olması müəyyən edilmişdir “NL+ üzvi lüminofor” sistemində NL-in hər üç komponenti – PAK, naften-parafin karbohidrogenləri (NPK) və olefin karbohidrogenləri (OK) iştirak edir. Digər tərəfdən, NPK və



OK-ın. o cümlədən də, spirt və parafinlərin, parçalanmasında PAK fotosensibilizator rolunu oynayır.

[127] işində KKAQ və ağır piroliz qatranı (APQ) əsasında alınan neft lüminoforlarının, həmçinin, ağır neft fraksiyalarının oksidləşməsinin onun fiziki-kimyəvi və spektral-lüminessent xassələrinə təsiri öyrənilmiş və fotokimyəvi çevrilmələrin mexanizmləri araşdırılmışdır. NL-da bir- və ikikvantlı mexanizmlə gedən fotooksidləşmə çevrilmələrinin elementar mərhələləri öyrənilmiş və bu proseslərin mono- və bimolekulyar reaksiyalarla getdiyi müəyyən edilmişdir. Göstərilən dissertasiya işində, həmçinin, dönan və dönməyən fotooksidləşmə prosesində sinqlet və triplet oksigenin rolu araşdırılmış və bu prosesin həm zəncirvari, həm də molekulyar mexanizmlə baş verdiyi aşkar edilmişdir. NL, qatran və asfaltenlərin fotooksidləşməsinin kinetik qanunauyğunluqları tədqiq edilərək, onun iki- və üç mərhələli xarakteri aşkar edilmiş və fotoşüallarla qatran və asfaltenlərə təsir etdikdə onların antioksidləşdirici aktivliyinin 1.5–1.6 dəfə artdığı göstərilmişdir. Fotoşüalanmadan əvvəl və sonra qatran və asfaltenlərin üç mexanizmlə təsir edən fotostabilizatorlar olduğu aşkar edilmişdir. UB ekranlaşdırma, molekulların həyəcanlanmış halının enerjisinin akseptoru olması və fotokimyəvi reaksiyaların ləngidilməsi.

Ağır neft qalıqlarınının tədqiqi sahəsində yerinə yetirilən [128] işində alınan NL-nın foto- və radiotermolüminessensiyası və spektral-lüminessent xassələri araşdırılmış və bu lüminoforlarda fotoxrom çevrilmə aşkar edilərək, onun mexanizmi öyrənilmişdir. Bu fotoçevrilmə zamanı bəzi AK-ın dönan fotooksidləşmə prosesləri əsasında fotooksidlərə (PAK endoperoksidlərinə) çevrilməsi müəyyən edilmişdir ki, sonradan bu fotooksidlər termiki təsirin nəticəsində ilkin karbohidrogenə və oksigenə çevrilirlər. Tədqiq edilən NL-da nanohissəciklərin termolüminessensiyasının xarakterinə

təsiri öyrənilmişdir.

[107] işi ANQ-nın fotoşüalanması zamanı sərbəst radikalların sensibilləşmə yolu ilə generasiyası və məhvinə həsr edilib. İşdə Elektron Paramaqnit Rezonansı (EPR)-spektroskopiyası metodu ilə KKAQ və APQ-nin ( $> 400^{\circ}\text{C}$ ), azparafinli neftlərin qudronlarının və onların əsasında alınan komponentlərin paramaqnit xassələrinə fotoşüalanın təsiri öyrənilmiş, UB-şüalanın təsiri ilə radikalların generasiyası və məhvinin qanunauyğunluqları tədqiq edilmişdir. KKAQ və APQ-nın qatran və asfaltenlərində, həmçinin, qudronda PAK-ın fotosensibilləşmə prosesində rolu öyrənilmiş və bu prosesin mexanizmi verilmişdir. İşdə, həmçinin, bəzi Abşeron neftləri məhsullarına — mazut, qudron, bitumun paramaqnit xassələrinə UB-şüalanın təsiri tədqiq edilmişdir.

Az.MEA-nın NKPI və Radiasiya Problemləri İnstitutlarında birgə yerinə yetirilmiş dissertasiya işində neftlə çirkələnmiş torpaqlarda PAK-in radiasiya deqratasiya prosesi tədqiq edilmişdir [25]. İşin məqsədi neftlə çirkələnmiş torpaqlarda foto- və radiasiyanın təsiri altında PAK-da gedən çevrilmə proseslərinin mexanizminin və qanunauyğunluqlarınının tədqiq edilməsi olmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki,  $20-140^{\circ}\text{C}$  temperatur intervalında fototermokimyəvi lüminessensiya (FTKL) fotooksidlərlə əlaqədardır, belə ki, onlar sərbəst radikalların və oksigenin iştirakı ilə baş verən fotokimyəvi proses zamanı yaranır. Digər tərəfdən ki,  $190-300^{\circ}\text{C}$  temperatur intervalında kimyəvi lüminessensiyanın aktivləşməsi və aktivləşdiricinin PAK-lar olduğu aşkar edilmişdir. Eyni zamanda çirkli torpaqlardan ayrılmış neft komponentlərində, həmçinin, radioliz prosesləri tədqiq edilmiş və dozanın  $500 \text{ kQr}$  kimi qaldırıqda həmin komponentlərdə vinil və aromatik efirlərin, oksiefirlərin, karbon turşularının, spirtlərin dimerlərinin, spirt və karbonil birləşmələrinin əmələ gəlməsi spektroskopik və termiki

analizlərin köməyiylə təyin edilmişdir.

Nefli torpağın 615 nm dalğa uzunluqlu qırmızı monoxramatik işıqla şüalanması nəticəsində, orada olan oksidləşmiş karbohidrogenlər 8-35 dəfə artır. Onların tərkibində olan kataliz və dehidrogenaz fermentlərinin aktivliyi 1.5-2 dəfə artır ki, bu da torpağı neft karbohidrogenlərindən 2 dəfə çox təmizləyir [29].

Abşeron nefti və onun fraksiyaları, həmçinin, foto- və kimyəvi lüminessensiya metodları ilə tədqiq edilmiş, istilik və işıq kimyəvi lüminessensiyaya təsiri öyrənilmiş, fraksiyaların qaynama temperaturu artdıqca fotosüanın təsiri altında lüminessensiyanın effektivliyinin artması müəyyən edilmiş, çevrilmə proseslərinin mexanizmi verilmişdir [98].

Beləliklə, bu fəsildə hal-hazırda bütün Dünyada və o cümlədən, Azərbaycanda mövcud olan və müxtəlif neft yataqlarından hasil edilən neftlər və onların fraksiyalarının kimyəvi tərkibinin tədqiqi haqqında külli miqdarda araşdırmalar aparılmış, onlara tənqidi surətdə yanaşaraq bu tədqiqatların əsasən neft fraksiyaları və neftlərin ikinci emal məhsullarının fiziki-kimyəvi xassə və tərkiblərinin spektroskopiya üsulu ilə öyrənilməsinə həsr edildiyi müəyyənləşdirilmişdir. Bu səbəbdən xam neftlər və onların aromatik karbohidrogenlərinin struktur-qrup, kimyəvi tərkiblərinin və onlarda fotosüaların təsiri altında gedən çevrilmə proseslərinin, onların kinetikasının və mexanizmlərinin müasir, yüksəkəhəssaslıqlı UB-, İQ-, NMR-, EPR-, xromato-kütlə spektroskopiya və lüminessensiya metodlarının köməyiylə birgə kompleks şəkildə hərtərəfli öyrənilməsi və bu neftlərin neft-kimya, maşınqayırma, aviasiya və s. sənaye sahələrində və tibbdə tətbiqi istiqamətlərinin müəyyənləşdirilməsi aktual bir problem olub, günün əsas məsələlərindəndir.

## **FƏSİL II. Abşeron yarımadasının Suraxanı və Balaxanı yataqları neftlərinin fiziki-kimyəvi və spektral-lüminessent və termiki xassələri**

Müasir yüksəkəhəssaslıqlı spektroskopiya metod və metodikaları müxtəlif yataq neftlərinin strukturunu, struktur-qrup tərkibini, onlarda gedən foto- və radiasiya kimyəvi prosesləri, bu proseslərin mexanizmlərini təyin etməyə, parametrlər arasındakı kinetik qanunauyğunluqları dəqiqliklə öyrənməyə və müxtəlif fiziki-kimyəvi xarakteristikalarla (sıxlıq, özlülük, sındırma əmsalı və s.) birlikdə neftlərin tam xarakteristikasını öyrənməyə imkan verir [32, 44, 74, 83, 100].

Dissertasiya işində qarşıya qoyulan məqsədə çatmaq, yəni Suraxanı və Balaxanı yatağı neftlərinin fiziki-kimyəvi, spektral-lüminessent xassələrini, fotosüalanmanın təsiri altında bu neftlərdə baş verən fotokimyəvi çevrilmələri öyrənmək, onların mexanizmlərini vermək üçün biz müasir, yüksəkəhəssaslıqlı UB-, İQ-, NMR-, EPR-, xromato-kütlə spektroskopiya və lüminessensiya (FL, TKI.) metodlarından kompleks şəkildə istifadə edilmişdir.

Sadə birləşmələrin məsələn, individual birləşmələrin təyini zamanı aromatik birləşmələr və onların əvəzolunmuşları udma və lüminessensiya spektrlərindəki maksimumların yerinə, parametrlərin (ekstinksiya əmsalı, intensivlik və s.) qiymətlərinə və individual (etalon) birləşmələrin spektrləri və bu spektrlər əsasında alınan parametrlərlə müqayisə olunmaqla təyin edilir. UB- və İQ-spektral sahələrdə müxtəlif AK-lar öz udma spektrlərinin yerinə görə fərqlənmələrinə baxmayaraq, qarışıq maddə məhlullarında, o cümlədən də, neftlərdə (onun tərkibinə aromatik, alkilaromatik, hibrid strukturlar və s. daxildir) göstərilən məhlullarda individual birləşmələrin, o cümlədən də, AK-in təyin edilməsi tədqiqatların



dəqiq aparılması üçün xüsusi yanaşmanı tələb edir. Bu səbəbdən neftlərin aromatik tərkibini spektral və lüminessent metodlarla öyrənmək üçün tədqiq etdiyimiz xam Suraxanı və Balaxanı neftlərini maye adsorbsiyalı xromatoqrafiya metodu ilə şüasındırma əmsalları üzrə karbohidrogen tərkibinə ayırmış (adsorbsiya kolonkasının hündürlüyü 2.5m, daxili diametri 5.5 sm-dir). Adsorbent kimi ACK (ГОСТ 11858-85) markalı silikogeldən, həlledici kimi isə heksandan, benzol- heksan, 1:1 nisbətində spirt-benzol qarışığından istifadə edilir. Tədqiq edilən nümunələr sırasında ağır Balaxanı neftində asfaltin miqdarı 0.3%-dən çox olduğu üçün o ГОСТ 11858-66 üzrə asfaltendən təmizlənmişdir. Digər tədqiq edilən nümunələrdə asfaltin  $\leq 0.3\%$ -dir.

Neftin komponentlərə ayrılması zamanı onun tərkibi kifayət qədər sadələşdiyindən udma və lüminessensiya spektrləri daha informativ olur.

Məlumdur ki, neft aromatik, parafin və olefin karbohidrogenlərinin qarışığından ibarətdir [82, 116]. Neft karbohidrogenləri ilkin bioloji molekulların tərkibi və quruluşu haqqında lazımi məlumatları saxladığından onların strukturlarının öyrənilməsi bu birləşmələrdən səmərəli surətdə istifadə edilməsinin yollarını müəyyənləşdirir.

Digər tərəfdən AK neft xammalının və onlardan alınan neft məhsullarının istismar xassələrinə və keyfiyyət göstəricilərinə əhəmiyyətli dərəcədə pis təsir edir. Bu səbəbdən neftlərdə aromatik karbohidrogenlərin tərkibi və onların fraksiyalarda paylanması haqqında bilgilər neft emalının dərinliyinin artırılması və neft xammalından səmərəli istifadə etmək, habelə ekoloji problemlərin həllində və neft kəşfiyyatı geologiyasında mühüm əhəmiyyətə malikdir.

Neft və neft məhsullarının tərkibinin mürəkkəb olması bu

maddələrin elektron spektrlərinin də mürəkkəb olmasına səbəb olur. Neftin tərkibinə daxil olan birləşmələrin, xüsusilə də, PAK və onların əvəzedicilərinin udma zolaqları bir-birini örtüyündən, neftlərin tərkibini asanlıqla identifikasiya etmək və onların strukturunu tam aydınlaşdırmaq hər zaman mümkün olmur. Bu səbəbdən neftlərin tədqiqi üçün daha yüksək həssaslıqlı analiz metodlarının (UB-, İQ-, NMR-, xromato-kütlə, EPR-spektroskopiya, lüminessensiya, DSK və s.) sinxron olaraq tətbiq edilməsi lazım gəlir ki, bu da göstərilən problemi aradan qaldırmağa və uyğun olaraq onların kifayət qədər mürəkkəb olan tərkiblərini araşdırmağa imkan verir.

Neft və neft məhsullarının lüminessensiya xassələri əsasən onların tərkibinə daxil olan kondensə olunmuş PAK-la təyin edilir: PAK-ın lüminessensiyasının intensivliyi onlarla və hətta yüzlərlə dəfə digər komponentlərin lüminessensiyasının intensivliyindən yüksək olur. Bundan başqa, udma spektrləri ilə lüminessensiya arasında müəyyən asılılıq mövcuddur. PAK-ın udma spektrləri yaxın UB- və görünən spektral sahələrdə yerləşir, belə ki, onların elektron udma zolaqları  $\pi \rightarrow \pi^*$  və  $n \rightarrow \pi^*$ -elektron keçidləri ilə əlaqədardır. Udma spektrlərinə nisbətən lüminessensiya spektrləri həmişə daha uzundalğalı spektral sahəyə doğru sürüşmüş olur [31 səh. 21-33, 97].

Yuxarıda deyilənlərə əsaslanaraq, ilk dəfə olaraq, Suraxanı və Balaxanı xam neftlərinin AK-nın vəsfi və miqdarı tərkiblərinin tədqiqi yuxarıda göstərilən yüksək həssaslıqlı, müasir spektral metodlardan kompleks şəkildə birgə istifadə edilməklə aparılmışdır.

Xam neftlərin struktur –grup tərkibləri və quruluşları aşağıdakı müasir, yüksək həssaslıqlı spektral metodların köməyi ilə ətraflı öyrənilmişdir:

**UB-spektroskopiya metodu:** UB-metodunun əsasını, başqa optik spektroskopiya metodları kimi, maddə və hissəciklərin elektromaqnit şüalarını udması və ya buraxması təşkil edir. Bu

metodun optik spektral sahəsi üç hissəyə bölünür: vakuum (< 200 nm), yaxın UB- (200–400nm) və görünən (400–1100nm) spektral sahələr [165].

Suraxanı və Balaxanı xam neftlərinin aromatik karbohidrogenlərinin struktur-qrup tərkibini həm kəmiyyət, həm də keyfiyyət baxımından öyrənmək məqsədilə JENWAY firmasının istehsalı olan UV/Vis 6850 spektrofotometrindən istifadə etmişik. Bu yüksək həssaslıqlı, müasir ikişüalı spektrofotometrin işlək diapozonu 190–1100 nm-dir. Göstərilən cihaz ölçmələrin dəqiqliyini optimallaşdırmaq məqsədilə tədqiq edilən nümunə və etalon maddədə eyni zamanda ölçmələr aparmağa imkan verən yüksək dayanıqlı optik sistem və sayğaclarla təchiz olunmuşdur. Cihazın optiki buraxma qabiliyyəti 0.1 nm-dir, ölçmələr və optik spektrlərə aid bütün məlumatların identifikasiyası kompüter vasitəsilə həyata keçirilir. Həyəcanlanma mənbəyi kimi civə və közərmə (nakal) lampalarından istifadə edilir. Tədqiqatlar otaq temperaturunda yerinə yetirilir. PAK-ın miqdarı [5, 158] metodikalarla əsasən hesablanmışdır.

PAK-ın hər birinin ayrı-ayrılıqda miqdarlarının təyin edilməsi üçün əvvəlcə tədqiq edilən nümunə çəkisi 0,01 qramdan çox olmamaqla elektron tərəzidə çəkilir. Həllədicini kimi etalon maddələrdən- heksan, izooktan və s. istifadə olunur ki, bir tərəfdən bu həllədicilər tədqiqatların aparıldığı spektral sahələrdə işıq kvantlarını udub həyəcanlanmamalı, digər tərəfdən isə götürdüyümüz nümunə həmin həllədicidə tamamilə həll olmalıdır. Məhlul hazırlanarkən həllədicinin miqdarı neft və neft məhsullarının molekulyar çəkirlərindən asılı olaraq 5-20 q arasında dəyişir. Hazır məhlulda maddənin kütlə payı və molyar qatılıqları aşağıdakı tənliklərə əsasən hesablanır:

$$C\% = m_{\text{madd}} / m_{\text{məhl}} \times 100\%; \quad C_M = m' / MV$$

Burada m- həll olan maddənin kütləsi (qramla), V- məhlulun həcmi (litr), M- həll olan maddənin molyar kütləsi (q/mol)-dir.

Alınmış məhlul və etalon həllədicini 1sm-lik düzbucaqlı kvartslı kütəvlərə tökülür və UB-spektrofotometrə uyğun pəncərələrin qarşısında yerləşdirilərək, nümunələrin spektrləri çəkilir. Spektrlərin çəkilişi zamanı Buqert-Lambert-Ber qanununa əməl edilməlidir. Nəticələrin düzgün alınması üçün tədqiq edilən məhlulun qatılığı optiki sıxlıq vahiddən böyük olmamaq şərti ilə götürülür [158].

UB-spektrlərin əsasında hər bir individual PAK-ın miqdarının (%küt. ilə) hesablanması üçün əvvəlcə UB-spektrlərdən hər bir aromatik karbohidrogenə uyğun gələn udma zolağının maksimumuna əsasən optiki sıxlığın qiyməti götürülür və bu optiki sıxlıqların qiyməti əsasında udma əmsalları hesablanır və onlar ekstinksiya əmsallarının hesablanması məqsədilə aşağıdakı tənlik sistemində yerinə yazılır:

$$C_{ab} = 0,076 \cdot k_b - 0,0145 \cdot k_n - 0,0225 \cdot k_f$$

$$C_{ca} = 0,004 \cdot k_b + 0,0815 \cdot k_n - 0,021 \cdot k_f$$

$$C_{af} = 0,0005 \cdot k_b - 0,004 \cdot k_n + 0,1655 \cdot k_f$$

Burada  $k_b$ ,  $k_n$ ,  $k_f$ , uyğun olaraq, benzol, naftalin və fenantren karbohidrogenlərinə aid udma əmsallarıdır. Qeyd edək ki, udma əmsallarının təyində  $K_1 = D_1 / cd$  düsturundan istifadə olunur, burada  $D_1$  – benzol, naftalin və fenantren karbohidrogenlərinə uyğun gələn spektral optiki sıxlıqlardır.

Qeyd etmək lazımdır ki, hal-hazırda yüksək həssaslıqlı UB-spektroskopiyaya metodunda hesablamaların aparılması üçün əvvəllər istifadə etdiyimiz tənlik sistemi. [5] bizim tərəfimizdən təkmilləşdirilmişdir.

Ekstinksiya əmsallarının hesablanmış qiymətləri əsasında benzol, naftalin və fenantren karbohidrogenlərinin miqdarı



hesablanır:

$$C_b, \% \text{küt.} = C_{ab} \cdot 0,87 \cdot M_r / 71$$

$$C_n, \% \text{küt.} = C_{an} \cdot 0,87 \cdot M_r / 128$$

$$C_f, \% \text{küt.} = C_{af} \cdot 0,87 \cdot M_r / 171$$

Burada  $C_b$ ,  $C_n$  və  $C_f$  uyğun olaraq, benzol, naftalin və fenantren karbohidrogenlərinin miqdarı (%küt.),  $M_r$  – molekul kütlələridir.

Tədqiq edilən neftlərdə yüksəkhəlqəli PAK-lar (həlqələrin sayı üçdən böyük olan) qeydə alınmadığından onların hesablanması üçün tətbiq edilən metodikalar burada şərh edilməmişdir.

**İQ-spektroskopiya metodu:** Məlumdur ki, infraqırmızı diapozonda şüalanma kvantlarının enerjisi molekullarda rəqsi keçidlərin enerjisi ilə müqayisə edilə bilər. Bu səbəbdən, İQ-spektroskopiyanın köməyi ilə atom və molekulların rəqsi enerji səviyyələri haqqında məlumat alınır ki, bu da hissəciklərin bir çox fiziki-kimyəvi xassələrinin açıqlanmasında əvəzsiz məlumat mənbəyidir.

Maddə ilə İQ-şüaların qarşılıqlı təsirinin nəticəsində molekullar müəyyən miqdar fotonlar udaraq həyəcanlanmış hala keçir ki, bu zaman spektrdə udma zolaqları müşahidə olunur. Elektron spektroskopiyada olduğu kimi, İQ-spektroskopiyada da bir neçə seçmə qaydası mümkündür: a) İQ-spektrlərin alınması üçün şüanın udulması zamanı molekulun dipol momenti dəyişməlidir; b) rəqsi səviyyələr arasındakı keçid İQ-şüanın udulması zamanı  $\Delta v = +1$  şərtinə əməl edildikdə mümkündür.

Bu spektroskopiya növündə spektrlərdəki yerinə və intensivliyinə görə təyin edilən atomlararası rabitələrin əsasında maddələrin quruluşu təyin edilir.

Suraxanı və Balaxanı quyu neftləri və onların komponentlərinin İQ-spektrləri Almaniyanın "BRUKER" firmasının

istehsalı olan "Alpha" Furiye spektrofotometrində  $600-4000 \text{ sm}^{-1}$  dalğa ədədi intervalında, sink-selenid kristalı üzərinə çəkilmiş nümunədən şüanın əks etmə prinsipinə əsasən və KBr kristal lövhələri arasında nazik nümunə təbəqəsi yaratmaqla ondan şüa keçirtmə prinsipinə əsasən otaq temperaturunda çəkilmişdir.

Furiye İQ-spektrofotometrərin əsas komponenti Maykelson interferometridir. Onun əsas elementləri üç güzğüdür. Işıq bölüşdürücü güzğü (lövhə) işıq şüası dəstəsini iki hissəyə bölür: bunlardan biri hərəkətsiz, ikincisi isə hərəkətli (skanlaşdırıcı) güzğüdən əks olunur. Hər iki əks olunmuş şüa dəstəsi yenidən şüa bölüşdürücü güzğüyə düşür və burada birləşərək detektora (fotoqəbulediciyə) yönəlir.

Hərəkətli güzğü iki işıq dəstəsi üçün optiki yollar fərqi yaradır. Bu fərq  $(n + 1/2) \times \lambda$  olduqda keçən şüalar bir-birini yox edir, əks olunanlar isə, əksinə, güclənir. Nəticədə interferogramma, yəni qeydə alınan şüa intensivliyinin optik yollar fərqindən asılılığı alınır. Monoxromatik işıq üçün bu asılılıq kosinusoid formasındadır. Polixromatik işıq halında isə bu asılılıq mürəkkəbdir, o detektora düşən işıq dəstəsi haqqında bütün spektral məlumatları verir. Sonra interferogramma Furiye çevrilməsi yolu ilə İQ-spektrə çevrilir.

Furiye spektrofotometrərin əsas üstünlükləri bütün dalğa uzunluqlarının eyni zamanda qeydə alınmasında, detektora intensiv işıq dəstəsinin düşməsində, daxili etalon kimi helium-neon lazerindən istifadə edilməsində və toplanma rejimində spektrlərin yazılışının mümkün olmasındadır. Bu spektrofotometrərdə bir saniyədə 50 spektrin yazılışı mümkündür (dispersiyalı cihazda bir spektrin yazılışı üçün 20 dəq. tələb olunur). Toplanma rejiminin hesabına spektrlərin keyfiyyəti və analiz həssaslığı 2–3 tərtib artır. İQ-spektrofotometrə birşüalı olduğundan, onlarda nümunələrin etalonla müqayisəli spektrlərinin çəkilişi mümkün deyil. Buna görə

də, atmosferdəki karbon qazı, su və s.-ni kompensasiya etmək olmur. Göstərilən qüsuru aradan qaldırmaq üçün, adətən, iki ardıcıl spektr çəkilir və analiz edilən nümunənin spektrindən müqayisə edilən nümunənin spektri çıxılır. Spektrlərin identifikasiya edilməsi üçün ədəbiyyat materiallarından [27, 31, 112] və individual maddələrin məlum spektrlərindən istifadə edilir.

İQ spektrlərdən və aşağıdakı düsturlardan istifadə edilməklə Suraxanı və Balaxanı xam neftlərinin tərkibində parafin ( $C_p$ , %), aromatikanın ( $C_{ak}$ , %) miqdarı və onların aromatiklik ( $C_{ak\alpha}$ ), oksidləşmə ( $C_{ok\alpha}$ ), şaxələnmə ( $C_{\xi\alpha}$ ) əmsalları hesablanmışdır:

$$\Sigma D = D_{720} + D_{960} + D_{1030} + D_{1610};$$

$$C_p, \% = (D_{720} / \Sigma D) \times 100; \quad C_{ak}, \% = (D_{1610} / \Sigma D) \times 100;$$

$$C_{ak\alpha} = D_{1600} / D_{720}; \quad C_{ok\alpha} = D_{1720} / D_{1610}; \quad C_{\xi\alpha} = D_{1380} / D_{720}$$

Burada  $D_{1610}$  aromatik həlqəyə,  $D_{960}$ ,  $D_{720}$  və  $D_{1380}$  isə metil və metilen qruplarına aid dalğa uzunluğu maksimumlarında optiki sıxlıqlardır.

Beləliklə, İQ spektrlərdən göstərilən neftlərin molekulyar quruluşu haqqında tam məlumatın əldə edilməsi mümkündür.

**Nüvə Maqnit Rezonansı spektroskopiyası** Bu spektroskopiya optik üsullarla birlikdə üzvi birləşmələrin, o cümlədən, neft və neft məhsullarının tədqiqində geniş istifadə olunur [14, 182, 200]. Suraxanı və Balaxanı xam neftləri və onların komponentlərinin NMR spektrləri "BRUKER" (AFR) firmasının istehsalı olan 300.18 MHz tezlikli Furye spektrometrində otaq temperaturunda çəkilmişdir. Həlləyici kimi deuteriumlu benzoldan istifadə edilmişdir (qatılıq ~ 2%). Müxtəlif struktur qruplardakı protonların nisbi payı uyğun rezonans siqnalların interqrallanması yolu ilə təyin edilmişdir.

NMR spektrləri radiotezlikli elektromaqnit dalğaları ilə güclü

bircins maqnit sahəsində yerləşdirilmiş nümunəyə təsir etməklə alınır. Sabit maqnit sahəsinə perpendikulyar olan və maqnit sahəsinə həyəcanlandıran generatorun tezliyini dəyişməklə enerjinin rezonans udulma şəraiti təmin edilir ki, bu şəraitdə nüvə bir enerji səviyyəsindən digərinə keçid edir və detektorun köməyiylə qeydə alınır. Rezonans tezliyi sabit maqnit sahəsinin gərginliyindən və nüvənin maqnit momentindən asılıdır.

Neft və neft fraksiyalarının tədqiqində PMR-spektroskopiyasının imkanlarından da geniş istifadə edilir. Bu metodda PMR spektri protonun kimyəvi yerdəyişməsinin (sürüşməsinin) qiyməti ilə xarakterizə olunur. Daxili standart kimi tetrametilsilandan (TMS) istifadə edilir. TMS-in siqnalı ilə nümunənin protonlarının rezonans siqnalları arasında məsafə kimyəvi sürüşmə adlanır. Bu məsafə maqnit sahə tezliyindən asılı olduğu üçün, kimyəvi sürüşmə rezonans tezliyin milyonda biri nisbi vahidi ilə ölçülür. Kimyəvi sürüşmə molekulun strukturundan – proton ətrafında elektron sıxlığından və qonşu atomların elektronlarının hərəkəti nəticəsində yaranan maqnit sahəsindən asılıdır.

Neft və neft məhsullarının tədqiqində radiospektroskopik metodlardan da geniş istifadə olunur. İntegral-Struktur-Analiz (İSA) adlanan bu metoddakı molekulların doymuş və aromatik fraqmentlərindəki protonların sayı ( $H_{doys}$ ,  $H_{ar}$ ); aromatik həlqələrə nəzərən  $\alpha$ - vəziyyətdə olan və maqnit sahəsinin  $\delta = 1.9-3.5$  m.h. oblastında qeydə alınan  $CH$ ,  $CH_2$  və  $CH_3$  qruplarının sayı ( $H_{\alpha}$ ); aromatik nüvələrlə bilavasitə əlaqədə olmayan alkil qruplarının sayı ( $H_{\beta}$ ); terminal metil qruplarının sayı ( $H_{\gamma}$ ,  $\delta = 0.5 - 1.0$  m.h.); fraksiyaların orta molekul kütləsi və element tərkibi haqqında məlumatlar ( $M_{orta}$ , C, H, N, S, O) daxildir [82].

İSA ekspres metod kimi neftin və onun müxtəlif fraksiyalarında karbon atomlarının aromatik, naften və parafin



strukturlarındakı payı və miqdarını ( $C_a$ ,  $C_n$ ,  $C_p$ ); aromatik və naften həlqələrinin sayını ( $K_{ar}$ ,  $K_n$ ); aromatik nüvələrin əvəzlənmə və kondensləşmə dərəcəsini ( $\delta_a$ ); parafin zəncirlərinin uzunluğu və şaxələnmə dərəcəsini ( $C_{\beta p}$ ,  $X_\beta$ ); karbon atomlarının müxtəlif fraqmentlərdəki sayını ( $C_\alpha$ ,  $C_\beta$ ,  $C_\mu$ ) dəqiq təyin etməyə imkan verir. Neft və neft fraksiyalarının struktur-qrup tərkibinin öyrənilməsində aromatiklik dərəcəsi ( $f_a$ ) mühüm yer tutur.

Aromatiklik dərəcəsi  $f_a = \frac{C_a}{C}$ ; hidrogen çatışmazlığını  $Z = 2C - H$ ; tsikllik quru- luşlarda C atomlarının sayı  $C_n = C_{tsikllik} - C_a$ ,  $C_p = C - C_{tsikllik}$ ; orta molekullarda həlqələrin ümumi sayı  $K_0 = \frac{1}{2}(Z - C_a) + 1$ ; aromatik həlqələrin sayı  $K_0 = \frac{1}{4}(C_a - 2)$ ; doymuş tsikllərin sayı isə  $K_{doy} = K_0 - K_a$  formulları ilə təyin edilir.

Aromatik nüvələrin əvəzlənmə dərəcəsi:  $\delta = \frac{C_a}{H_a + C_a}$ ; terminal metil qruplarının sayı:  $C_\gamma = \frac{H_\gamma}{3}$ ; alifatik zəncirlərin şaxələnmə dərəcəsi:  $X_\beta = \frac{H_\beta}{C_\beta}$ ; parafin zəncirin uzunluğu:  $C_{\beta p} = C_p - C_\gamma$  kimi parametrləri də hesablamaq olur.

Neft və neft məhsullarının tərkibində heteroatomlu birləşmələr olduqda xüsusi düzəlişlərdən istifadə edilir. NMR spektroskopiyasının köməyi ilə təyin edilən bu parametrlər çoxluğu son nəticədə neft və ondan alınan maddələrinin struktur-qrup tərkibi haqqındaməlumat almağa imkan verir.

**Fotolüminessensiya metodu:** Optiki spektroskopiya metodlarının neft və neft məhsullarının dəqiq analiz edilməsinə tətbiqi məhdud olduğundan onların struktur-qrup tərkibinin öyrənilməsi üçün daha yüksəkhəssaslıqlı, müasir lüminessensiya metodlarından (bu işdə foto- və termokimyəvi lüminessensiya metodlarından istifadə edilmişdir) istifadə edilir. Belə ki,

lüminessensiya metodları neft və neft məhsullarının həm struktur-qrup tərkiblərinin, həm də, bu maddələrdə baş verən fotokimyəvi çevrilmələrin öyrənilməsində böyük imkanlara malikdir. Neftin poliaromatik karbohidrogenlərinin lüminissensiya xassəsi neftin mənşəyini, müxtəlif yataqların neftlərini və onların yerləşmə dərinliyini identifikasiya etməyə imkan verir.

Suraxanı və Balaxanı xam neftləri və onların komponentlərinin lüminessent həyəcanlanma və fotolüminessensiya spektrləri proqram təminatlı "Cary Eclipse" spektroflüorimetrində 190-1100 nm dalğa uzunluğu intervalında otaq temperaturunda çəkilməmiş və tədqiq edilmişdir. Ölçmələr zamanı eni 1sm olan düzbucaqlı kvars küvetlərdən və müxtəlif qatılıqlı nümunələrdən istifadə edilmişdir.

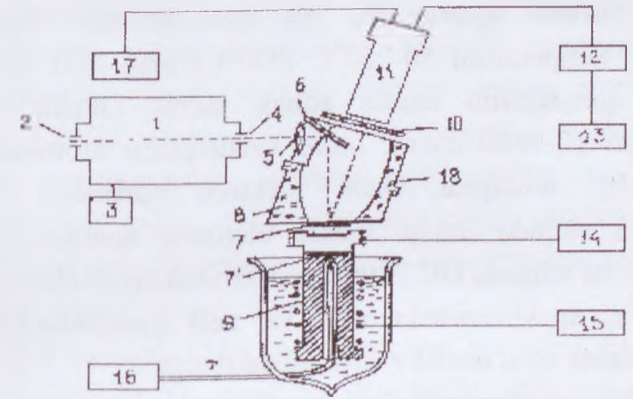
Yüksəksürətli skanlaşdırıcı monoxromatordan ibarət olan "Cary Eclipse" spektroflüorimetri pulsasiya edən ksenon lampasının və Şvarssild optikasının əsasında yığılmışdır. Əsasən elmi tədqiqat işlərində istifadə edilən bu yüksəkhəssaslıqlı spektroflüorimetrin köməyiylə, birləşmələrdə flüoressensiya, fosforessensiya, kimyəvi- və biolüminessensiya öyrənilir. "Cary Eclipse" spektroflüorimetri 1san.-də 80 nöqtəni qeyd etməyə imkan verir ki, bu da sürətli kinetik proseslərin öyrənilməsi üçün vacibdir. Üfiqi düşən işıq dəstəsi tədqiq edilən nümunənin işıqlanan hissəsinin maksimal işıq verməsini, Şvarssild optikası isə işıq mənbəyindən istifadə edilməsinin maksimal effektivliyini təmin edir. Cihazda avtomatik seçilmiş optik filtrlər dəsti siqnal/küy nisbətini kifayət qədər tənzimləyir ki, küvet bölməsinə düşən işıq ölçmələrin aparılmasına mane olmur. Neft və neft məhsullarının FL spektrlərinin qeydə alınması zamanı etalon maddə kimi heksan həllediciləri çəkiliş zamanı uyğun gələn kvars küvetə tökülərək ikinci şüa dəstəsinin qarşısına qoyulur.

**Termokimyəvi lüminessensiya metodu:** Neft və neft məhsullarının oksidləşmə prosesi zamanı xassələri pisləşərək

keyfiyyətləri aşağı düşür və istifadəsi yararsız olur. Bu səbəbdən bu və ya digər maddələrdə olduğu kimi onların əsas karakteristikalarından biri termooksidləşmə stabilliyidir. Bütün standartlarda, xüsusilə də, yağ və yanacaqlarda onun qiyməti nəzərə alınır. Bir qayda olaraq, bu qiymət ГОСТ 23175, ГОСТ 305-82, ГОСТ 10227-86 üzrə təyin edilir. Bu metodların zəhməti çox olub, çoxpilləlidir. Onlar az səmərəlidir, kifayət qədər dəqiq deyildir, yalnız oksidləşmənin başlanğıc mərhələsində yararlıdırlar çox vaxt aparılırlar və uyğun olaraq, seriyalı analizlərin aparılması üçün əlverişsizdirlər. Bu halda daha dəqiq və ekspres metod TKL metodudur. TKL metodikası [97]-də verilib. Suraxanı və Balaxanı neftləri və onların komponentlərinin TKL aid eksperimentlər sxemi

şək. 2.1-də göstərilən fotoelektrik qurğusunda aparılmışdır. Bu qurğuya daxildir: elleptik güzgülü diffuz əksetmə aletliyi, onun fokusunun birində nümunə, digərində isə fotoelektron toplayıcının katodu (FET-39A və ya FET-100) yerləşir; sabit cərəyan gücləndiricisi; qızdırıla bilən kriostat və elektron potensiometr KCH-4. Tədqiqat prosesində nümunələr qalınlığı 0.1–1 mm, diametri 20 mm olan xüsusi kürəvi küveytin mərkəsinə qoyulur və qeyri-vakuum kriostatı üzərində fotoelektron toplayıcının altında ona paralel olaraq yerləşdirilir (şək. 2.1). Bu kriostat  $196\pm 250^{\circ}\text{C}$  temperatur intervalında ölçmələr aparmağa imkan verir.

Ən həssas metodlardan biri olan TKL metodu maddələrin qeyri-izotermiki qızdırılması və soyudulması zamanı az miqdarda maddələrin öyrənilməsi üçün əlverişlidir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, TKL metodu vasitəsilə, həmçinin, üzvi və qeyri üzvi birləşmələrin parçalanma temperaturları və oksidləşmə proseslərinə uyğun kimyəvi reaksiyaların getmə temperaturları ekspres olaraq təyin edilir.



Şək. 2.1. TKL-nin öyrənilməsi üçün olan qurğunun blok-sxemi:

1– spektrofotometrin monoxromatoru MOM-201 (və ya “СФ-4A”), 2– giriş yarığı, 3– dalğa uzunluğunun dəyişdirilməsi üçün elektromühərrik, 4 – çıxış yarığı, 5– lampa, 6– DƏA -1 kamerasının qaytarıcı güzgüsü, 7– kriostatda nümunə, 8–ellipsoid güzgü, 9– kriostat, 10– işıq filtri, 11– fotoelektron toplayıcılar FET-39A və ya FET-100, 12– sabit cərəyan gücləndiricisi, 13– elektron potensiometr “KCH-4”, 14– kriostatın kvarts pəncərəsini qızdırmaq üçün qızdırıcı qurğu, 15– nümunənin bərabərölçülü qızdırılması üçün qızdırıcı qurğu, 16– termocüt, 17– yüksəkvoltlu “BC-22” stabilizatoru.

**Elektron paramaqnit rezonansı metodu:** EPR spektrlərin qeydiyyatı X-diapazonda «Bruker Bio Spin» radiospektrometrində (işçi tezlik 9,85 Hs-dir) aparılmışdır. YF (100 KHz) modulyasiya amplitudu 150-550 mT diapazonunda dəyişir. Sahənin daxili standartına düzəliş  $g=2,0036$  olan UDS (ultradispers almaz) vasitəsilə təyin edilir. EPR spektrlər otaq temperaturunda qeyd edilmiş və spektrlər identifikasiya olunmuşdur.

**Xromato-kütlə spektroskopiyası:** Suraxanı və Balaxanı neftlərinin tədqiqi, həmçinin, proqram təminatlı “Agilent Technologies 6890N” xromatoqrafında, “Agilent Technologies GC-7890A-5975C” (burada HP-5MSD kolonkasından istifadə olunur)



və “Thermo Electron GMS Trace DSQ” xromato-kütlə spektrometrik aparatlarında aparılmışdır. Bu xromato-kütlə spektrometri ilə qaynama temperaturu  $50-280^{\circ}\text{C}$  ( $330^{\circ}\text{C}$ ) olan üzvi birləşmələri və onların qarışıqlarını analiz etmək mümkündür. Onun kütlə diapozonu 10-1050 a.e.m. olub, kvadrupollu xromato-kütlə spektrometridir; ionlaşma üsulu elektron zərbəsidir; temperaturu proqramlı surətdə dəyişməklə ölçmələr aparmaq qabiliyyətinə malikdir; bu cihazda GC 7890A qaz xromatoqrafından istifadə edilir. Göstərilən spektrometrdə neft və neft məhsullarını, dərman preparatlarını və s. analiz etmək mümkündür.

Müasir xromatoqraflarda nümunənin daxil edilməsi, kolonka və detektor proqram rejimi ilə işləyir. Fərdi komponentlərinə ayrılmış qarışıq ardıcıl olaraq komponenti təyin edən detektordan keçir. Adi qaz-xromatoqraflarda ən çox istifadə olunan detektorlar alovlu-ionlaşdırıcı və istilikkeçiricili (katarometr) detektorlardır. Qarışığın ayrılması kolonkada baş verir: ən effektiv ayrılma üçün kapilyar kolonkalardan istifadə olunur. GC7890A- MSD 5975C-də xromatoqrafik kolonka kimi HP5 – MS (hərəkətsiz fazalı (5%fenil)-metilpolisiloksan) tətbiq edilir. Analiz apararkən fenilmetilpolisiloksan xromato-kütlə spektrometrinin kapilyarının-kvars borusunun daxili səthinə nazik təbəqə şəklində çəkilir. Bu spektrometrdə aparılan tədqiqatların sayəsində maddənin molekül kütləsinin çəkisinin təyin edilməsi – 1000 a.k.v.; cihazın elektron kitabxanasından (bura 700000-dən çox məlumat daxildir) alınan kütlə-spektri haqqında məlumatın alınması; tədqiq olunan nümunələrdə xromatoqrafik pikin sahəsi maddənin tərkibinə proporsional olduğundan, dəqiq miqdarı analizlərin aparılması; ionlaşma gərginliyini dəyişməklə rabitə enerjisi haqqında məlumatların əldə edilməsi mümkündür [67, 101].

**İstilik metodları:** İşdə neft və neft məhsullarının tədqiqi

zamanı həm də DSK, DTA, TQA və s. istilik metodlarından istifadə edilmişdir. Termiki analiz metodları neft və neft məhsullarının tədqiqatında geniş tətbiqi aşağı və yüksək temperaturalarda oksidləşmə prosesini ətraflı tədqiq etməyə imkan verir. Neft məhsullarının istilik xassələrinin öyrənilməsi oksidləşmə mexanizminin temperaturdan, molekül kütləsindən, strukturdan asılılığını müəyyən edir. DTA metodu neft fraksiyalarının buxarlanma, oksidləşmə, yanma temperatur intervallarını və kinetik parametrlərini öyrənir.

Tədqiqatlar zamanı, DTA üçün təcrübə atmosfer və helium mühitində  $10^{\circ}\text{C}/\text{dəq.}$  istilik sürəti ilə  $20-1000^{\circ}\text{C}$  (DSK üçün azot mühitində  $50-400^{\circ}\text{C}$ ) temperatur intervalında aparılmış və 20 mq nümunədən istifadə edilmişdir.

DTA analizi “STA Platinum Series”- “LINSEIS STA PT11600”, kütlə analizi “ThermoStar TM GSD 320 T2” markalı cihazında aparılmışdır. Diffuz təsiri aradan qaldırmaq və prosesin homogenliyi təmin etmək üçün nümunələr əvvəlcədən  $1000^{\circ}\text{C}$  temperaturda qızdırılmışdır.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tozuna hopturulmuş nümunə korund tiqlə qoyulur. Piroliz və yanma zamanı ucucu birləşmələr “FT-IR Nicolet iS10” markalı İQ spektrometrə birləşmiş boruya ötürülür və qazlar bu boruda kondensasiyası edir. Qazların İQ spektrində çəkilməsi 107 dəqiqə təşkil edir və spektral interval  $400-4000\text{sm}^{-1}$ -dir.

DSK metodu polimerləri, üzvi və qeyri-üzvi maddələri, bioloji preparatları tədqiq etmək üçün istifadə edilir. Bu üsul ilə şüşələşmə, ərimə ( $1000^{\circ}\text{C}$ -dək), kristallaşma temperaturaları, oksidləşmənin başlanğıc temperaturu və istilik tutumu və s. kəmiyyətlərin ölçülməsi mümkündür. DSK termiki analizin endo- və ekzotermik keçid fazalarını temperaturun funksiyası kimi ölçən ən geniş yayılmış populyar metoddur. İşdə tədqiqat zamanı “STA PT 1600 LINSEIS”

markalı differensial skanedici kalorimetrdən istifadə olunmuşdur. Termoqravimetrik analiz üsulunda verilən nümunənin miqdarı temperaturdan asılı olaraq dəyişir.

DTA-İQ-Kütlə texnologiyası sərbəst buraxılan yüngül, uçucu komponentlərin tərkibi haqqında faydalı məlumat verir. Bu üsul yüksək dəqiqliyi, həssaslığı, kiçik miqdarda nümunə tələbləri və real vaxtda ölçü qabiliyyəti ilə üstünlük təşkil edir.

Beləliklə, yuxarıda adları çəkilən müasir, yüksəkhəssaslıqlı metodlardan və metodikalardan kompleks şəkildə birgə istifadə olunaraq, ilk dəfə olaraq, Suraxanı (quyu 75348 və 1311) və Balaxanı yataqlarının xam neftlərinin və onların komponentlərinin tərkibi, uyğun spektral-lüminessent, istilik xassələri öyrənilmiş və onlara uyğun parametrlər hesablanmış, bu neftlərdə UB-şüanın təsiri altında gedən fotokimyəvi çevrilmələr, oksidləşmə prosesləri tədqiq edilmiş və bu proseslərin mexanizmləri verilmişdir.

**Fotoşüalanmış nümunələrin alınma üsulu:** Xam neftlərdə fotooksidləşmə prosesini öyrənmək üçün İPK-2 (gücü-375V) cıvə lampasından və UBS-5 filtrindən istifadə edilib. Lampa ilə nümunə arasında məsafə 10 sm-dir. Nümunənin 0.5 q-ı iki optiki kvarts şüşənin arasında yerləşdirilir, və cıvə lampası ilə şüalandırılır.

## **Bölmə I. Abşeron yarımadasının Suraxanı və Balaxanı yataqları neftlərinin fiziki-kimyəvi və spektral-lüminessent xassələri**

### **2.1.1. Suraxanı xam neftlərinin aromatik karbohidrogenlərinin UB-, İQ-spektroskopik və vizual tədqiqinin nəticələri**

Suraxanı neftlərinin intensiv olaraq tədqiqi keçən əsrin ortalarına təsadüf edir. Bu dövrdə nəşr olunan materialların icmalı göstərir ki, o zaman istifadə olunan analitik vasitələr bu neftlərin əsasən fiziki-kimyəvi xassələrini və texniki göstəricilərini (oktan ədədi, fraksiya tərkibi və s.) öyrənməyə imkan verirdi. Lakin Suraxanı yataqları – quyular: 75348 saylı (sıxlığına görə yüngül) və 1311 saylı (sıxlığına görə ağır), xam neftlərinin MAX üsulu ilə şüasındırma əmsallarına görə müxtəlif AQK ayrılması və müasir spektroskopik cihazların köməyi ilə onların struktur-qrup tərkiblərinin kompleks şəkildə öyrənilməsi və uyğun parametrlərin müəyyənləşdirilməsi ilk dəfə bizim tərəfimizdən başlanıb və elmi ədəbiyyatda bu barədə məlumatlar, demək olar ki, yox dərəcəsidir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, indiyə kimi unikal Suraxanı yataqları neftlərinin fiziki-kimyəvi və spektral-lüminessent xassələri tam öyrənilməmişdir [79, 193, 198, 199].

Tədqiqat obyektini kimi götürdüyümüz 75348 saylı Suraxanı neft quyusu dayaz quyular sırasına aid olub, quyu dibinin dərinliyi 465 m-dir. Bu neft açıq rəngli olub, qaynama sonu temperaturu 260<sup>0</sup>C-dir. Suraxanı 1311 saylı quyu nefti parafin əsaslı olub, qəhvəyi rəngli mayedir. Bu quyunun dərinliyi 685 metrdir və Suraxanı neftləri sırasında onun xüsusiyyətləri ən az öyrənilmişdir. Suraxanı xam neftlərinin fiziki-kimyəvi xassələri cədvəl 2.1.1-də göstərilib.



**Cədvəl 2.1.1. Suraxanı quyu neftlərinin fiziki-kimyəvi göstəriciləri**

Neft	Fiziki-kimyəvi xassələri							
	20°C-də sıxlıq, kq/m <sup>3</sup>	Alışma temperaturu, °C	40°C-də kinematik özlülüyü, mm <sup>2</sup> /s	Kükürd, %küt.	Donma temperaturu, °C	Tuşu ədədi, mq KOH/q	Qatran, %küt.	Molekul kütləsi
75348	798.9	+40	1.22	0.03	-60	0.35	0.95	157.4
1311	841.7	+44	6.33	0,781	-40	2.55	4.1	202.6

Mürəkkəb struktura malik olan və tədqiqat obyektləri kimi götürdüyümüz 1311 və 75348 sayılı Suraxanı quyu neftlərinin spektroskopiya və lüminessensiya metodları ilə tədqiqini və identifikasiyasını dəqiq yerinə yetirmək üçün onları TOCT-11858-85 əsasən karbohidrogen tərkibinə ayırmışığı (cədv.2.1.2).

**Cədvəl 2.1.2. Suraxanı yatağı neftlərinin karbohidrogen tərkibi və bəzi fiziki-kimyəvi göstəriciləri**

Neft	Komponentlər	Neftə görə çıxım, % küt.	Şüasındır -ma əmsalı, n <sub>d</sub> <sup>20</sup>	40°C-də kinematik özlülük, mm <sup>2</sup> /s	20°C-də sıxlıq, kq/m	Molekul kütləsi
1311	Parafin-naftən	75.42	1.4550	18	825.0	182
	Iqr. AK	5.87	1.5108	30.1	836.8	196
	IIqr. AK	3.68	1.5357	31.5	869.5	246
	IIIqr. AK	6.23	1.5768	36.1	902.6	322
	IVqr. AK	4.7	1.5990	40.1	984.8	435
	qatran	4.1	—	—	1000.3	550
75348	Parafin-naftən	74	1.4463	16	810.5	167
	Iqr. AK	3.9	1.5134	28.1	820.5	187
	IIqr. AK	5.0	1.5558	31.3	855.3	236
	IIIqr. AK	1.3	1.5860	33.6	886.7	315
	qatran	0.95	—	—	960.1	510
	qazlar	14.8	—	—	—	—

Yüngül Suraxanı neftinin tərkibində AK-ın miqdarı olduqca aşağıdır (spektral analizin nəticəsinə əsasən ~3% ətrafında) və bu neft uzun illərdir ki, xalq təbabətində bəzi xəstəliklərin müalicəsində istifadə olunur. Ağır Suraxanı xam neftindən (qay.sonu tem.< 600°C) fərqli olaraq, yüngül Suraxanı neftinin tərkibində ağır AK-lar yoxdur və bu neftin 14.8 %küt. müxtəlif qazlardan ibarətdir, onun 74 %küt. parafin-naftən karbohidrogenləri təşkil edir.

İlkin keyfiyyət analizi kimi Suraxanı neftləri və onların komponentlərinin tərkibinə UB- şüanın təsiri altında baxılmışdır (lampa "IIPK-4", filtrlər: UBS-1, UBS-5). Bu halda neftin tərkibi kağız filtr üzərinə hopdurulmuş neft məhlulu ləkəsinin lüminessensiyasının rənginə əsasən təyin edilir (həllədiçi= benzol). Vizual müşahidələrin nəticələri cədvəl 3.3-də göstərilmişdir.

Ədəbiyyatda verilənlərə görə [86, 97, 188] mono- və bitsiklikaromatik karbohidrogenlər (MAK, BAK) rəngsiz flüoressensiyaya malikdirlər. Lakin cədvəl 2.1.3-dən göründüyü kimi, uyğun kondensə olunmuş politsiklik aromatik karbohidrogenlərdə (KPAK) bənövşəyi rəngli flüoressensiya da müşahidə edilir.

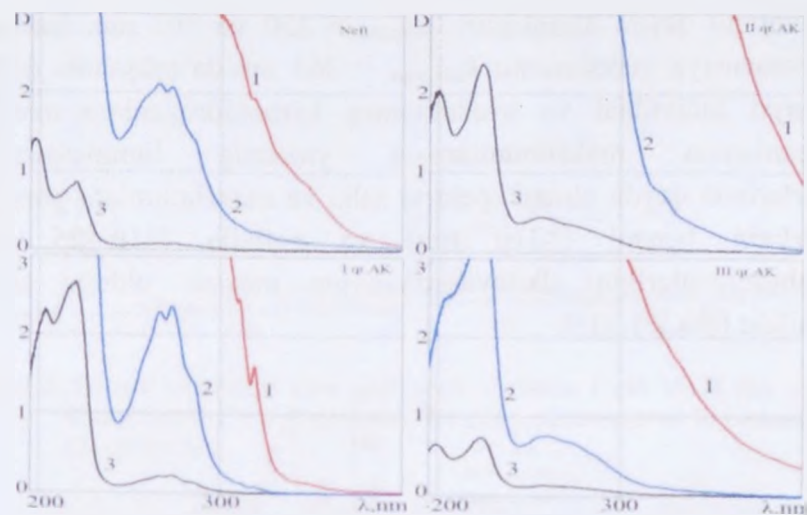
1311 sayılı Suraxanı neftinin lüminessensiyasının rənginə görə onun tərkibinə fenantren, antrasen və onun törəmələri (bənövşəyi, göy, yaşıl, sarı) daxildir. Bu neftin tərkibində, həmçinin, dialkiləvəzolonmuş KPAK-nın (firuzə rəngli lüminessensiya) mövcud olması ehtimal edilir. Tədqiq edilən ağır Suraxanı xam neftindən fərqli olaraq, yüngül Suraxanı xam nefti əsasən mono- və bitsiklik aromatik karbohidrogenlər və onların alkiləvəzolonmuş törəmələrindən ibarətdir.

**Cədvəl 2.1.3 Suraxanı neftləri və onların AQK-nin vizual tədqiqindən alınan nəticələr**

Qyunun №	İlkin neftlər və onların komponentləri	Lüminessensiyanın rəngləri
1311	Neft	sarı-qəhvəyi
	Iqr.AK	bənövşəyi
	IIqr.AK	göy-bənövşəyi
	IIIqr.AK	firuzə
	IVqr.AK	sarı-çəhrayı
	Qatran	tünd qəhvəyi
75348	Neft	açıq-sarı
	Iqr.AK	—
	IIqr.AK	—
	IIIqr.AK	ağ-bənövşəyi
	Qatran	sarı-firuzəyil

75348 sayılı Suraxanı xam nefti və onun AQK-ın UB-spektrləri bu nəticələri bir daha təsdiq edir (şək. 2.1.1). UB spektrlərdən görüldüyü kimi, onların tərkibinə əsasən benzol (200 nm), naftalin (226 nm) karbohidrogenləri və onların alkiləvəzediciləri daxildir. I qr.AK komponentinin UB-spektrində di- və triəvəzolunmuş alkilbenzollara aid, uyğun olaraq, 262-263 nm (çiyin) və 266.5, 274.8 nm və naftalinlərə aid 224 nm, 286 nm və 310-320 nm (zəif) udma maksimumları qeydə alınmışdır (şək.2.1.1).

I və II qr.AK komponentlərinin udma spektrlərini müqayisə etdikdə di- və triəvəzolunmuş alkilbenzolların optiki sıxlığının II qr.AK-da, uyğun olaraq, ~ 5 və 8 dəfə azaldığını görmək olar. Iqr.AK udma spektri 190-380 nm, IIqr.AK udma spektri isə 190-430 nm spektral sahəni əhatə edir. UB-spektrlə əsasən bu neftin AQK-də AK-in miqdarı hesablanıb və cədvəl 2.1.4-də göstərilib.



**Şək.2.1.1** Yüngül Suraxanı nefti və onun AqK-in müxtəlif qatılıqlarda elektron udma spektrləri, %: Neft:  $c_1=0.75$ ,  $c_2=0.21$ ,  $c_3=0.01$ ; Iqr.AK:  $c_1=0.53$ ,  $c_2=0.1$ ,  $c_3=0.01$ ; IIqr.AK:  $c_1=0.57$ ,  $c_2=0.21$ ,  $c_3=0.01$ ; IIIqr.AK:  $c_1=0.6$ ,  $c_2=0.23$ ,  $c_3=0.01$

**Cədvəl 2.1.4** .Yüngül Suraxanı neftindən ayrılmış I-III qr.AK-da AK-in miqdarı

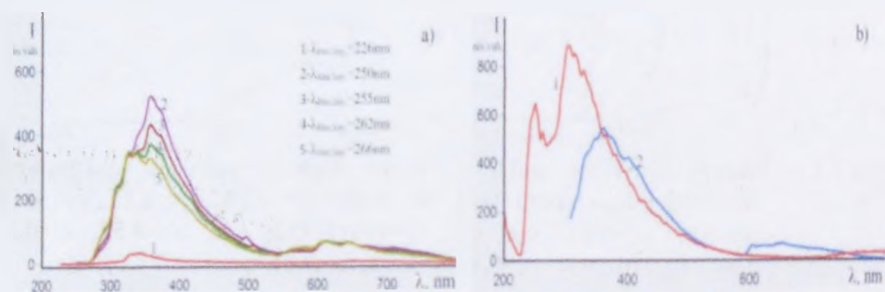
AK	I	II	III
Monotsiklik AK	31.6 (1.54)	19.6 (2.05)	20.6 (2.5)
Ditsiklik AK	19.5 (0.8)	25.7 (2.45)	28.8 (3.15)
Fenantren	-	-	1.02 (0.29)
Cəmi	51.3	45.5	50.5

\*Mötərizədə optiki sıxlıqların qiymətləri verilmişdir

Lakin alkiləvəzedicilərin növünün daha da dəqiqləşdirilməsi məqsədilə yüngül Suraxanı xam neftindən ayrılan AQK-ın lüminessent həyəcanlanma və lüminessensiya spektrləri də tədqiq edilmişdir. Bu neftin lüminessent həyəcanlanma spektri 190-600 nm spektral sahəni əhatə edir və bir-birini örtən çoxlu sayda maksimumlardan ibarətdir. Spektrdə intensiv iki həyəcanlanma

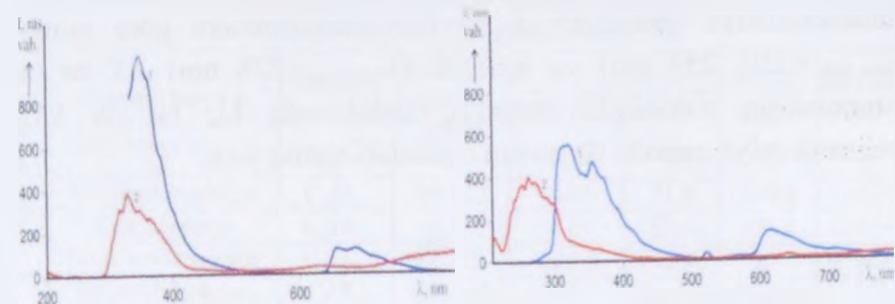


maksimumu qeydə alınmışdır:  $\lambda_{\text{həy mak}} = 250$  və  $302$  nm. Intensiv lüminessensiya maksimumunu  $\lambda_{\text{lüm mak}} = 364$  nm-də müşahidə edilir. Ayrı-ayrı individual və əvəzolunmuş karbohidrogenlərə məxsus həyəcanlanma maksimumlarında yazılmış lüminessensiya spektrlərində qeydə alınan spektral sahə və maksimumlara görə bu spektrlərin benzol ( $<310$  nm) və naftalin ( $310-425$  nm) karbohidrogenlərinin alkiləvəzedicilərinə məxsus olduğu aşkar edilmişdir (şək.2.1.2).



**Şək.2.1.2** Yüngül Suraxanı xam neftinin müxtəlif PAK-lara uyğun həyəcanlanma maksimumlarında (a) fotolüminessensiya spektrləri və (b) lüminessent həyəcanlanma (1) və fotolüminessensiya (2) spektrləri

Yüngül Suraxanı neftinin Iqr.AK komponentini naftalin karbohidrogenlərinə aid  $\lambda_{\text{həy mak}}=242$  nm maksimumda monoxromatik işıqla həyəcanlandırdıqda naftalin və onun metiləvəzedicilərinə aid olan intensiv  $336$  nm və  $349$  nm lüminessensiya maksimumları qeydə alınır (şək. 2.1.3). IIqr.AK komponentində I qr.AK-dan ( $347$  nm) fərqli olaraq intensiv iki lüminessensiya maksimumu ( $321$  və  $357$  nm) müşahidə edilmişdir.

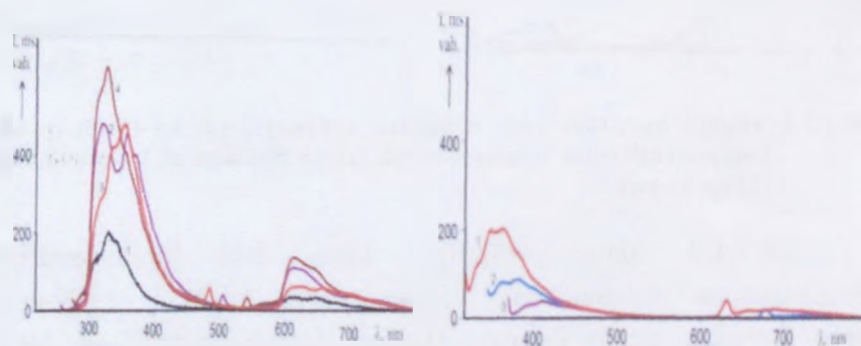


**Şək.2.1.3** Yüngül Suraxanı xam neftindən ayrılmış I (a) və II (b) qr.AK komponentlərinin lüminessensiya (1) və lüminessent həyəcanlanma (2) spektrləri

Şək.2.1.4 -dən göründüyü kimi, 2-ci lüminessensiya maksimumuna məxsus olan lüminessensiya zolağı I qr.AK-dakı lüminessensiya zolağı ilə eyni struktur formasına malikdir, lakin onun maksimumu I qr.AK-na nisbətən uzundalğalı spektral sahəyə doğru, demək olar ki,  $\sim 10.1$  nm batıxrom olaraq yerini dəyişmiş və intensivliyi  $\sim 2$  dəfə azalmışdır. Digər tərəfdən, II qr.AK komponentinin  $212$ ,  $242$ ,  $254$ ,  $272$ ,  $316$ ,  $366$  nm-də həyəcanlandırılması zamanı onun, əsasən, mono- və bitsiklik arenlərdən ibarət olduğunu görürük: maddəni mono- ( $\lambda_{\text{həy mak}}=254$  nm) və triəvəzolunmuş ( $\lambda_{\text{həy mak}}=272$  nm) alkilbenzollara və naftalin karbohidrogenlərinə ( $\lambda_{\text{həy mak}}=242$  nm) uyğun maksimumlarda həyəcanlandırdıqda intensiv maksimumlara malik lüminessensiya zolaqları qeydə alınır.

III qr.AK komponenti də, I və II qr.AK komponentlərində olduğu kimi, mono-, bi- və tritsiklik alkilbenzollar və naftalin karbohidrogenlərindən ibarətdir, lakin udma spektrinin uzundalğalı sərhəddinin digər komponentlərə nisbətən azenerjili spektral sahəyə doğru bir qədər sürüşməsi ( $190-460$  nm) bu komponentdə daha zəif

C–C və C–H rabitəli alkiləvəzedicilərin olmasına dəlalət edir. Lüminessensiya spektrlərində aparılan araşdırmalara görə mono- ( $\lambda_{\text{həy.mak}}=250, 254 \text{ nm}$ ) və bitsiklik ( $\lambda_{\text{həy.mak}}=278 \text{ nm}$ ) AK-lar bu komponentin tərkibində üstünlük təşkil edir ki, bu da UB-spektroskopiya metodu ilə alınan nəticələri təsdiq edir.



Şək.2.1.4. Yüngül Suraxanı neftindən ayrılmış II qr-AK komponentinin müxtəlif lüminessent həyəcanlanma maksimumlarında lüminessensiya spektrləri,  $\lambda_{\text{həy.mak}}$ : 1- 212, 2- 242, 3- 254, 4-272 nm (a) və 1- 316, 2- 340, 3- 366 nm (b)

Yüngül Suraxanı xam neftindən ayrılmış qatran komponentinin UB-spektri 190–700 nm spektral sahədə yerləşir. Araşdırmalar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, spektral sahənin 700 nm-ə kimi sürüşməsi neftin tərkibində alkiləvəzədilmiş bi- və tritsik alkilaromatik karbohidrogenlərin olmasını ehtimal etməyə imkan verir. Bu nəticə, həmçinin, xromato-kütlə spektroskopiyaya metodunun köməyi ilə təsdiq edilir. Xromato-kütlə spektrometrində yüngül Suraxanı xam neftinin tərkibinin tədqiqi zamanı alınan karbohidrogenlər və onların bəzi fiziki-kimyəvi göstəriciləri cədvəl 2.1.4 –də verilmişdir:

Cədvəl 2.1.4 Yüngül Suraxanı xam neftinin karbohidrogen tərkibi və onların bəzi fiziki-kimyəvi göstəriciləri

Sıra sayı №	Birləşmənin adı	Kimyəvi quruluşu	Molekyl çəkisi, q/mol	$T_{\text{er}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{qay}}, ^\circ\text{C}$	Sıxlığı, $\text{kg/m}^3$	Miqdarı, %
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Metilsiklopentan	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	84.162	-142	71.8	748.8	0.024
2	Tsikloheksan	$\text{C}_6\text{H}_{12}$	84.162	6.6	80.9	778.1	0.024
	Metilsikloheksan	$\text{C}_7\text{H}_{14}$	98.186	-126.3	101	770.0	0.086
	Etilsikloheksan	$\text{C}_8\text{H}_{16}$	112.212	-111	130-132	788.0	0.196
3	1,2-Dimetilsiklopentan	$\text{C}_7\text{H}_{14}$	98.189	-119.05	96.85	745.0	
	1,2-Dibutilsiklopentan	$\text{C}_{14}\text{H}_{28}$	196.372	-	-	-	0.042
	2-İzopropil-1,3-dimetilsiklopentan	$\text{C}_{10}\text{H}_{20}$	140.27	-	-	-	0.077
4	1,3-Dimetilsiklopentan	$\text{C}_7\text{H}_{14}$	98.189	-136.7	90.7	745.6	0.003
5	1-Metil-2-metilen-siklopentan	$\text{C}_7\text{H}_{12}$	96.173	-90.66	115.38	-	0.005
	Butilsiklopentan	$\text{C}_9\text{H}_{18}$	126.243	-107.97	156.75	781	0.027
6	Etilsiklopentan	$\text{C}_7\text{H}_{14}$	91.861	-138.4	103.4	765.7	0.01
7	4-Metilsikloheksan	$\text{C}_7\text{H}_{14}$	96.17	-126.57	101	799	0.008
8	1-Metilsikloheksan	$\text{C}_7\text{H}_{14}$	98.19	0-100	101-200	786.4	0.0024
9	İzopropilsiklobutan	$\text{C}_7\text{H}_{14}$	98.189	-106	93	746.9	0.003
10	Bitsiklo [4.1.0]heptan	$\text{C}_7\text{H}_{12}$	96.173	-71.99	116-117	914	0.001
11	1,1,3,3-Tetrametilsiklopentan		126.243	-88.4	118.0	-	0.002
12	Propilsiklopentan	$\text{C}_8\text{H}_{16}$	112.213	-120.3	130.8	775.6	10
13	1,2,3-trimetilsiklopentan	$\text{C}_8\text{H}_{16}$	112.216	-90.66	115.38	775.1	0.009
14	1,2,4-trimetilsiklopentan	$\text{C}_8\text{H}_{16}$	112.216	-90.66	115.38	775.1	0.003
15	1,2,4-trimetilsiklopentan, 1 $\alpha$ ,2 $\beta$ ,4 $\alpha$	$\text{C}_8\text{H}_{16}$	112.213	-130.78	109.85	743	0.005
16	1,2,3-trimetilsiklopentan, 1 $\alpha$ ,2 $\alpha$ ,3 $\beta$	$\text{C}_8\text{H}_{16}$	112.216	-112.75	117.7	766.1	0.009
17	Trans-1,4-dimetilsikloheksan	$\text{C}_8\text{H}_{16}$	112.125	-36.94	117-119	761	0.007



1	2	3	4	5	6	7	8
18	1,1,3- trimetil- tsiklopentan	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub>	112.219	-142.44	104.95	743.9	0.110
19	1,3-Dimetil- tsikloheksan	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub>	112.216	-88 - -87	125.9±7 0	800-900	0.124
20	1,1-Dimetil- tsikloheksan	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub>	112.216	-34.1	120.5	784	0.01
21	1,4-Dimetil- tsikloheksan, trans	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub>	112.213	-87	120	771	0.11
22	1,2-Dimetil- tsikloheksan	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub>	112.213	-88	123 - 130	778	0.023
23	Propiltsikloheksan	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126.239	-94.5	154.7	793.2	0.236
24	1-Etil-3- metiltsikloheksan	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126.239	-	150	790	0.02
25	1-Etil-1- metiltsikloheksan	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126.239	-77.27	152.2	802.5	0.008
26	Trans-1,2- dietiltsiklopentan	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126.243	-95.4	148.63	-	0.007
27	1-Etil-4-metiltsiklo- heksan, cis	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126.239	-77.27	152.65	794	0.060
28	1-Etil-3-metil- tsikloheksan, cis	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126.239	-77.27	150	790	0.090
29	1-Etil-2-metil- tsikloheksan, cis	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126.243	-77.27	156	810	0.068
30	1,2,4- trimetil- tsikloheksan	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126.243	19	145	800-900	0.1
31	1,1,3- trimetil- tsikloheksan	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126.24	-65.75	136-138	778	0.275
32	1,1,4- trimetil- tsikloheksan	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126.24	-77.27	135	780	0.005
33	1-Etil-2-metil- tsikloheksan, trans	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126.243	-77.27	150.85	790	0.135
34	1-Etil-4-metil- tsikloheksan	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126.239	-78.67	150.8±7. 0	790	0.135
35	1,2,4- trimetiltsiklo- heksan 1α, 2β, 4β	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126.239	-86	144.65	768.3	0.009
36	1,3,5- trimetil- tsikloheksan	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126.243	-50	140	770	0.01
37	1,3,5- trimetiltsiklo- heksan, 1α, 3α, 5β	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126.239	-84.39	140.55	718	0.002

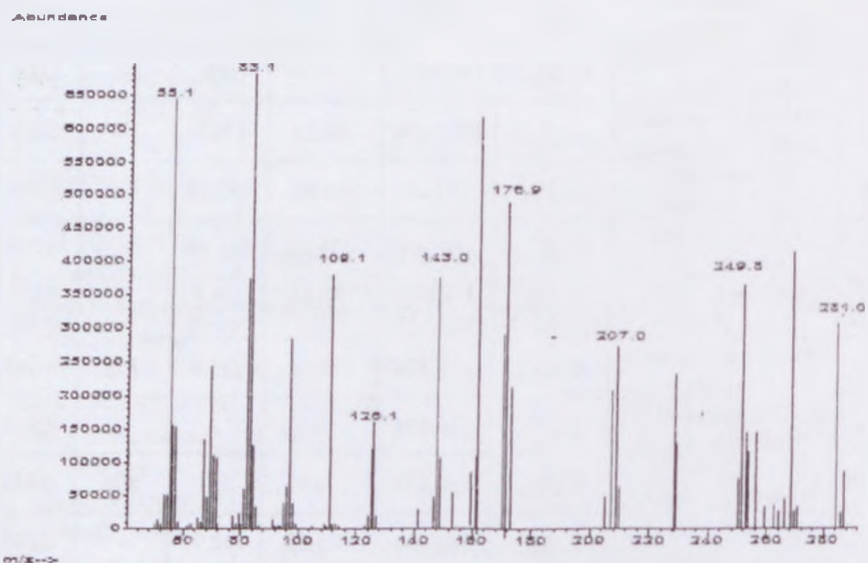
1	2	3	4	5	6	7	8
38	1,1,2- trimetiltsikloheksan	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126.243	-29	145	796.3	0.004
39	1-Etil-4-metiltsiklo- heksan, trans	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126.239	-80.8	149,05	780	0.060
40	Metiltsiklooktan	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126.242	14.85	169.42	774.3	
41	1,3-Dimetil-2- (metiletetil)tsiklo- pentan, 1α, 2α, 3β	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub>	86.178	-136 - - 124	58	662	0.08
42	3- (1-metil- etenil)tsikloheksan	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub>	140.27	-	101-102	-	0.002
43	1-Etil-1,4- dimetiltsikloheksan	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub>	140.266	-	-	-	0.001
44	1-Etil-2,3-dimetil- tsikloheksan	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub>	140.266	-	-	-	0.005
45	1,1, 3, 5 – tetrametil- tsikloheksan, cis	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub>	140.27	-84.33	152.55	781.3	0.002
46	1-Metil-4-(metiletil) tsikloheksan	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub>	140.27	-86.22	170.73	-	0.003
47	1-Metil-4-(1- metiletil) tsikloheksan, cis	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub>	140.27	-89.72	171.1	810	0.068
48	1-Metil-4-(1- metiletil) tsikloheksan, trans	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub>	140.27	-86.22	170.8	792	0.068
49	(2-Metilpropil) tsikloheksan	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub>	140.268	-	171.3	790	0.161
50	1-(2-Metilpropil) tsikloheksan	-	-	-	-	-	0.045
51	1-Metil-2- propiltsikloheksan	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub>	140.27	-84.33	176.15	813	0.004
52	(1-Metilpropil) tsikloheksan	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub>	140.268	-78.16	91.61- 180.57	800-900	0.276
53	1,2- Dimetiltsiklooktan	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub>	140.279	-	179	800-900	0.001
54	Butiltsikloheksan	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub>	140.27	-78.6	179	799	0.179
55	m-Mentan	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub>	140.155	-	168	-	0.002
56	1-Tsikloheksil-2- metilprop-2-en-1-on	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O	152.237	-	-	-	0.21
57	2-Metildekalin, trans	C <sub>11</sub> H <sub>20</sub>	152.275	-41.71	203.97	-	0.004

1	2	3	4	5	6	7	8
58	2-syn- metildekalin cis	C <sub>11</sub> H <sub>20</sub>	152.275	-	-	-	0.0012
59	1-Etil-2,2,6 – trimetiltsikloheksan	C <sub>11</sub> H <sub>21</sub>	154.292	-36.47	188.53	800	0.001
60	1,1-Dimetil-2- propiltsikloheksan	C <sub>11</sub> H <sub>21</sub>	154.297	N/A	N/A	784-787	0.06
61	Heksiltsiklopentan	C <sub>11</sub> H <sub>22</sub>	154.292	-73	202.5	800	0.082
62	1,2-Dietil-1-metil, tsikloheksan	C <sub>11</sub> H <sub>22</sub>	154.292	-	185.3	771	0.001
63	1-Etil-2- propiltsikloheksan	C <sub>11</sub> H <sub>22</sub>	154.294	-56.13	192.96	-	0.046
64	1,4-Dimetil-2-(2- metilpropil)benzol	C <sub>12</sub> H <sub>18</sub>	162.273	11.54	222.5	862	0.02
65	1,4-Dimetil-2- (2- metilpropil) tsikloheksan, 1α, 2 B, 5 α	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub>	168.324	-64.1	210.73	-	0.003
66	(4-Metilpentil) tsikloheksan	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub>	168.24	-	-	-	0.002
67	Pentiltsikloheksan	C <sub>11</sub> H <sub>22</sub>	154.3	-58	202	803.7	0.150
68	Cis,cis,cis -1- isobutil-2,5- dimetiltsikloheksan	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub>	168.324	-	-	-	0.002
69	Heksiltsikloheksan	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub>	168.32	-9.55	221	810	0.161
70	1-Heksil-3- metiltsiklopentan	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub>	168.314	-	215.2	792	0.330
71	1-Metil-2-pentil tsikloheksan	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub>	168.324	-44.86	217.4	-	0.071
72	1-Butil-2- pentiltsiklopropan, cis	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub>	168.24	-	-	-	0.001
73	Tsiklododekan	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub>	168.324	60.4	247	820	0.051
74	2-Butil-1,1,3- trimetiltsikloheksan	C <sub>13</sub> H <sub>26</sub>	182.351	-30.49	230.78	829.2	0.072
75	Heptiltsikloheksan	C <sub>13</sub> H <sub>26</sub>	182.351	-41	244	-	0.161
76	2,4-Diizopropil-1,1- dimetiltsikloheksan	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub>	196.372	-	-	-	0.002
77	N-Oktiltsikloheksan	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub>	196.378	-19.69	264	810	0.008
78	Tsiklotetradekan	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub>	196.378	54	280.9±7	-	0.094

1	2	3	4	5	6	7	8
79	1,3-Dimetil- (3,7- dimetiloktil)tsiklohe ksan	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub>	252.486	-	-	-	0.002
80	3-Eicosene, (E)	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub>	280.54	37.08	388.16	-	0.410
81	1-(Tsikloheksil- metil)-3-metil tsikloheksan, cis	C <sub>14</sub> H <sub>26</sub>	194.362	-14.94	281.15	-	0.113
82	1-Metil-4-(1-metiletil) tsikloheksan, cis	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub>	140.2658	-89.72	172.92	-	0.113
83	1-Metil-3- pentiltsikloheksan	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub>	168.324	-	-	-	0.071
84	1-Metil-4-(1-metiletil) tsikloheksan	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub>	140.2658	-	168	785	0.036
85	1-Metil-4-(1-metiletil) tsikloheksan, trans	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub>	140.2658	-86.22	170.8	790	0.036
86	(2-Metilbutil) tsikloheksan	C <sub>11</sub> H <sub>22</sub>	154.29	-66.89	197.19	795	0.046
87	1,1'-etilidenebis tsiklopentan	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub>	166.304	-119.85	231.08	-	0.098
88	Metiltsikloheptan	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	112.216	-89.22	134.2	-	0.071
89	Iridomyrmecin	C <sub>20</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub>	168.236	41.09	266.92	-	0.027
90	1-Butil-2-propiltsiklo- pentan	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub>	168.324	-75.15	215.4	788	0.049
91	1,2,3-Trimetiltsiklo- heksan, 1α, 2α, 3β	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126.239	-	-	-	0.042
92	1,2,3- Trimetiltsikloheksan	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>	126.243	-	151	800	0.042
93	1-Pentil-2-propil tsiklopentan	C <sub>13</sub> H <sub>26</sub>	182.351	-75.15	142.93	-	0.094
94	1-Metiltsiklododekan	C <sub>13</sub> H <sub>26</sub>	182.351	-	-	-	0.098
95	1-Metil-4-(1- metiletiliden) tsikloheksan	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub>	138.243	-	-	-	0.051
96	1,5-diizopropil-2,3- dimetiltsikloheksan	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub>	196.372	-	-	-	0.137
97	Oktiltsikloheksan	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub>	196.372	-20.25	264.5	807	0.252
98	n- Amulstikloheksan	C <sub>11</sub> H <sub>22</sub>	154.292	-	-	-	0.252
99	1-(Tsikloheksilmetil)- 3-etil tsikloheksan, trans	C <sub>15</sub> H <sub>28</sub>	208.389	-	-	-	0.068
100	1,2-dimetil-3-pentil-4- propil tsikloheksan	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub>	224.425	-	-	-	0.111



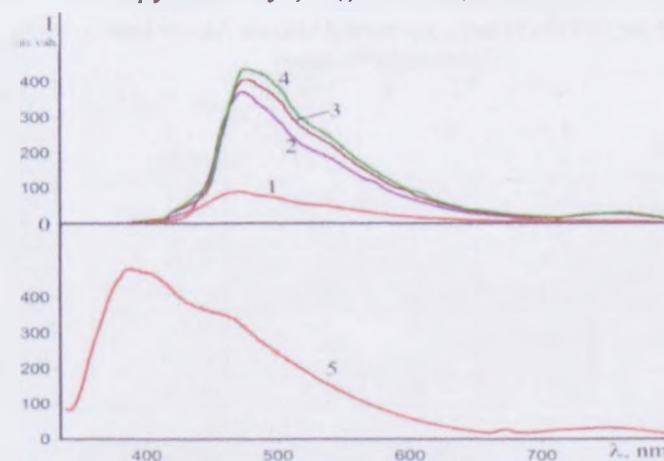
1	2	3	4	5	6	7	8
101	1,2,4,5-Tetraetilsikloheksan, 1 $\alpha$ , 2 $\alpha$ , 4 $\alpha$ , 5 $\alpha$	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub>	196.372	-	-	-	0.062
102	n-Nonilsikloheksan	C <sub>15</sub> H <sub>30</sub>	210.4	-10.19	282	820	0.330
103	Tsikloheksadekan	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub>	224.432	62.61	300.85	795.4	0.276
104	1-(1,2-Dimetilpropil)-1-metil-2-nonil tsiklopropan	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub>	252.486	-	-	-	0.475



Şək.2.1.5. Yüngül Suraxanı neftinin qatran komponentinin xromato-kütlə spektri

Bu neftdən ayrılmış qatran komponenti 310-680 nm (I) və 685-800 nm (II) spektral sahələrdə lüminessensiya verir. (I) spektral sahəsində qatranda mövcud olan PAK-in lüminessensiya zolaqları bir-birini örtüyündən, onun tərkibini öyrənmək üçün, digər maddələrdə olduğu kimi, ayrı-ayrı PAK aid həyəcanlandırıcı monoxromatik işıqdan istifadə edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki,

$\lambda_{\text{həy mak}} = 197, 226, 254, 269, 277, 333$  və  $337$  nm olduqda lüminessensiya zolaqları bir-birini örtür. Lakin  $\lambda_{\text{həy mak}} = 269$  nm-dən başlayaraq flüoressensiya spektrinin uzundalğalı sərhədi azenerjili spektral sahəyə doğru sürüşür və lüminessensiyanın intensivliyi azalır. Digər tərəfdən, tədqiq edilən qatran 300-480, 550, 590 nm həyəcanlandırdıqda lüminessensiya zolaqlarının maksimumları bir-birinə nisbətən ayrılır və onlar uzundalğalı spektral sahəyə doğru batoxrom olaraq yerini dəyişir (şək.2.1.6).



Şək.2.1.6. Yüngül Suraxanı neftinin qatran komponentinin fotolüminessensiya spektrləri,  $\lambda_{\text{həy mak}}$ , nm: 226; 2- 254; 3- 269; 4- 272; 5- 333

Qatran UB- spektrlərində uzundalğalı sərhəddin azenerjili spektral sahəyə doğru sürüşməsi nisbətən zəif C-C və C-H rabitələrinə malik əsasən mono-, bi- və tritsiklik alkilaromatik birləşmələrlə əlaqədardır. Qatranda bu birləşmələrin mövcud olması İQ-spektroskopiya metodu ilə öz təsdiqini tapmışdır.

Ağır Suraxanı nefti və onun komponentlərinin (I-IV qr.AK və qatran) UB-spektroskopiya metodu ilə struktur-qrup tərkiblərinin tədqiqi zamanı bu neftin udma zolaqlarının yaxın UB- (190-350 nm) və görünən (350 – 800 nm) spektral sahələrdə yerləşdiyi müəyyən

edilmişdir. Elektron udma spektrlərinin tədqiqi AK komponentləri məhlullarının qatılığı artdıqca udma spektrlərinin uzundalğalı spektral sahəyə doğru yerini dəyişdiyini göstərir. Cədvəl 2.1.6- dan görüldüyü kimi, ağır Suraxanı nefti və onun komponentlərində AK-ın ümumi miqdarı I qr.AK, II qr.AK, III qr.AK, IVqr.AK üçün, uyğun olaraq, 34.8; 42.4; 44.6; 39.1 %küt.-dir. Alınan nəticələr İQ-spektroskopiya metodu ilə alınan nəticələrə uyğun gəlir.

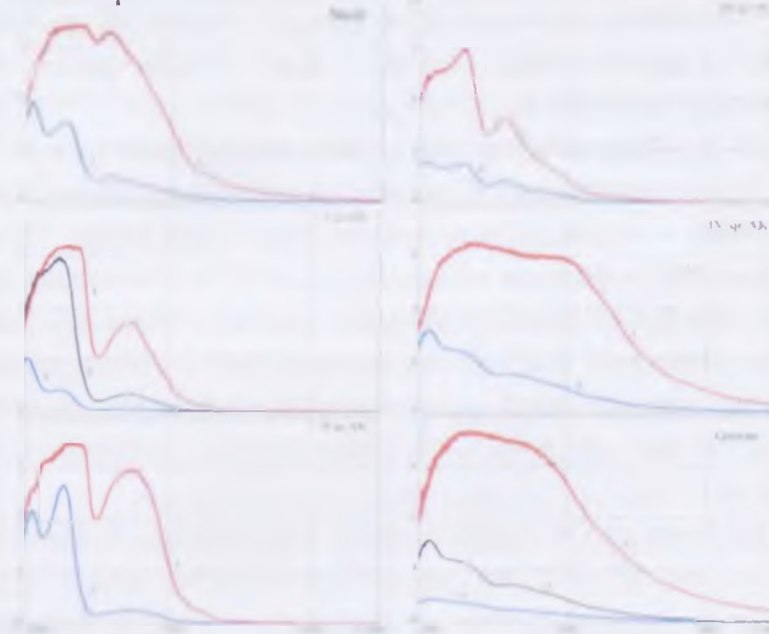
**Cədvəl 2.1.6 Ağır Suraxanı nefti və onun AQK-da AK-ın UB- metodu ilə hesablanmış miqdarı**

PAK, % küt.	Neft	I qr.AK	II qr.AK	III qr.AK	IV qr.AK
Benzollar (206)	4.3 (1.82)	20.1 (1.8)	18.7 (2.21)	17.4 (2.51)	15.2 (1.75)
Naftalinlər (226)	3.2 (1.55)	12.2 (0.9)	20.6 (2.62)	20.1 (3.05)	13.7 (1.07)
Fenantrenlər (255)	2.4 (0.46)	2.5 (0.5)	3.1 (0.3)	3.04 (1.65)	4.2 (0.1)
Antrasenlər (275)	İzi	-	İzi	4.1 (0.2)	6.1 (0.07)
Cəmi.	10.1	34.8	42.5	44.6	39.1

\*Mötərizədə optiki sıxlıqların qiymətləri verilmişdir.

Elektron udma spektrlərinin tədqiqi göstərir ki, AK komponentləri məhlullarının (həllədiçi — heksan) qatılığı artdıqca udma spektrləri uzundalğalı spektral sahəyə doğru yerini dəyişir (şək.2.1.7). Əgər komponentlərin elektron udma spektrlərini xam neftin spektrləri ilə müqayisə etsək, komponentlərin qeydə alınmış spektrlərində udma maksimumlarının daha dəqiq olduğunu görürük. belə ki, komponentlər halında neftin geniş udma əyrisinin yerinə hər PAK uyğun gələn dəqiq udma maksimumları qeydə alınır. Bu PAK molekullarının elektron-fonon qarşılıqlı təsiri ilə əlaqədardır. Molekulların arasındakı məsafə artdıqca elektron-fonon qarşılıqlı təsir zəifləyir ki, bu da udma zolaqlarının maksimumlarının daha

dəqiq alınmasına səbəb olur. Ağır Suraxanı neftinin elektron udma spektrləri komponentlərin qrup sırası böyüdükcə uzundalğalı spektral sahəyə doğru sürüşür ki, bu kondensasiya olunmuş alkiləvəzolonmuş PAK-la əlaqədardır.



**Şək. 2.1.7. Ağır Suraxanı xam nefti və onun AQK-ın müxtəlif qatılıqlarda elektron udma spektrləri, %küt.: Neft:  $c_1=0.9$ ,  $c_2=0.02$ ; qatran:  $c_1=0.71$ ,  $c_2=0.01$ ; I qr.AK:  $c_1=0.14$ ,  $c_2=0.03$ ,  $c_3=0.01$ ; II qr.AK:  $c_1=0.12$ ,  $c_2=0.02$ ; III qr.AK:  $c_1=0.03$ ,  $c_2=0.01$ ; IV qr.AK:  $c_1=0.13$ ,  $c_2=0.09$**

Digər tərəfdən, I və IV qr.AK-ın elektron udma spektrlərini 250-300 nm spektral sahədə müqayisə etsək, onda optiki sıxlıqların qiyməti aşağıdakı qaydada dəyişir:  $D_{I \text{ qr.AK}} (1.7) < D_{II \text{ qr.AK}} (2.9) < D_{III \text{ qr.AK}} (3.2) < D_{IV \text{ qr.AK}} (3.5)$

II və IV qr.AK-ın elektron udma spektrlərinin (eyni şəraitdə çəkilmiş) müqayisəsindən görüldüyü kimi, II qr.AK komponentində



$\lambda=206$  nm udma maksimumunun intensivliyi IVqr.AK-na nisbətən, demək olar ki, iki dəfə böyükdür. Bu IVqr.AK komponentinə nisbətən II qr.AK komponentində monoalkiləvəzədilmiş benzolların daha çox olduğunu göstərir.  $\lambda=206$  nm, həmçinin, endoperoxidlərlə əlaqədardır. Ədəbiyyatda verilənlərə görə [31, 44],  $\lambda=274$  nm dalğa uzunluğu maksimumuna uyğun udma zolağı tursu neft komponentlərinə aiddir.

I–IV qr.AK-ın elektron spektrlərinin tədqiqi zamanı III və IV qr.AK komponentlərinin udma spektrlərinin uzundalğalı sərhədlərinin, I və II qr.AK komponentlərindən fərqli olaraq, 700 nm kimi davam etdiyi müəyyən edilmişdir, lakin bu spektral sahədə AK-ın udma zolaqları bir-birini örtüyündən miqdarı analizin aparılması mümkün olmamışdır (şəkl.3.7). Udma spektrində  $> 400$ nm spektral sahə, artıq yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, çox böyük ehtimalla alkiləvəzölünmüş PAK-lar və heteroatomlu birləşmələrlə əlaqədardır [112].

Ağır Suraxanı xam neftinin qatran fraksiyasının UB-spektrinin tədqiqi zamanı 350-600 nm spektral sahədə udma spektri qeydə alınmışdır ki, bu spektr çoxlu sayda tsiklik strukturlar, həmçinin, elektron-donor və elektron-akseptor əvəzedicilərlə əlaqədardır.

Beləliklə, UB-spektroskopiya metodu ilə aparılan tədqiqatların nəticələrinə görə, parafin-naften əsaslı ağır Suraxanı nefti və onun komponentlərində AK-ın ümumi miqdarı neft, I qr.AK, II qr.AK, III qr.AK, IV qr.AK üçün, uyğun olaraq, 10.1; 34.3; 42.4; 44.6; 39.1 % küt.-dir. Müəyyən edilmişdir ki, qay.tem.  $280^{\circ}\text{C}$  olan yüngül Suraxanı neftindən fərqli olaraq, qay.tem.  $< 600^{\circ}\text{C}$  olan ağır Suraxanı xam neftinin tərkibinə benzol, naftalin karbohidrogenlərindən başqa, həmçinin, fenantren (III və IV qr.AK), antrasen karbohidrogenləri və onların alkiləvəzölünmüş törəmələri də daxildir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, 400–700 nm spektral sahədə, həm də, heteroatomlu

birləşmələrin udma zolaqları yerləşdiyindən ağır Suraxanı neftində bu birləşmələrin olması da ehtimal oluna bilər.

Yuxarıda adları çəkilən neftlərin tərkibində alkiləvəzölünmüş AK-ın mövcud olması İQ- spektrlərinin köməyi ilə təsdiq edilmişdir. Bu spektrdə aromatik karbohidrogenlər üçün 1612-1620, 3030-3080 $\text{cm}^{-1}$  udma sahələri xarakterikdir. Lakin udma maksimumlarının 10-12 $\text{cm}^{-1}$  yüksək və aşağı tezliklərə doğru yerini dəyişməsi birləşmələrin tərkibində mono-, di-, triəvəzölünmüş aromatik həlqələrin olmasını göstərir. Aromatik birləşmələrin əvəzedicilərinin tipinin təyini üçün 700–900  $\text{cm}^{-1}$  udulma sahəsi araşdırılıb və müəyyən edilib ki, tədqiq edilən neftlərin aromatik qrup karbohidrogenlərində mono- (675, 701, 702  $\text{cm}^{-1}$ ), 1,2 di- (745, 746  $\text{cm}^{-1}$ ), 1,3 di- (780, 870  $\text{cm}^{-1}$ ), 1,2,3 tri- (779, 780  $\text{cm}^{-1}$ ), 1,2,4 tri- (811, 812, 871–875, 879  $\text{cm}^{-1}$ ) əvəzölünmüş AK-lar mövcuddur.

Nəticədə aparılan tədqiqatlar yüngül və ağır Suraxanı neftləri və onların komponentlərinin parafin-naften əsaslı neft olduqlarını və tərkiblərinin, əsasən mono-, bitsiklik (yüngül Suraxanı xam nefti) və mono-, bi- və tritsiklik (ağır Suraxanı xam nefti) AK-dan ibarət olduğunu göstərir. Bu neftdə, həm də, heterotsiklik birləşmələrin mövcud olması ehtimal olunur.

### **2.1.2. Lüminessensiya metodu vasitəsilə ağır Suraxanı xam neftinin politsiklik aromatik karbohidrogenlərinin tədqiqi**

Tədqiqat obyektini kimi ağır Suraxanı xam nefti və onun AQA-dan istifadə edilmiş, onun spektral xassələri ilə yanaşı lüminessent xassələri də, ilk dəfə olaraq, yüksək həssaslıqlı müasir lüminessensiya cihazlarından istifadə edilməklə lüminessent həyəcanlanma və lüminessensiya spektrlərinə əsasən daha ətraflı tədqiq edilmişdir.

Maddənin quruluşu ilə onun lüminessensiya etməsi arasında müəyyən əlaqə mövcuddur. Lüminessent analiz ultrabənövşəyi

şüanın təsiri altında molekulun elektron halının dəyişməsinə əsaslanır. Praktiki olaraq lüminessent analiz, qaydaya görə, məhlulların flüoressensiyasının müşahidə edilməsidir. Flüoressensiyanın rənginin dəyişməsi yüksəkmolekullu mürəkkəb karbohidrogen qarışıqlarını və onların heterotörəmələrini daha dar fraksiyalara ayırmağa imkan verir. Flüoressensiyanı tətbiq etməklə neft məhsullarının struktur-qrup tərkibini təyin etmək olar [17, 64].

Ağır Suraxanı xam neftindən ayrılmış AQK üçün, ilk dəfə olaraq, UB- şüanın təsiri altında vizual analizin yerinə yetirilməsi və alınan nəticələr haqqında əvvəlki fəsildə məlumat vermişdik. Lakin biz analizlərin dəqiqliyinin artırılması məqsədilə heksan həlledicisində hər bir AK komponenti üçün müxtəlif qatılıqlı məhlullar hazırlamış və onların lüminessensiyasını tədqiq edilmişdir. Cədvəl 2.1.7-də vizual müşahidədən sonra lüminessent tədqiqatların nəticələri verilmişdir.

**Cədvəl 2.1.7. Müxtəlif qatılıqlı ağır Suraxanı neftinin AqK-in lüminessensiyasının vizual tədqiqindən alınan nəticələr**

Tədqiq edilən komponentlər	Məhlulların qatılığı, %	Lüminessensiyanın rəngi
I qr. AK	Özü	bənövşəyi
	2.69	açıq bənövşəyi
	1.45	açıq bənövşəyi
II qr. AK	Özü	göyümtül-bənövşəyi
	2.68	bənövşəyi
	1.35	açıq-bənövşəyi
III qr. AK	Özü	firuzə
	2.76	Göy
	1.40	göyümtül-bənövşəyi
IV qr. AK	Özü	sarı-çəhrayı
	2.90	tünd sarı
	1.48	sarı-mavi
Qatran	Özü	tünd qəhvəyi
	2.38	tünd sarı
	0.81	sarı-göy

I qr. AK komponentinin əsas hissəsini təşkil edən mono- və bitsiklik AK-ın rəngsiz lüminessensiya işığını verməsinə baxmayaraq, fenantren bənövşəyi flüoressensiya işığını verir. II qr. AK komponentinin flüoressensiyası bənövşəyi rəngin müxtəlif çalarlarına məxsus flüoressensiya işığını verir ki, bu lüminessensiya işığı fenantren və onun alkiləvəzedicilərinə aiddir.

Burada həm də, alkiləvəzölunmuş naftalinlər mövcuddur. III qr. AK firuzə rəngli işıqlanmaya malikdir: bu göy və yaşıl rənglərin qarışığıdır. Bu rəngi 9,10-difenilantrasen (göy rəngli flüoressensiya) və 9,10-bis 2-feniletilantrasenin (yaşıl rəngli flüoressensiya) qarışığına aid etmək olar. Bundan başqa, müxtəlif qatılıqlarda göy, bənövşəyi rəngli flüoressensiya müşahidə olunur ki, bu da göstərilən fraksiyanın tərkibində alkiləvəzölunmuş fenantren və antrasen karbohidrogenlərinin olduğunu göstərir (cədv. 2.1.8).

IV qr. AK-nın sarı rəngli lüminessensiya işığını verməsi onun tərkibində kondensə olunmuş PAK-in olduğunu göstərir. Göstərilən komponentdə antrasenin, 1,2,5,6- dibenzantrasenin, 9,10-difenilantrasenin (göy flüoressensiya) və fenantren karbohidrogenlərinin olmasını uyğun gələn flüoressent işıqlanma təsdiq edir. Alınan bu nəticələr əvvəlki vizual tədqiqatlardakı nəticələri bir daha yüksək dəqiqliklə təsdiq edir.

PAK-in müxtəlif lüminessent həyəcanlanma maksimumlarında lüminessensiyasının (şəkl. 2.1.8) analizi həyəcanlaşdırıcı işığın dalğa uzunluğu az olduqca AK-ın (naftalin karbohidrogenləri) lüminessensiya maksimumlarının bir o qədər intensiv olduğunu göstərir. Məsələn, I qr. AK komponentini  $\lambda_{\text{həy maks}} = 220 \text{ nm}$  və  $\lambda_{\text{həy maks}} = 266 \text{ nm}$ -də həyəcanlandırdıqda, uyğun olaraq, 290.93 nm və 335.93 nm lüminessensiya maksimumları qeydə alınmışdır (cədv.2.1.9).



**Cədvəl 2.1.8. Ağır Suraxanı xam neftinin AK-nin həyacanlanma və lüminisensiya maksimumları**

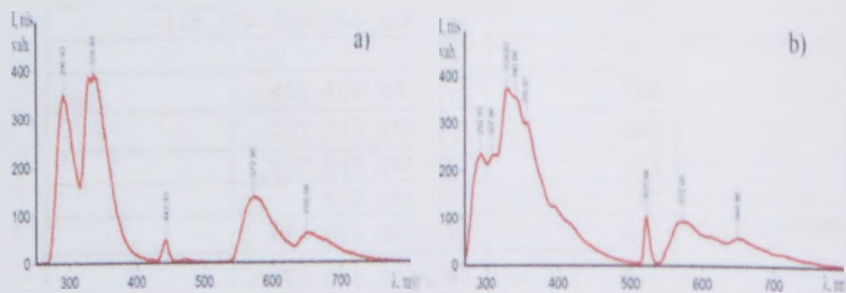
Nümunənin adı	$\lambda_{\text{həy.mak}}, \text{nm}$	$\lambda_{\text{lümin}}, \text{nm}$
1	2	3
Neft	206	485, 390-700
	226, 255, 266, 270, 275, 295	360-650, 400-620
	340	400-620 ( $\lambda=206 \text{ nm}$ şüalanma intensivliyi zəifdir)
	375	458
	425	475, 500
	480	521
	520	580, 625
	610	640
Iqr.	220	291, 336, 444, 572, 650
	250	498, 563, 581, 631, 657, 698, 744
	266	292, 308, 329, 340, 355, 443, 521, 572, 565, 575, 648, 655
	295	599, 631, 658, 686
	366	410, 727
	386	403, 408
	417	444, 475, 521
IIqr.	230	331, 342, 460, 491, 496; 493, 657
	216	337
	220	433, 575, 653, 332, 341, 445, 578, 655
	266	330, 340, 354, 391
	314	521, 573, 616, 653
	340	360, 425, 630, 660, 680, 684, 707
III qr.	230	332, 344, 451, 460, 625, 651
	266	315, 359, 375, 400, 415, 521, 658
	275	316, 357, 368, 617, 711,
	417	551, 620
	366	444, 475, 521
392	415, 446, 96733,	

1	2	3
IV qr.	230	359, 461, 625
	255	693
	266	365, 496, 96, 714
	270	377; 521.94; 727
	307,375	359, 365, 377, 392
	390	410
	417	473, 425, 445, 462, 473, 521
qatran	215	358
	242	375, 485, 534, 725
	266	376, 538, 615, 725
	270	378, 547, 615, 725
	295	380, 400, 590
	316	384, 400, 470, 630
	340	387, 400, 470, 678
	385	420, 434
	425	461, 480, 485
	450	480

**Cədvəl 2.1.9 Ağır Suraxanı xam nefti və onun komponentlərində mono-, bi- və tritsiklik aromatik karbohidrogenlərin bəzi lüminisensiya maksimumlarına görə paylanması**

Neft məhsullarının adları	Lüminisensiya zolaqlarının maksimumları, nm		
	Monotsiklik AK-lar və onların alkiləvəzediciləri	Bitsiklik AK-lar və onların alkiləvəzediciləri	Tritsiklik AK-lar və onların alkiləvəzediciləri
	1	2	3
I qr.AK	290, 291, 292, 308	329, 336, 340, 355	403, 408, 410, 443, 444, 475, 498, 521, 391, 417
II qr.AK	—	330, 331, 332, 337, 340, 341, 342, 354, 360	420, 425, 433, 445, 460, 521, 475, 492, 493, 475, 498, 375, 395, 400, 415, 444

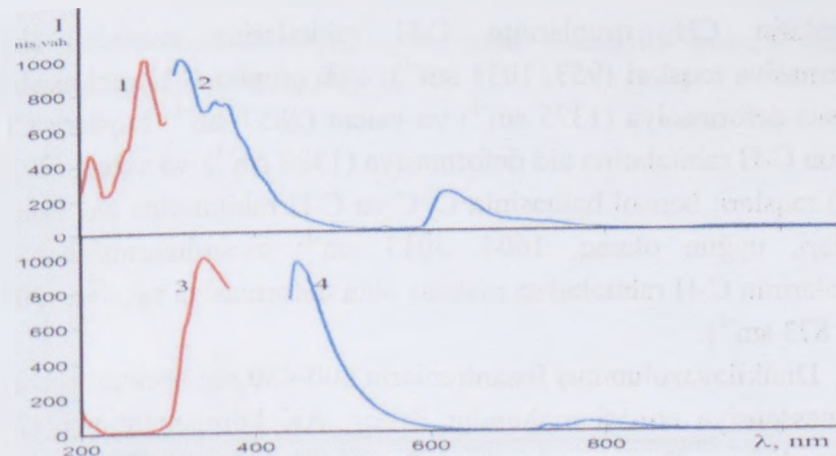
1	2	3	4
III qr.AK	—	315, 316, 332, 344, 357, 368	447, 551, 460, 493, 620
IV qr.AK	—	359, 365, 377	410, 425, 445, 462, 473, 497, 522



Şək.2.1.8. I qr. AK a)  $\lambda_{\text{həy.mak.}} = 220 \text{ nm}$  və b)  $\lambda_{\text{həy.mak.}} = 266 \text{ nm}$  lüminessent həyəcanlanma maksimumlarında lüminessensiya spektrləri.

Lüminessensiya maksimumunun intensivliyi  $\lambda_{\text{həy.maks}} = 220 \text{ nm}$ -də, demək olar ki,  $\lambda_{\text{həy.mak}} = 266 \text{ nm}$  maksimumda həyəcanlanma zamanı olan intensivlikdən çoxdur. Qeyd etmək lazımdır ki, I qr. AK  $>500 \text{ nm}$  spektral sahədə lüminessensiya maksimumlarına malikdir. Həyəcanlandırıcı işığın dalğa uzunluğunun qiymətini  $250 \text{ nm}$ -dən  $300 \text{ nm}$ -ə kimi artırıqda lüminessensiya daha da intensivləşir.

I qr. AK komponentindən fərqli olaraq, II qr. AK komponentinin uyğun gələn UB- spektral sahədə lüminessensiyasının intensivliyi, demək olar ki, 6 dəfə azdır. Bu halda tədqiq edilən spektral sahə genişləyir ( $500\text{-}800 \text{ nm}$ ) və daha azenerjili maksimumlar meydana çıxır. III qr. AK komponentinin  $275 \text{ nm}$ -də həyəcanlandırılması zamanı  $316, 357, 368, 551$  (zəif) və  $620 \text{ nm}$  lüminessensiya maksimumları qeydə alınır (şək.2.1.9).



Şəkil 2.1.9. Ağır Suraxanı xam neftin III qr. AK-nin lüminessent həyəcanlanma(1,3) və lüminessensiya (2,4) spektrləri:  $\lambda_{\text{həy.mak.}} = 275 \text{ nm}$ ,  $\lambda_{\text{həy.maks.}} = 366 \text{ nm}$

Antrasenin udma maksimumunda —  $275 \text{ nm}$ -də (bu fenantrenin udma sahəsinin dən kənarıdır) bu komponentin həyəcanlandırılması antrasen karbohidrogenlərinin strukturunu daha dəqiq təyin etməyə imkan verir. III qr. AK fraksiyasını  $275 \text{ nm}$ -də həyəcanlandırdıqda  $316, 357, 368, 617, 711 \text{ nm}$  lüminessensiya zolaqları müşahidə olunur. Lakin hər iki halda tədqiqat prosesində lüminessensiya maksimumlarına uyğun həyəcanlanma maksimumları yazıldıqda  $200 \text{ nm}$  və  $212 \text{ nm}$ -də lüminessent həyəcanlanma zolaqları müşahidə edilir. Bu göstərilən komponentin tərkibinə daxil olan antrasen birləşmələrinin bir hissəsinin oksidləşdiyini göstərir.

Göstərilən fakt İQ- spektroskopiyaya metodunun köməyiylə təsdiq olunur: İQ- spektrdə oksigentərkibli birləşmələrə məxsus zəif intensivlikli udma zolaqları ( $1187, 1741, 3452 \text{ sm}^{-1}$ ) qeydə alınır. Bundan başqa, bu komponentin İQ - spektrində aşağıdakı udma zolaqları müşahidə edilmişdir: C-H əlaqəsinin deformasiya ( $749, 1456 \text{ sm}^{-1}$ ) və valent ( $2924 \text{ sm}^{-1}$ ) rəqsləri;  $\text{CH}_2$  qrup əlaqələri;

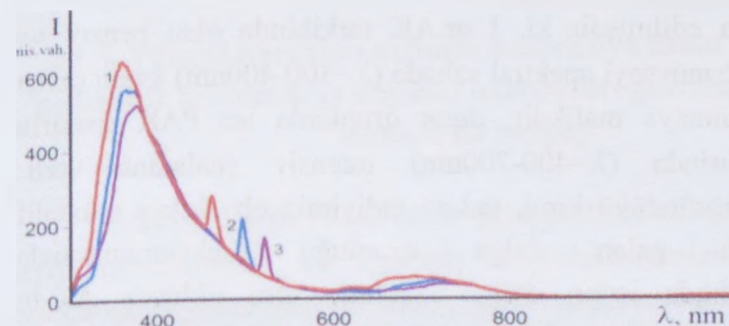


naftenlərin  $\text{CH}_2$  qruplarının C-H rabitələrinə məxsus olan deformasiya rəqsləri ( $953, 1031 \text{ sm}^{-1}$ );  $\text{CH}_3$  qrupun C-H rabitələrinə məxsus deformasiya ( $1375 \text{ sm}^{-1}$ ) və valent ( $2857 \text{ sm}^{-1}$ ) rəqsləri; CH qrupun C-H rabitələrinə aid deformasiya ( $1308 \text{ sm}^{-1}$ ) və valent ( $2924 \text{ sm}^{-1}$ ) rəqsləri; benzol həlqəsinin C=C və C-H rabitələrinə aid valent rəqsləri, uyğun olaraq,  $1604, 3013 \text{ sm}^{-1}$ ; əvəzolunmuş benzol həlqələrinin C-H rabitələrinə məxsus olan deformasiya rəqsləri ( $701, 811, 873 \text{ sm}^{-1}$ ).

Dialkiləvəzolunmuş fenantrenlərin  $400\text{-}480 \text{ nm}$  spektral sahədə lüminessensiya etməsi məlumdur IV qr. AK komponentində  $470, 472$  və  $420 \text{ nm}$  lüminessensiya zolağı maksimumlarında ( $200 \text{ nm}$ -də lüminessent həyəcanlanma maksimumu qeydə alınır) lüminessent həyəcanlanma spektrlərinin öyrənilməsi göstərilən birləşmələrin bu komponentdə olmasını təsdiq edir. Qeyd etmək lazımdır ki,  $290$  və  $313 \text{ nm}$  lüminessensiya zolaqları asenaften və naftalinin lüminessensiya zolaqları ilə örtülür.

Digər komponentlərdə olduğu kimi, IV qr. AK komponentinin lüminessensiya spektrlərinin öyrənilməsi onun tərkibinin bir neçə kondensləşmiş PAK qarışığından ibarət olduğunu göstərir. Bu komponent əsasən dialkiləvəzolunmuş fenantren və antrasenlərdən ibarətdir.  $462, 497$  və  $521 \text{ nm}$  lüminessensiya maksimumlarından istifadə edilməklə  $\lambda = 230.93, 249$  və  $260.93 \text{ nm}$ -də lüminessent həyəcanlanma maksimumları qeydə alınır. Bütün hallarda lüminessent həyəcanlanma spektrlərinin strukturunun dəyişməz qalmasına baxmayaraq, spektr uzundalğalı spektral sahəyə doğru sürüşür. Verilmiş spektr  $200\text{-}450 \text{ nm}$  spektral sahəni əhatə edir və olduqca mürəkkəb struktura malikdir, belə ki, bu spektral sahədə bütün lüminessent həyəcanlanma zolaqları bir-birini örtür. IV qr. AK komponenti, həmçinin,  $232, 250$  və  $262 \text{ nm}$  maksimumlarında həyəcanlandırıldıqda dalğa uzunluğu böyüdükcə lüminessensiya

spektrlərinin forması dəyişməyib, onlar azenerjili spektral sahəyə doğru sürüşürlər (şək.2.1.10).



Şəkil 2.1.10. Ağır Suraxanı xam neftinin IV qr. AK komponentinin lüminessensiya spektrləri:  $\lambda_{\text{həy. mak.}}=232 \text{ nm}$ ,  $2-\lambda_{\text{həy. mak.}}=250 \text{ nm}$ ,  $3-\lambda_{\text{həy. mak.}}=262 \text{ nm}$

IVqr. AK-ın İQ-spektrlərində aşağıdakı udma zolaqları maksimumları müşahidə edilmişdir:  $\text{CH}_2$  qrupun C-H rabitəsinin riyazi rəqsləri ( $749 \text{ sm}^{-1}$ );  $\text{CH}_2$  qrupun C-H rabitəsinin deformasiya ( $1457 \text{ sm}^{-1}$ ) və valent ( $2923 \text{ sm}^{-1}$ ) rəqsləri;  $\text{CH}_3$  qrupun C-H rabitəsinin deformasiya ( $1375 \text{ sm}^{-1}$ ) və valent ( $2854 \text{ sm}^{-1}$ ) rəqslərinə; CH qrupun C-H rabitəsinin deformasiya ( $1313 \text{ sm}^{-1}$ ) və valent ( $2924 \text{ sm}^{-1}$ ) rəqslərinə; naftenlərin  $\text{CH}_2$  qrupun C-H rabitəsinin deformasiya ( $964, 1031 \text{ sm}^{-1}$ ) rəqslərinə; benzol həlqəsinin C=C rabitəsinin valent ( $1603 \text{ cm}^{-1}$ ) rəqsləri; əvəzolunmuş benzol həlqəsinin C-H rabitəsinin deformasiya rəqsləri ( $675, 810, 872 \text{ sm}^{-1}$ ). Bu birləşmənin İQ- spektrində oksigentərkibli birləşmələrə aid olan zəif intensivlikli udma zolaqları ( $1166, 1738, 3438 \text{ sm}^{-1}$ ) qeydə alınır.

Qeyd etmək lazımdır ki, həyəcanlandırıcı işığın dalğa uzunluğu artdıqca lüminessensiyanın intensivliyi azalır və lüminessensiya spektrlərinin forması saxlanılmaqla maksimumlar uzundalğalı

spektral sahəyə doğru yerini dəyişir. Lüminissensiyanın həyacanlanma spektrlərinin maksimumları böyüdükcə onların lüminissensiya intensivliyi artır.

Müəyyən edilmişdir ki, I qr.AK tərkibində olan benzol və naftalin ulturabənövşəyi spektral sahədə ( $\lambda=300-400\text{nm}$ ) kvant çıxışı az olan şüalanmaya malikdir, digər qruplarda isə PAK spektrin görünən sahəsində ( $\lambda=400-700\text{nm}$ ) intensiv şüalanma verir. Spektrlərdən görüldüyü kimi, tədqiq etdiyimiz obyektləri müxtəlif PAK uyğun gələn dalğa uzunluğu maksimumlarında həyacanlandırdıqda işığın dalğa uzunluğu qısa olduqca AK-in lüminessensiyası daha intensiv olur.

Komponentlərdə  $>600\text{ nm}$  spektral sahədə lüminessensiya maksimumlarının intensivliyi əsas flüoressensiya maksimumlarının intensivliyinə nisbətən zəifdir. Bu zolaqları PAK-in fosforessensiyasına aid etmək olar.

Məlumdur ki, PAK molekullarının fosforessensiyası aşağı triplet səviyyənin sıfırıncı rəqsi yarım səviyyəsindən əsas  $S_0$ -halının müxtəlif rəqsi yarım səviyyələrinə keçidlə xarakterizə olunur, fosforessensiya spektrinin strukturu, flüoressensiya spektrinin strukturu kimi, əsas elektron halındakı molekulun normal rəqslərinin tezliyi ilə təyin edilir [85, 97]. Aşağı triplet səviyyə ilə  $S_0$  arasındakı energetik sədd az olduqca, fosforessensiya bir o qədər intensiv olur.

Beləliklə, ağır Suraxanı neftinin və ondan MAX yolu ilə ayrılmış komponentlərin AK-nın spektral-lüminessent xassələrinin tədqiqi nəticəsində onların naften-parafin karbohidrogenlərdən başqa, həm də, əsasən mono-, bi- və tritsiklik AK-lar və onların alkiləvəzedicilərindən ibarət olduğu aşkar edilmişdir. Bu neft parafin-naften əsaslı neftlərə aiddir.

Alınan nəticələr digər yüksək həssaslıqlı metodlardan alınan

məlumatlarla birlikdə verilmiş neftin istifadə edilməsi məsələsinə daha rəasional, əsaslı surətdə yanaşmağa imkan verir.

### 2.1.3. Yüngül Suraxanı neftinin adsorbsiya üsulu ilə ayrılmış politsiklik aromatik və doymuş karbohidrogenlərinin $^1\text{H}$ NMR metodu ilə tədqiqi

Suraxanı yatağı 75348 sayılı quyu neftinin adsorbsiya üsulu ilə ayrılmış aromatik və doymuş karbohidrogenləri NMR  $^1\text{H}$ -spektroskopiyaya metodunun köməyi ilə də tədqiq edilmişdir [77, 78].

Yüngül Suraxanı xam neftinin  $^1\text{H}$  NMR spektrində kimyəvi sürüşmənin  $\delta=0.88$  və  $1.28$  ppm qiymətlərində alkil zəncirin, uyğun olaraq,  $-\text{CH}_3$  və  $-\text{CH}_2$  qruplarına məxsus rezonans siqnallar müşahidə olunur (şəkl.2.1.11). Cədvəl 2.1.10-dan görüldüyü kimi, bu qruplara düşən hidrogen atomlarının payı ( $\text{H}_\beta$  və  $\text{H}_\gamma$ ) dominatlıq təşkil edir və ümumilikdə 72%-dən çoxdur.

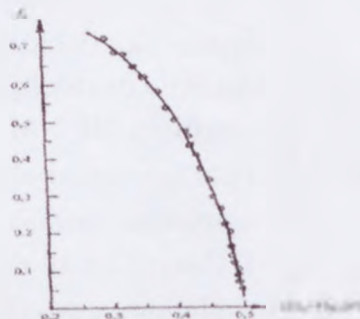


Şəkl. 2.1.11. Yüngül Suraxanı neftinin  $^1\text{H}$  NMR- spektri

Naften strukturlarındakı protonların payı (spektrin  $\delta=1.4-2.0$  ppm oblastı)  $\sim 22\%$ , aromatik nüvələrə nəzərən  $\alpha$ - vəziyyətdə yerləşən  $-\text{CH}-$ ,  $\text{CH}_2-$  və  $\text{CH}_3$  qruplarının ( $\delta=2.0-2.9$  ppm oblastı) nisbi payı isə (cədvəl 2.1.10-da  $\text{H}_\alpha$ )  $\sim 3\%$  ətrafındadır.



Neft fraksiyalarının mühüm xarakteristikalarından biri də onların aromatiklik dərəcəsidir ( $f_a$ ). Bu parametrin təyin edilməsi üçün müxtəlif üsullardan istifadə olunur (spektrofotometrik, rəng spektrskopiya, NMR və s.). Bunlardan ən sadəsi qrafiki üsul sayılır. Bu üsul aromatiklik dərəcəsinin  $^1\text{H}$  NMR–spektroskopiya köməyi ilə hesablanmış  $(H_\alpha + H_{\beta,\gamma})/2$  parametridən asılılığına əsaslanır (şək. 2.1.12).



Şək. 2.1.12. Neftlərin aromatiklik dərəcəsinin  $(H_\alpha + H_{\beta,\gamma})/2$ -nin qiymətindən asılılığı

Suraxanı neftinin müxtəlif karbohidrogen nümunələrinin aromatiklik dərəcəsi bu üsulun köməyi ilə, yəni qrafiki üsulla təyin edilmişdir (cədvəl 3.9). Bu üsulun üstün cəhətlərindən biri də analizin çox vaxt aparmaması və alınan nəticələrin xətasının nisbətən kiçik olmasıdır ( $\Delta f = \pm 0.5\%$ ).

Fraksiyaların "orta" molekullarında doymuş fraqmentləri daha ətraflı tədqiq etmək məqsədilə aromatik nüvələrə nəzərən  $\beta$  və  $\gamma$  vəziyyətlərində yerləşən alkil qrupların ( $\text{CH}_3$  və  $\text{CH}_2$ ) nisbəti də təyin edilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, bu nisbət ( $J = \text{CH}_3/\text{CH}_2$ ) alifatik zəncirlərin şaxələnmə dərəcəsinə xarakterizə edən əsas parametrdən sayılır və izoparafın indeksi adlanır.

Cədvəl 2.1.10. Yüngül Suraxanı xam neftinin PNK və AQK-nın struktur parametrləri

Karbohidrogenlər	Hidrogen atomlarının müxtəlif struktur qruplar üzrə nisbi paylanması, %						Aromatiklik dərəcəsi	İzoparafın indeksi
	$H_{Ar}$	$H_{doy}$	$H_\alpha$	$H_\beta$		$H_\gamma$		
Neft	0,9	99,1	2,8	(21,7)	29,3	43,3	~0,03	1,3
PN	izi	~100	0,5	(14,9)	41,6	43,0	izi	0,96
I qr AK	20,1	79,9	28,4	(10,0)	23,7	17,8	0,52	0,50
II qr AK	17,9	82,1	31,6	(10,1)	24,8	15,6	0,49	0,87
III qr AK	18,7	81,3	4,1	(9,1)	23,9	14,2	0,50	0,83
Qatran	4,4	95,6	9,9	(10,4)	47,8	27,5	0,20	0,38

\*Mötərizələrdə naftin strukturlarının payı göstərilmişdir

Cədvəl 3.9-a nəzər saldıqda aydın olur ki, Suraxanı xam nefti və onun adsorbsiya üsulu ilə ayrılmış PNK yüksək izoparafın indeksi ( $J$ ) ilə xarakterizə olunurlar (cədvəl 3.9-da, uyğun olaraq, 1.3 və 0.96). İzoparafın indeksinin belə yüksək qiyməti tədqiq olunan quyu neftinin tərkibində şaxələnməmiş alkanların üstünlük təşkil etdiyini sübut edir. Cədvəl 3.9-un aşağı hissəsində yer tutan nümunələrdə (I-ci, II-ci, III-cü qrup aromatik karbohidrogenlər və qalıq fraksiya) alkil fraqmentlərinin şaxələnmə dərəcəsi yüksək olmayıb, ~0.4–0.9 ətrafında dəyişir. Bu karbohidrogenlərin tərkibində terminal metil qruplarının ( $H_\gamma$ ) payı yüksəkdir (cəmi ~17–48%). AK-ın nüvələrində əvəzlənməmiş hidrogen atomlarının payı ~18–20% təşkil edir. O ki, qaldı qalıq qatran komponentinə, deməkdir ki, onun tərkibi doymuş strukturlar ilə daha zəngindir. Başqa sözlə, hidrogen atomlarının ~96% -i bu komponentin doymuş fraqmentlərinin payına düşür. Bu səbəbdən protonların aromatik həlqələrdəki miqdarı çox da yüksək

deyildir (~4%).

Beləliklə, yüngül Suraxanı neftinin tədqiqindən belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, bu neftin tərkibində şaxələnmiş alkanların miqdarı üstünlük təşkil edir. Bu eksperimental fakt adı çəkilən neftin katalitik krekinq prosesində keyfiyyətli xammal kimi və tibbdə istifadə olunmasına əsas verir.

### 2.1.4. Ağır Suraxanı yatağı neftinin aromatik karbohidrogenlərinin UB- və <sup>1</sup>H NMR- metodları ilə birgə spektroskopik tədqiqi

Ağır Suraxanı neftinin fiziki-kimyəvi xassələri və UB-spektroskopiya metodu vasitəsilə aparılan tədqiqatların nəticələri §2.1.1-də verilmişdir, belə ki, bu quyu nefti və onun komponentlərinin (PNK, I-IV qr.AK və qatran) AK-nın struktur-qrup tərkibinin öyrənilməsi zamanı udma zolaqları yaxın UB – (190–350 nm) və görünən (350–800 nm) spektral sahələrdə qeydə alınmış və onların benzol, naftalin, fenantren, antrasen karbohidrogenlərinə və onların əvəz olunmuş modifikasiyalarına aid olduğu müəyyənləşdirilmişdir [24, 192].

UB- metodunun spektral sahəsi (190–1100nm) ağır Suraxanı xam neftinin AK-nın struktur-qrup tərkibini tam öyrənməyə imkan vermədiyindən, tədqiqat məqsədilə, həmçinin, <sup>1</sup>H NMR metodundan istifadə edilmişdir. Cədvəl 2.1.11-də öyrənilən Suraxanı nefti komponentlərinin əsas fiziki-kimyəvi və NMR <sup>1</sup>H- spektroskopik xarakteristikaları verilmişdir. Cədvəldə verilənlər ayrılmış karbohidrogenlərin orta molekullarının molekul kütlələrinin 182-435 həddində olduğunu və onların 13-32 karbon və 26-47 hidrogen atomlarını saxladığını göstərir. Ən az hidrogen çatışmazlığına (Z) parafin-naftin karbohidrogenləri (Z=0.1) malikdir, AK-ın digər

fraksiyalarında Z-in qiyməti 5.3-16.6 həddindədir ki, bu da tsikllərin sayının və molekulda aromatik hissənin payının artmasını göstərir. Aromatik fraksiyalar üçün atomlar nisbəti H/C 1.45-1.63 həddindədir ki, bu da göstərilən sinif birləşmələr üçün xarakterikdir.

Cədvəl 2.1.11. Ağır Suraxanı xam neftinin qrup komponentlərinin fiziki-kimyəvi və <sup>1</sup>H NMR spektroskopik xarakteristikaları

Karbohidrogen tərkibi	Orta molekul kütləsi	Empirik formul	Struktur qrupları üzrə hidrogen atomlarının orta paylanması, %					Atomların nisbəti	Proton çatışmazlığı	Aromatiklik dərəcəsi
			H <sub>Ar</sub>	H <sub>doy</sub>	H <sub>i</sub>	H <sub>p</sub>	H <sub>y</sub>			
P-N	182.3	C <sub>12,8</sub> H <sub>25,7</sub> N <sub>0,017</sub> S <sub>0,006</sub> O <sub>0,144</sub>	—	~100	13.1	66.0	34	2.02	0.1	—
I qr.AK	196.3	C <sub>14,2</sub> H <sub>23,1</sub> N <sub>0,027</sub> S <sub>0,010</sub> O <sub>0,40</sub>	9.3	90.7	16.1	52.3	22.3	1.63	5.3	0.33
II qr.AK	246.1	C <sub>17,9</sub> H <sub>27,0</sub> N <sub>0,05</sub> S <sub>0,02</sub> O <sub>0,19</sub>	15,0	85	26.4	39.2	19.4	1.5	8.8	0.40
III qr.AK	322.9	C <sub>23,6</sub> H <sub>34,1</sub> N <sub>0,07</sub> S <sub>0,01</sub> O <sub>0,20</sub>	16,0	84	24.6	39.8	19.6	1.45	13.1	0.45
IV qr.AK	435	C <sub>31,5</sub> H <sub>46,6</sub> N <sub>0,20</sub> S <sub>0,04</sub> O <sub>0,24</sub>	13,6	86.4	16	46	24.4	1.48	16.6	0.37
Qatran	550	C <sub>39,6</sub> H <sub>65,1</sub> N <sub>0,028</sub> S <sub>0,11</sub> O <sub>0,22</sub>	4.5	95.5	11.3	57	24.9	1.65	14.1	0.21

PNK üçün nisbətən yüksək qiymətin – H/C = 2.02 olmasına səbəb bu komponentdə aromatik həlqələrin miqdarının olduqca az olması və müxtəlif alifatik qrup və dəstələrin böyük çəkisinin olması ola bilər.

PNK-nın tərkibində orta molekula daxil olan H atomlarının əsas miqdarı doymuş (H<sub>doy</sub>) fraqmentində toplanmışdır. Digərlərində (aromatik birləşmələr və qatranlar) H<sub>doy</sub> ~84-96% intervalında



dəyişir. Praktiki olaraq bütün öyrənilən komponentlərdə  $H_{\beta}$  sonra isə  $H_{\gamma}$  və  $H_{\alpha}$  vəziyyətində olan protonlar üstünlük təşkil edir. Uc metil qruplarındakı ( $H_{\gamma}$ ) hidrogen atomlarının payı geniş intervalda (~19-25%) dəyişir.

P-N komponenti üçün  $H_{\gamma}$  sahəsində H atomlarının nisbətən böyük payının olması bu molekullarda (naften-izoparafinlər) alifatik zəncirin yüksək dərəcədə şaxələnməmiş olmasını göstərir.

Tədqiq edilən karbohidrogen qrupları üçün də aromatiklik dərəcəsinə ( $f_a$ )-ni qrafiki yolla təyin edilmişdir. O müxtəlif neft fraksiyalarının hesablanmış aromatik faktorları ilə onlardakı protonların paylanması (PMR qiymətləri üzrə) arasındakı korrelyasiyadan istifadə edilməyə əsaslanır. Bu metodun üstünlüyü  $^1H$  NMR–spektrlərin analizi üçün sərf edilən vaxtla məhdudlanan aromatiklik dərəcəsinin təyin edilmə sürətinin tez olmasıdır. Cədvəl 2.1.11-dən görüldüyü kimi, bir qrup karbohidrogenlər (I-IVqr.AK) üçün aromatiklik dərəcəsi daima böyüyür və III qr.AK-da maksimuma (~0,45) çatır. Qatranların hibrid molekullarında isə aromatiklik dərəcəsi böyük deyil (0,21), bu say bütün H atomlarının sayının cəmisi 4,5% -ni təşkil edən  $H_{ar}$ -nın aşağı qiyməti ilə təsdiq olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, bu molekullarda naften hissəsinin payı çox yüksəkdir.

Bu neftin, həmçinin, aromatik və doymuş karbohidrogen molekullarının struktur parametrləri hesablanıb (cədv. 2.1.12) [82]. Bu hesablama üsulu aromatik ( $C_a$ ), naften ( $C_n$ ), parafin ( $C_p$ ) karbohidrogenlərində, aromatik həlqəyə birbaşa birləşmiş ( $C_a$ ) yan alkil zəncirində və  $\beta$  vəziyyətində ( $C_{\beta}$ ) birləşmiş  $CH_3$ -,  $CH_2$ -,  $CH$ -qruplarında, terminal metil ( $C_{\gamma}$ ) qruplarında karbon atomlarının miqdarını, həm də, molekulda ümumi həlqələrin ( $K_0$ ) və aromatik ( $K_a$ ), naften ( $K_n$ ) həlqələrinin miqdarını müəyyən etməyə imkan

verir. Alkil əvəzedicilərin orta uzunluğunu xarakterizə edən alifatik zəncirin ( $C_{\beta p}$ ) karbon atomlarının sayı da hesablanıb.  $\sigma_a$  aromatik karbohidrogenlərdə əvəz olunmuş hidrogen atomlarının sayını göstərir. Cədvəl 3.10-da alınan nəticə göstərir ki, Iqr.AK komponenti aromatik (~70%) və naften (~60%) həlqələrindən ibarətdir, hansı ki, alkil əlaqələrində 5-6 atom karbon var. Bu qrupun aromatik fraqmentləri ( $C_a$ ,%) ~33%, naften ( $C_n$ ,%) ~17%, parafin ( $C_p$ , %) ~50% karbon atomlarından ibarətdir. Aromatik həlqədə əvəz olunmuş hidrogenlər çoxdur ( $\sigma_a=50$ ), bu səbəbdən də ola bilsin ki, aromatik strukturda daha çox alkil və digər əvəzedicilər var. II və IV qr.AK-da parafin strukturları (uyğun olaraq, ~49 və 51%) bir-birinə yaxındır, lakin naften strukturlarında və alkil fraqmentlərində karbon atomlarının sayı olduqca fərqlənir.

Cədvəl 2.1.12. Ağır Suraxanı xam neftindən ayrılmış karbohidrogen qruplarının struktur parametrləri

Karbohidrogenlər	Karbon atomlarının sayı			Tisikllərin sayı			Atomların miqdarı C.%			Komponent molekullarında C atomlarının sayı				$X_{\beta}$	$\delta_a$
	$C_{ar}$	$C_n$	$C_p$	$K_n$	$K_a$	$K_0$	$C_a$	$C_n$	$C_p$	$C_{\alpha}$	$C_{\beta}$	$C_{\gamma}$	$C_{\beta e}$		
PN	-	5.7	7.1	0.95	-	0.95	-	44.5	55.5	-	9.9	2.9	4.2	1.72	-
I qr.AK	4.7	2.4	7.1	1.30	0.68	0.62	33.1	16.9	50.0	2.1	5.7	1.7	5.4	1.55	0.50
II qr.AKp	7.2	1.9	8.8	1.80	1.30	0.50	40.2	10.6	49.2	3.0	7.7	1.7	7.1	1.38	0.42
III qr.AK	10.6	0.4	12.6	2.25	2.15	0.10	44.9	1.7	53.4	3.4	9.6	2.2	10.4	1.42	0.38
IV qr.AK	11.7	3.9	16.0	3.45	2.43	1.02	37.0	12.4	50.6	3.4	6.5	3.8	12.2	1.30	0.35
qatran	8.3	8.9	22.4	3.90	1.58	2.32	21.0	22.5	56.5	3.8	7.5	5.9	16.5	1.35	0.57

Aromatik və naften həlqələrinin miqdarı, uyğun olaraq, ~1,3-2,4 və 0,5-1 arasında dəyişir və IV qrup AK-da aromatik hissə daha

çoxdur,  $-12$  C atomundan ibarətdir. Üçhəlqəli AK-in payı 40% ( $K_a=2.43$ )-dir.

III qr.AK-nın strukturu digərlərindən fərqlənir, belə ki, bu nümunənin orta molekulunda ən az pay naftenin karbon ( $-2\%$ ) atomlarına düşür. Tərkibində biaromatik nüvədən normal quruluşlu uzun alkil əvəzedicilər ( $C_{\beta\beta}=10.4$ ) çıxır. Alkil əvəzedicilərin miqdarı 3,4-dür. Bu nümunə yüksək aromatiklik dərəcəsi ilə ( $C_a=45\%$ ) xarakterizə olunur. Ümumi tsikllərin sayı 2.25-dir. Naften-parafin karbohidrogenləri isə ən çox şaxəli ( $C_{\beta\beta}=4.2$ ,  $C_\gamma=2.9$ ) quruluşlu parafin fraqmentləri ilə zəngindir (55.5%).

Qatranın hibrid molekullarının aromatiklik dərəcəsi (0,21) çox deyil, yan zəncirin uzunluğu isə  $\sim 17$  karbon atomundan ( $-43\%$ ) ibarətdir.  $\sigma_a=0.57$  olması hibrid molekulda aromatik həlqələrin yerini göstərir. Naften həlqələrin miqdarı aromatik tsikllərdən çoxdur ( $K_n > K_a$ ), naften hissənin payı çoxdur.

Doymuş fraqmentlərin daha detalları ilə tədqiqi məqsədi ilə eyni zamanda H/C nisbətini hesablanmışdır. Bu nisbət parafin zəncirində  $-CH_2$ ,  $-CH$  qruplarının şaxələnmə dərəcəsini, naften strukturlarında kondensləşmə dərəcəsini xarakterizə edir:  $X_\beta = H_\beta / C_\beta$ .  $X_\beta$  maksimal qiyməti 2 olarsa, onda maddə normal parafin və kondensə olunmamış naften strukturlarında olur. Naften tsikllərinin kondensləşmə və əvəz olunma sayı, parafinlərin isə şaxələnmə dərəcəsi artıqca  $X_\beta$  qiyməti azalır. Bu nöqteyi nəzərdən tədqiq edilən komponentlərdən ən aşağı əvəz olunma və kondensasiya dərəcəsinə malik IV qr.AK komponentidir, hansı ki,  $X_\beta = 1.30$ , digər komponentlərində isə bu qiymət 1.4-1.7 arasında dəyişir.

Aparılan tədqiqatlar Suraxanı yatağının 1311 saylı quyu neftinin komponentlərinin tərkibində 75348 saylı quyu neftinin komponentlərinin tərkibinə nisbətən daha yüksək həlqəli aromatik karbohidrogenlərin olduğunu göstərir. Onlar parafin-naften əsaslıdır.

$^1H$  NMR metodu ilə alınan nəticələr UB- və lüminessensiya metodları ilə alınan nəticələri bir daha təsdiq edir. Ağır Suraxanı xam nefti və ondan ayrılmış komponentlərin tərkib və quruluşlarının tədqiqi üzrə alınan nəticələr onlardan rəşional istifadə edilməsi məsələsinin həllinə daha ciddi yanaşmağı tələb edir

### 2.1.5. Ağır Suraxanı və yağlı Balaxanı xam neftlərinin kimyəvi tərkibləri

$^1Q$ -, NMR- spektroskopik metodlarından istifadə etməklə ağır Suraxanı və yağlı Balaxanı xam neftlərinin və onların karbohidrogen qrup tərkibinin aromatiklik və şaxələnmə dərəcələri müqayisəli şəkildə öyrənilmişdir [194, 196]. Göstərilən neftlərin fiziki-kimyəvi xassələri cədvəl 2.1.13-də verilib.

Cədvəl 2.1.13 Ağır Suraxanı və yağlı Balaxanı xam neftlərinin fiziki-kimyəvi xassələri

№	Fiziki-kimyəvi xassələri	Neftin adı	
		Suraxanı nefti	Balaxanı nefti
1	Sıxlıqı, $20^\circ C$ -də $kg/m^3$	841.7	887.8
2	Özlülüyü, $40^\circ C$ -də $mm^2/s$	6.33	17.05
3	Turşu ədədi, $mEqOH/g$	2.55	3.15
4	Donma temperaturu, $^\circ C$	-40	-50
5	Kükürdün miqdarı, %	0.7809	0.1685
6	Molekul çəkisi	203	284

Cədvəl 2.1.13-dən göründüyü kimi, ağır Suraxanı nefti Balaxanı yağlı neftinə nisbətən az sıxlığa və özlülüyə malikdir. Balaxanı nefti sıxlıq təsnifatına görə ağır neftlərə aid edilir və Suraxanı neftinə nisbətən daha çox kükürlüdür.

Bildiyimiz kimi, xam neftlərin tərkibinə daxil olan parafin, naften, aromatik karbohidrogenlərin, heteroatomlu strukturların, qatran-asfaltın və mineral maddələrin miqdarı müxtəlifdir və geniş



intervalda dəyişir. Neftlərdən alınan məhsulların məsələn, benzinin keyfiyyəti, onun fraksiya və karbohidrogen tərkibindən asılıdır. Benzinin tərkibində izoparafin və aromatik karbohidrogenlərin miqdarı çoxaldıqça, onun oktan ədədi və çeşidliliyi yüksəlir. Dizel yanacaqlarının setan ədədi onların tərkibində normal parafinlərin izoparafinlərə nisbətən yüksək olması ilə əlaqəlidir. NK quruluşundan asılı olaraq onların kimyəvi, fiziki və istismar xassələri dəyişir. NK həlqələrinin sayı artdıqca onların qaynama temperaturu, yan zəncirin uzunluğu artıqca isə özlülük indeksi artır. Yan zəncirdə karbon atomlarının şaxələnmə dərəcəsinin artması donma temperaturunun aşağı düşməsinə səbəb olur. AK-ın təbiəti və miqdarı, əsasən xammalın təbiətindən asılıdır. Onların əsas hissəsi hibrid quruluşda olur.

Ağır Suraxanı və yağlı Balaxanı xam neftlərindən alınan komponentlərin fiziki-kimyəvi xassələri cədvəl 2.1.14- də göstərilib. Cədvəldən aydın görünür ki, götürülən neftlərin tərkibində olan PNK-nın miqdarı digər komponentlərə nisbətən daha çoxdur.

**Cədvəl 2.1.14. Ağır Suraxanı və yağlı Balaxanı xam neftlərindən alınan qrup karbohidrogenləri**

Neftin növü	Qrup karbohidrogenlərinin adı	Neftə görə çıxım, %	Şüasındırma əmsali, $n_d^{20}$	Sıxlıqı, 20°C-də $kq/m^3$	$M_r$
Suraxanı nefti	parafin-naften	75.42	1.4550	825.0	182
	I qr.AK	5.87	1.5108	836.8	196
	II qr.AK	3.68	1.5257	869.5	246
	III qr.AK	6.23	1.5768	902.6	323
	IV qr.AK	4.7	1.5990	984.8	435
	Qatran	4.1	—	1003.1	550
	Balaxanı nefti	parafin-naften	66	1.4748	859.0
I qr.AK		6	1.5028	905.1	333
II qr.AK		6.46	1.5304	946.9	523
III qr.AK		3.19	1.5594	982.7	570
IV qr.AK		9.48	1.5975	1007.3	627
Qatran		8.87	—	1019.5	691

Bu neftlərin parafin karbohidrogenləri normal və şaxələnməmiş quruluşdadır və onların miqdarı neftin növündən asılı olaraq geniş intervalda dəyişir. Şaxəli quruluşlu parafinlər neft fraksiyalarında qeyri-bərabər paylanmışdır. İzoprenoid quruluşlu parafinlərin miqdarı neftə görə dəyişir. Neftin təbii üzvi birləşmələr sırasında naftenlər xüsusi yer tutur. Bu neftlərin tərkibində mono-, bi-, tri- və politsiklik naften və AK-lar mövcuddur. AK-ın miqdarı neftin növündən asılı olaraq dəyişir.

Tədqiq edilən nümunələrin İQ- spektrindəki udma zolaqlarına əsasən neftin kimyəvi tərkibi müəyyən edilmiş və alınan nəticələr cədvəl 2.1.15-də verilmişdir.

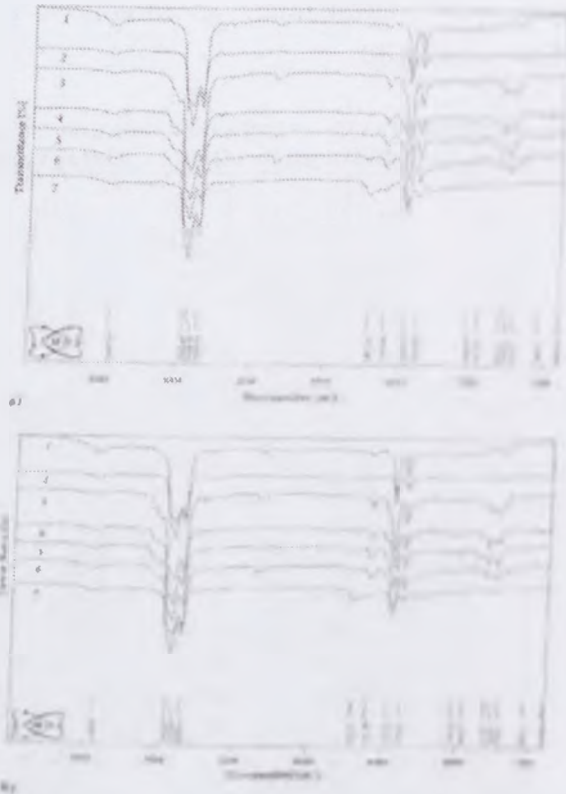
**Cədvəl 2.1.15. Ağır Suraxanı və yağlı Balaxanı xam neftlərinin İQ-spektrlərinə əsasən karbohidrogen tərkibinin spektral xarakteristikaları**

Nümunələr	Neft	PN	I qr.AK	II qr.AK	III qr.AK	IV qr.AK	Qatran	
Suraxanı	P	0.15	0.13	0.12	0.1	0.12	0.11	0.09
Balaxanı		0.17	—	0.27	0.26	0.19	0.22	0.24
Suraxanı	N	0.1	0.11	0.08	0.13	0.1	0.06	0.12
Balaxanı		0.19	—	0.09	0.08	0.11	0.06	0.08
Suraxanı	A	0.06	0.1	0.27	0.29	0.23	0.25	0.28
Balaxanı		0.07	—	0.08	0.13	0.2	0.18	0.21
Suraxanı	P, %	73.2	67.74	47.1	30.4	41.3	45.3	25.7
Balaxanı		82.1	—	43.4	25.3	21.8	32.1	38.1
Suraxanı	N, %	18.6	19.36	18.7	28.8	15.9	33.7	37.1
Balaxanı		13.8	—	33.7	39.7	39.2	30.1	33.1
Suraxanı	A, %	8.2	—	33.5	40.2	42.5	37.8	35.7
Balaxanı		15.2	—	22.5	34.6	38.4	37.5	28.5
Suraxanı	D	0.3	—	1.07	1.23	0.75	1.09	1.28
Balaxanı		0.45	—	0.29	0.48	1.03	0.8	1.12
Suraxanı	J	1.3	—	0.41	0.44	0.45	0.48	0.45
Balaxanı		1.4	—	0.54	0.51	0.54	0.52	0.57

Burada, P- parafin strukturun şərti miqdarı, N-naften

strukturunun şərti miqdarı, A- aromatik strukturun şərti miqdarı, Ə- aromatikləşmə əmsalı, J- şaxələnmə dərəcəsidir.

Neft nümunələrinin İQ- spektrlərinin udma maksimumlarına əsasən 1600–1617 $\text{sm}^{-1}$ -də AK-ın C=C əlaqəsi, 720-749, 1376, 2855 və 1456  $\text{sm}^{-1}$ -də parafin karbohidrogenlərinin metil və metilen qrupları, 960-970, 1037-1044 $\text{sm}^{-1}$ -də isə naften karbohidrogenlərinin metilen qrupunun C-H rabitəsi aşkar edilmişdir, 702, 770, 812, 879  $\text{sm}^{-1}$  udma maksimumları əvəz olunmuş AK-ın C-H əlaqəsinə aiddir (şək.2.1.13).



Şək.2.1.13. a) Ağır Suraxanı və b) yağlı Balaxanı neftləri və onların karbohidrogen tərkibinin İQ- spektrləri: 1- neft; 2- parafin-naften; 3- I qr AK; 4- II qr.AK; 5- III qr.AK; 6- IV qr.AK; 7- qatran

NMR- üsulundan istifadə edərək, ağır Suraxanı və yağlı Balaxanı xam neftlərinin və onlardan ayrılmış komponentlərin struktur parametrləri təyin edilmiş və cədvəl 2.1.16-da verilmişdir. Təqdim olunan cədvəldə nümunələrin karbohidrogen tərkibləri və onları xarakterizə edən ən mühüm struktur parametrlərin qiymətləri verilmişdir. Göründüyü kimi, orta mollekullarda hidrogen atomlarının əsas hissəsi ( $\sim 84\%$  – dən çox) doymuş strukturların payına düşür. Aromatiklik dərəcəsinin ( $f_a$ ) qiymətlərinə nəzər saldıqda görünür ki, bu parametrin nisbətən yüksək qiymətləri ağır və orta-ağır fraksiyalarda müşahidə olunur ( $\sim 40 - 45\%$ ). Digər parametrlərin ( $J$ ,  $H_\gamma$ ) qiymətlərindən tədqiq olunan neftlərin orta molekulalarının parafin zəncirlərində izostrukturların üstünlük təşkil etdiyi görünür.

Aparılan hesablamaların nəticələri (cədvəl 2.1.15 və 2.1.16) tədqiq olunan neftlərin fiziki-kimyəvi göstəriciləri ilə uyğundur, spektral xarakteristikası isə alkan strukturlarının yüksək miqdarının olduğunu təsdiq edir. Yağlı Balaxanı xam neftində parafinin miqdarı üstünlük təşkil edir. Hesablanmış parametrlər tədqiq etdiyimiz neftlərin parafin-naften əsaslı olduğunu bir daha təsdiq edir.

Suraxanı nefti naften karbohidrogenlərinin nisbətən çox olması ilə xarakterizə olunur. Buna görə də, Suraxanı neftinin komponentlərindən alınan naften karbohidrogenləri qarışığı antimikrob xassəyə malik olduğu üçün, ondan bəzi dəri, xərçəng xəstəliklərinin müalicəsi üçün təbabətdə istifadə olunur [11]. Bu neftlərin kimyəvi qrup tərkibi İQ- və NMR- spektroskopiya üsulu ilə təsdiq olunur. Ancaq bunların funksional tərkibi bir-birindən fərqlənir ki, bu onların bəzi fiziki xassələrində (donma temperaturunda) fərqlənməyə səbəb olur. Belə ki, donma temperaturu  $-40^{\circ}\text{C}$  (Suraxanı nefti) və  $-50^{\circ}\text{C}$  (Balaxanı nefti) ibarətdir. Hal-hazırda güman etmək olar ki, donma temperaturlarının müxtəlif olması nativ



depressanlardan da asılıdır. Qeyd etmək lazımdır ki, funksional tərkib bir çox səbəblərin nəticəsidir.

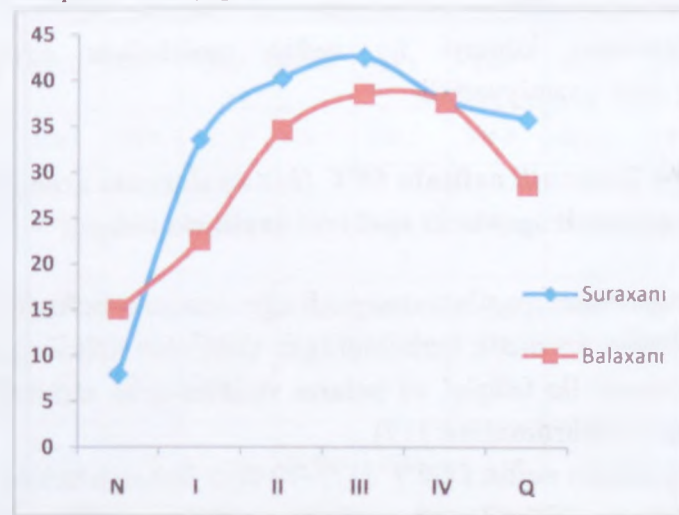
**Cədvəl 2.1.16. Ağır Suraxanı və yağlı Balaxanı neftlərinin və onlardan ayrılmış karbohidrogen komponentlərinin NMR- metoduna əsasən hesablanmış struktur parametrləri**

Numunələr		Neft	PN	I qr. AK	II qr. AK	III qr. AK	IV qr. AK	Qatran	
Hidrojen atomlarının müxtəlif qruplar üzrə paylanması	Suraxanı	H <sub>Ar</sub>	1	—	9.3	15.0	16.0	13.6	4.5
	Balaxanı		2.9	—	4.9	11.4	4.9	12.4	5.8
	Suraxanı	H <sub>o</sub>	3.4	—	16.1	26.4	24.6	16.0	11.3
	Balaxanı		4.9	—	8.9	20.3	9.3	19.8	13.2
	Suraxanı	H <sub>day</sub>	65.6	~100	90.7	85.0	84.0	86.4	95.5
	Balaxanı		58.5	64.2	63.1	47.1	56.5	50.4	58.8
	Suraxanı	H <sub>y</sub>	35.0	34.0	22.3	19.4	19.6	24.4	24.9
	Balaxanı		33.7	35.8	29.1	21.2	29.3	17.4	22.2
f <sub>z</sub>	Suraxanı	f <sub>n</sub>	0.08	—	0.331	0.402	0.43	0.36	0.34
	Balaxanı		0.15	—	0.22	0.35	0.38	0.37	0.28
J	Suraxanı	B	0.83	0.42	0.40	0.45	0.46	0.46	0.43
	Balaxanı		0.85	0.49	0.53	0.50	0.53	0.51	0.54

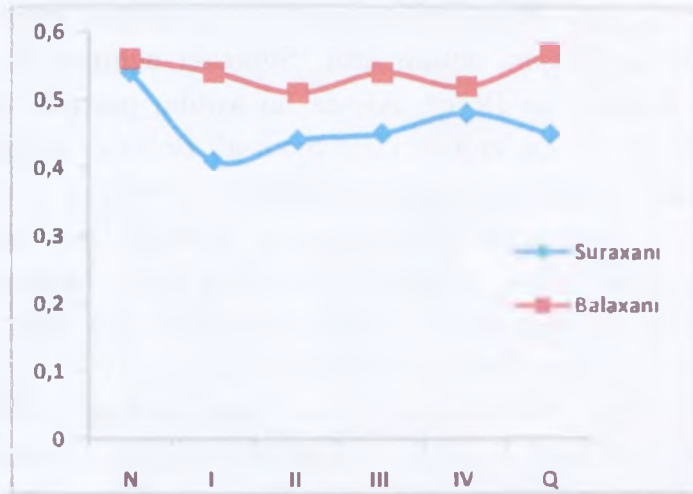
Cədvəl 2.1.15 və 2.1.16 əsasən qurulmuş qrafik müvafiq olaraq şəkl. 2.1.13 və 2.1.14- də göstərilmişdir. Şəkl.2.1.13-də hər iki neft nümunəsinin aromatiklik əmsalının və AK qruplarından asılılıq qrafiki göstərilmişdir. Bu qrafikdən görünür ki, qruplar üzrə kondensləşmiş arenlərin miqdarı artır. Qatranda bu hibrid quruluşlu birləşmələr üstünlük təşkil edir. Qrafikdən də görüldüyü kimi, ağır

Suraxanı və yağlı Balaxanı xam neftlərində qrupun sıra nömrəsi artdıqca aromatikləşmə əmsalı artır. Suraxanı neftində III və IV, Balaxanı neftində isə IV qr. AK-da bu asılılıq pozulur. Suraxanı neftinin IV qr. AK-da aromatikləşmə əmsalı Balaxanı neftinin eyni qrup karbohidrogeninə nisbətən üstündür. Hər iki neftin III qrupunun AK-da isə bu mütənasiblik əksinə olur. Aromatikləşmə əmsalının qiymətinə görə neftin növünü təyin etmək olur. Aromatikləşmə dərəcəsi yüksək olan neftin tərkibində qatran daha sabit kolloid halındadır. Bu isə depressif effekti təmin edir.

Şəkil 2.1.14-də tədqiq edilən xam neftlərin şaxələnmə əmsalının və onlardan ayrılan AQK-dan asılılığı göstərilmişdir. Qrafikə əsasən demək olar ki, yağlı Balaxanı neftinin izoquruluşlu birləşmələrinin miqdarı ağır Suraxanı neftinə nisbətən üstünlük təşkil edir. Bu da Balaxanı neftinin yanacaq kimi tətbiqini artırır. Həmçinin, verilmiş neftlərdə müəyyən miqdar qatran var ki, hansı ki, o təbii depressatordur. Bunun da nəticəsində ağır Suraxanı neftinin donma temperaturu aşağıdır.



**Şəkl.2.1.13. Aromatiklik dərəcəsinin karbohidrogen tərkibindən asılılığı**



Şək.2.1.14. Şaxələnmə dərəcəsinin karbohidrogen tərkibindən asılılığı

Beləliklə, spektral əmsallar neftlərin funksional tərkibini interpretasiya etməyə imkan verir ki, bu da neftlərdə komponentlərin bir-biri ilə qarşılıqlı təsiri nəticəsində onun fiziki göstəricilərinin qanunauyğunluğunu aşkar edir. Az vaxt sərf etməklə, IQ- və NMR-spektroskopiyasının köməyi ilə neftin molekulyar səviyyədə öyrənilməsi daha əhəmiyyətlidir.

### 2.1.6. Ağır Suraxanı neftinin 50°C fraksiyalarında aromatik karbohidrogenlərin spektral üsullarla tədqiqi

Apardığımız tədqiqatların məqsədi ağır Suraxanı neftinin 50°C-lik fraksiyalarının aromatik karbohidrogen tərkibinin müasir spektral cihazların köməyi ilə tədqiqi və onların struktur-qrup tərkibinin və quruluşlarının araşdırılmasıdır [19].

Tədqiq olunan neftin ΓOCT 2177-99 üzrə fraksiya tərkibi təyin edilib. Müəyyən olunub ki, 180°C, 200°C, 300°C-ə qədər fraksiyaların çıxımı uyğun olaraq — 15, 20 və 48 həcm% təşkil edir.

Suraxanı yatağı 1311 sayılı quyu nefti Amerika istehsalı olan “Xam neftin distillə” aparatında 50°C-lik fraksiyalara qovulub və çıxım faizi 0.1% olan qaz fraksiyası yığılıb. Qaz fraksiyası qaz xromatoqrafiya – Auto sistem XL cihazında tədqiq edilib və onun 1.99% metan, 41.96% etan, 42.68% propan, 11.08% i-butan, 1.9% n-butan, 0.06% 2,2-dimetilpropan, 0.27% i-pentan, 0.05% n-pentandan ibarət olduğu müəyyən edilib. Ağır Suraxanı neftinin 50°C-lik fraksiyalarının fiziki-kimyəvi xassələri cədvəl 2.1.17 -də göstərilib.

Cədvəl 2.1.17. Ağır Suraxanı neftinin 50°C-lik fraksiyalarının keyfiyyət göstəriciləri

Göstəricilər	Fraksiyalar, °C								
	55-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350	350-400	400-450	450-500
Çıxım, % lit	3.77	7.5	8.9	10.69	13.05	12.24	3.81	8.53	11.2
Şüasındırma əmsali, $n_D^{20}$	1.4056	1.4244	1.4460	1.4583	1.4656	1.4710	1.4843	1.4865	1.4932
20°C-də sıxlıq, $\rho_4/m^3$	723.0	761.9	798.6	821.8	831.9	841	867.9	874.3	886.1
Molekul çəkisi	106.3	128.5	156.2	178.8	190.2	201.8	255.2	280.1	307.9
40°C-də kinematik özlülük, $\nu_4/m^2/s$	0.58	0.73	1.02	2.01	3.30	6.65	18.64	0.55	71.89
Kükürd, % kütə	0.003	0.007	0.013	0.015	0.038	—	0.085	0.089	0.89
Donma temperaturu, °C	-62	-63	-63	—	-31	-18	0	+4	+12
Turşu ədədi, $mgKOH/g$	—	0.28	0.59	0.63	0.48	—	0.36	0.52	0.55

Bu neftin 50°C-lik fraksiyalarının tərkib və struktur-qrup



tərkibini İQ- və UB- spektroskopiya üsulları ilə tədqiqatlar aparılmışdır.

İQ- spektrlərin identifikasiyası ağır Suraxanı neftinin benzin fraksiyalarının (100-150<sup>0</sup>C, 150-200<sup>0</sup>C) tərkibinin parafin (740, 1374, 1454, 2860. 2920, 2952 sm<sup>-1</sup>), naften (966 sm<sup>-1</sup>) və aromatik (1603 sm<sup>-1</sup>) karbohidrogenlərdən ibarət olduğunu göstərir. 779, 812, 844, 880 sm<sup>-1</sup> spektral sahəsində müşahidə olunan udma maksimumları əvəz olunmuş benzol həlqəsi üçün xarakterik olan C–H əlaqəsini təyin edir (şək. 2.1.16).



Şək.2.1.16. Ağır Suraxanı neftinin fraksiyalarının İQ-spektrləri: a) 100-150<sup>0</sup>C fraksiya, b) 450-500<sup>0</sup>C fraksiya

Tədqiqat zamanı digər fraksiyalardan fərqli olaraq 450-500<sup>0</sup>C qaynayan fraksiyasının İQ-spektrində oksigen saxlayan –C–O– (1160, 1171, 1158, 1159 sm<sup>-1</sup>) və C=O (1698, 1748 sm<sup>-1</sup>) əlaqələri müşahidə olunur (şək. 2.1.16 b)).

50<sup>0</sup>C-lik fraksiyaların AK-nın UB-spektrlərinin nəticələri cədvəl 2.1.187-də verilib. Alınan nəticələr temperatur artıqca aromatik karbohidrogenlərin miqdarının 300-350<sup>0</sup>C fraksiyasına kimi artdığından, 350–400<sup>0</sup>C fraksiyasında isə başlayaraq azaldığını göstərir.

Cədvəl 2.1.18. Ağır Suraxanı neftinin fraksiyalarında AK-ın miqdarı

Fraqsiyalar, °C	AK-ın miqdarı, % küt.				Cəmi
	Benzol	Naftalin	Fenantren	Antrasen	
55-100	0,02	-	-	-	0,02
100-150	4,5	1,8	-	-	6,3
150-200	11,4	2,7	0,03	-	14,2
250-300	12,3	3,78	0,12	-	16,2
300-350	5,45	3,6	0,45	0,01	9,5
350-400	5,3	2,9	0,50	0,01	8,7
400-450	5,09	2,5	0,6	0,02	8,2
450-500	5,6	2,54	0,61	0,05	8,8

Göründüyü kimi, UB- spektroskopiyanın nəticələrinə görə ağır Suraxanı neftinin 50<sup>0</sup>C-lik fraksiyalarında AK-ların miqdarı 0.02–8.8 %küt. intervalında dəyişir. Alkiləvəz olunmuş PAK nəzərə alaraq hesablamalar apardıqda UB-, İQ- və NMR- spektroskopiya metodları üzrə alınan nəticələrə əsasən AK-ın ümumi miqdarı 0.01–9 %küt. intervalında dəyişir.

Beləliklə, ağır Suraxanı nefti yüngül, kükürlü, az qatranlı, parafen-naften əsaslı olub, tərkibində oksigenli maddələr vardır və AK-ın miqdarı əsasən 350<sup>0</sup>C-yə kimi artır. Qaz fraksiyaları bu neftin əsas tərkib hissəsidir.

### 2.1.7. Nativ neftlərdə EPR- spektroskopiya metodu ilə asfaltenlərin tədqiqi

Müasir təsəvvürlərə görə, artıq yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, neft və neft məhsulları mürəkkəb dispers sistemlərdir. Bir çox hallarda belə sistemlərdə dispers fazanın QAM olması onların emalı proseslərinə mane olur. Neft asfaltenlərinin quruluşu haqqındakı məlumatlara görə onlara xarakterik karbohidrogenlər və heteroatomlu fraqmentlər (alkan-, naften-, N, S, O- saxlayan qruplar) [63, 80], digər tərəfdən də əsasən kondensasiya olunmuş aromatik strukturlardan ibarət olan yarımqoşma sistemli hissələr daxildir. Bundan başqa, neftdə, həm də, metaltərkibli birləşmələr və asfaltenlər vardır.

Məlumdur ki, katalizatorlardan istifadə etməklə neft fraksiyalarının hidrokrekinqi və hidrotəmizlənməsi zamanı xammaldan 90-98% metal kənar edilir. Lakin bu prosesdə metalın qalan hissəsi katalizatorun səthində toplanaraq onun aktivliyini aşağı salır. Hətta, katalizatorun aktivliyinin regenerasiyasından sonra belə metalı katalizatorlardan tam kənarlaşdırmaq mümkün deyil. Bu zaman katalizatorların məsələlərində 2-10% küt. metal qalır. Bu səbəbdən neftin hazırlanması və emalının texnoloji proseslərinin təşkili və həyata keçirilməsi üçün neftdə asfalten radikallarının qanunauyğunluqlarının və metalların öyrənilməsi olduqca vacibdir. Bu neftdən kifayət miqdarda yüksəkkeyfiyyətli benzin və digər distillatların alınmasına imkan verir.

Ağır Suraxanı xam nefti və ondan ayrılmış fraksiyalar misalında metaltərkibli birləşmələrin və asfalten radikallarının təbiəti öyrənilmiş və konsentrasiyaları təyin edilmişdir.

Tədqiqata başlamazdan əvvəl Rentgen fluoresensiya metodu ilə işləyən "Omega Handheld XRF Analyzer" cihazının köməyi ilə ağır

Suraxanı nefti və onun 50<sup>0</sup> C fraksiyalarının tərkibində olan metallar tədqiq edilmiş və nəticələr cədvəl 2.1.19-da verilmişdir.

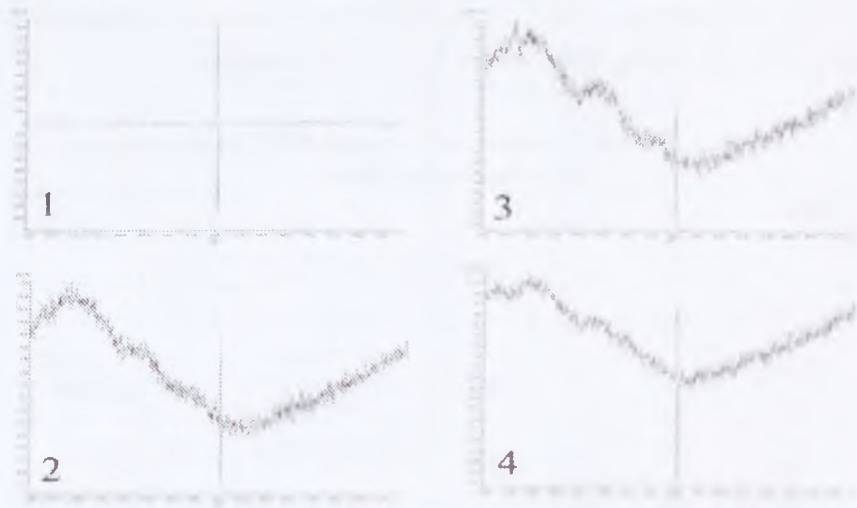
Cədvəl 2.1.19 Ağır Suraxanı nefti və onun 50<sup>0</sup> C fraksiyalarının tərkibində olan metallar

Metallar, %	Cu	Fe	Zn	Nb	Mo	Pb	Bi
Neft	0.16	0.17	0.007	0.008	0.008	0.01	-
200-250 fr.	0.01	-	0.06	0.007	0.007	0.013	-
250-300 fr.	0.12	-	0.02	0.008	0.07	0.011	0.016
300-350 fr.	0.1	-	0.01	0.007	0.007	0.016	0.003
>350 qalıq	0.1	0.03	0.01	0.007	0.007	0.016	-
400-450 fr.	0.09	-	0.01	0.007	0.006	0.009	0.004
450-500 fr.	0.12	0.03	0.01	0.007	0.007	0.015	0.004

Ağır Suraxanı neftində QAM-ın miqdarı 4.1 %küt. olduğundan tədqiqatlar, həmçinin, elektron paramaqnit rezonansı metodu ilə aparılmışdır. EPR tədqiqatların nəticələrinə görə bu neftin tərkibində kifayət qədər asfalten radikalları ( $R_{asf}^*$ , konsentrasiyası  $10^{16}$  spin/q-dır) və metaltərkibli birləşmələr vardır. Bu metodun köməyi ilə ağır Suraxanı nefti, onun 50<sup>0</sup>C fraksiyalarında metal və asfalten radikallarının təbiəti öyrənilmişdir (şək. 2.1.17).

Spektrdən göründüyü kimi, dəmir, mis metallarına məxsus EPR siqnallar, uyğun olaraq, g- faktorun 2.24 və 2.27 qiymətlərində qeydə alınmışdır. Elektron həyacanlanma halında asfalten radikalının təsir sferasının radiusu böyüyür (0.88 mTl-dan 0.64 mTl).





Şək.2.1.17. 1311 saylı Suraxanı quyu nefti və onun 50°C fraksiyalarının EPR spektrləri: 1– neft, 2– 250-300°C, 3– 350-400°C, 4– 450-500°C

Element analizin nəticələrindən görüldüyü kimi (cəđ. 2.1.19), ağır Suraxanı nefti fraksiyalara ayrıldıqda Zn, Nb, Mo və s. kimi kiçik miqdarlı elementlərin miqdarı bir qədər də azalır. Elementlərin belə az miqdarı cihazın həssaslıq həddindən kənarında olduğundan onların EPR spektrləri müşahidə edilmir. Bununla belə, bu neft və onun fraksiyalarının EPR metodu ilə tədqiqi zamanı dəmir oksidi ionlarının EPR spektrlərinin ümumi eni ( $\Delta H_{\text{ümumi}}=168.1$  mTl,  $g=2.24$ ), mis oksidi mikrokristallarının ( $\Delta H_{\text{ümumi}}=108.9$  mTl,  $g=2.27$ ), nikel oksidinin ( $\Delta H_{\text{ümumi}}=117.4$  mTl,  $g=2.21$ ) EPR spektrləri qeydə alınmışdır. Hesablamalara görə göstərilən neftdə kifayət qədər asfalten radikalları  $R_{\text{asf}}^{\bullet}$  –  $2 \times 10^{16}$  spin/q mövcuddur ( $\Delta H_{\text{ümumi}}=0.88$  mTl,  $g=2.0218$ ). Şək. 2.1.17 (1) -də mürəkkəbliyin aradan qaldırılması üçün EPR spektri həm xam neft, həm də onun fraksiyaları üçün verilmişdir. Neftin fraksiyalara ayrılması zamanı

$R_{\text{asf}}^{\bullet}$  konsentrasiyası kifayət qədər artır və  $>500^{\circ}\text{C}$  halında  $6 \times 10^{16}$  spin/q-a çatır (şək. 2.1.17 (4) -də). Bu halda  $R_{\text{asf}}^{\bullet}$  EPR xəttinin eni 0.65 mTl olur ki, bu xam neftdəki asfaltenlərlə ( $\Delta H_{\text{ümumi}}=0.88$  mTl) müqayisədə kondensasiya olunmuş nüvələrin miqdarının yüksək, alifatik əvəzedicilərin payının isə az olduğunu göstərir. Belə asfalten radikalları qarşılıqlı təsirə çox həssasdırlar və texnoloji proses zamanı avadanlıqların səthində çöküntülərin əmələ gəlmə sürətinə böyük təsir göstərə bilirlər.

UB-şüanın neft xammalına qeyri-ənənəvi təsiri ( $R_{\text{asf}}^{\bullet}$ ) miqdarının azalmasına səbəb ola bilər. QAM elektron udma spektrləri 550 nm kimi spektral sahəni əhatə etdiyindən onlardan günəş enerjisindən effektiv istifadə etmək üçün yararlanmaq olar.

Böyük miqdarda alifatik əvəzedicilər olduqda elektron-həyəcanlanmış halda  $R_{\text{asf}}^{\bullet}$  təsir radiusu böyüyür (EPR spektrinin eni 0,88 mTl-dir.), belə ki, bu halda sərbəst karbon rabitəsi spinin az delokallaşdığı bəzi molekulların periferiyasında ola bilər. Belə molekulların (kifayət qədər bir-birinə yaxın olan) fotoşüalanması zamanı onların aktivləşməsi və ətrafdakı cütləşməmiş elektronların hesabına rekombinasiyası baş verir, bu halda ( $R_{\text{asf}}^{\bullet}$ ) 42-50% azalır; kondensasiya olunmuş nüvəli asfalten molekullarında, əsasən, "mərkəzi" cütləşməmiş elektronlar qalıq maqnetizmi saxlayır. Lakin, bununla belə, "mərkəzi" cütləşməmiş elektronlara malik olan asfalten molekullarının həyəcanlanması zamanı da rekombinasiya mümkün ola bilər.

Əgər QAM-ın üzvi birləşmələrin (parafin, parafin-naften, spirtlər) parçalanması üçün fotosensibilizator olmasına diqqət yetirsək, onda QAM radikallarının elektron-həyəcanlanmış hallarının baxılan sistemdə baş verən fotokimyəvi proseslərdə müəyyən rol

oynadığını görürük.

Belə asfalten molekullarının konsentrasiyasının azalması neft sistemindən “qaynar” H atomların fotosensibilləşmiş generasiyası ilə əlaqədar ola bilər. Müəyyən edilmişdir ki, ftohəyəcənlanmış asfalten radikalları üzvi birləşmələrin C-H rabitəsini birkvanti mexanizm üzrə destruksiya edərək, alkil radikallarının və atomar hidrogenin əmələ gəlməsinə səbəb olur:



Beləliklə, neft sistemində üzvi birləşmələrin fotosensibilləşmə ilə parçalanması prosesləri atomar hidrogenin generasiyasına səbəb ola bilər. Əmələ gələn atomar hidrogen yüksək reaksiya qabiliyyətinə və böyük mütəhərrikiyə malik olduğundan, o karbon atomunun cütləşməmiş elektronuna doğru yerini dəyişərək asfalten molekullarının nüvəsini aktivləşdirir ki, bu açıq neft məhsullarının çıxımının kifayət qədər artmasına səbəb olur.  $R_{\text{asf}}^*$  məhvinin bu qanunauyğunluğu onun qatılığını, həmçinin, fotoşüalanmanın köməyi ilə açıq neft məhsullarının çıxımını idarə etməyə imkan verir.

Beləliklə, xam neftin texnoloji prosesə hazırlanması dövründə və onun dərinə emalı zamanı texniki məsələlərin həlli üçün yuxarıda göstərilən nəticələr böyük məna kəsb edir.

### 2.1.8. Yağlı Balaxanı xam neftinin lüminessensiyəedici aromatik karbohidrogenləri

Yağlı Balaxanı xam neftinin EPR, UB-spektroskopiya və lüminessensiya metodları ilə tədqiqindən alınan nəticələri nəzərdən keçirək [76, 196]. Digər neft məhsulları kimi, yağlı Balaxanı xam

neftinin də elektron udma zolaqları bir-birini örtüyü üçün bu neft tədqiq edilməzdən əvvəl onun tərkibinin daha dəqiq öyrənilməsi məqsədilə adsorbsiya üsulu ilə karbohidrogen qrup tərkibinə ayrılmışdır. Cədvəl 2.1.20-də yağlı Balaxanı xam neftinin komponentlərinin bəzi fiziki-kimyəvi xarakteristikaları verilmişdir. Cədvəldən görüldüyü kimi, bu neftin tərkibinin 66% PNK=dan, 8.87% isə qatrandan ibarətdir. Onun 25.13% AQK-i təşkil edir ki, bunun 6%-i I qr.AK, 6.46%-i II qr.AK, 3.19% III qr.AK və 9.48%-i IV qr.AK karbohidrogenlərinin payına düşür.

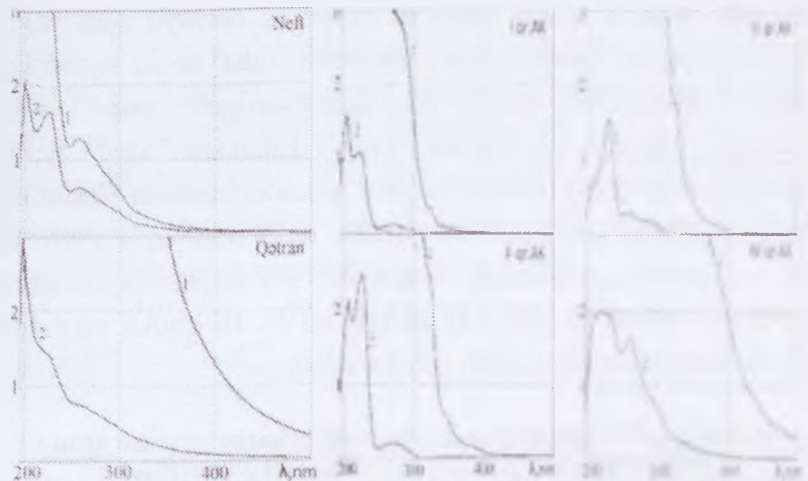
Cədvəl 2.1.20. Yağlı Balaxanı xam neftinin karbohidrogen qrup komponentləri- nin bəzi fiziki-kimyəvi göstəriciləri

No	Adı	Neftə görə çıxım, %	Sındırma əmsali, $n_d^{20}$	20°C-də sıxlıq, $kq/m^3$	Ozülülük, 40°C-də $mm^2/s$	Mr
1	Neft		—	887.8	17.8	284
2	PN	66	1.4748	855.1	18.5	229
3	I qr.AK	6	1.5028	905.1	32.1	333
4	II qr.AK	6.46	1.5304	946.4	33.2	525
5	III qr.AK	3.19	1.5594	982.7	35.4	545
6	IV qr.AK	9.48	1.5975	1000.7	39.7	562
7	qatran	8.87	—	1001.3	—	600

EPR tədqiqatlarının nəticəsinə görə bu neftin tərkibində kifayət qədər asfalten radikalları ( $5 \cdot 10^{16}$  spin/q) mövcuddur.

Bu neftin komponentlərinin elektron udma spektrlərinin (şək. 2.1.18) tədqiqi onların aromatik karbohidrogenlərinin UB-spektrlərinin 190-370 nm (I qr.AK), 190-420 nm (II və III qr.AK) və 190-600 nm-də (IV qr.AK) olduğunu göstərir.





**Şək.2.1.18. Yağlı Balaxanı nefti və onun komponentlərinin müxtəlif qatılıqlarda elektron udma spektrləri (həllədiçi-heksan), burada, neft: 1-C<sub>2</sub>=0,02 q/l; 2-C<sub>1</sub>= 0,003q/l; qatran: 1-C<sub>1</sub>=0,02q/l; 2-C<sub>2</sub> = 0,003 q/l; I qr.AK: 1- C<sub>1</sub> = 0,02q/l; 2- C<sub>2</sub> = 0,0021 q/l; II qr.AK: 1- C<sub>1</sub> = 0,02q/l; 2- C<sub>2</sub>=0,003 q/l; III qr.AK:1- C<sub>1</sub> = 0,01 q/l; 2-C<sub>2</sub>=0,0012 q/l; IV qr.AK: 1- C<sub>1</sub>= 0,011q/l; 2-C<sub>2</sub>=0,001q/l**

UB-spektroskopiya üzrə alınan nəticələr NMR-spektroskopiya vasitəsilə alınan nəticələrlə yaxşı uzlaşır. I qr. AK komponentində 190-250 nm spektral sahədə udma zolaqlarının bir-birini örtməsinə baxmayaraq,  $\lambda_{maks} = 226$  nm-də naftalin karbohidrogenlərinə məxsus olan udma maksimumu müşahidə olunur ki, (şək.2.1.18) o qısdalğalı spektral sahə tərəfdən  $\lambda_{maks} = 210$  nm-də çiyinciyə malikdir.

I qr. AK komponentindən fərqli olaraq, II və III qr.AK komponentlərində yuxarıda göstərilən spektral sahədə udma zolağı üç dəqiq maksimuma parçalanır:  $\lambda_{maks} = 200$  və  $226$  nm optiki sıxlıqlar, uyğun olaraq,  $D_1 = 2.8$  və  $D_2 = 1.75$  (II qr.AK);  $\lambda_{maks} = 205$  və  $226$  nm optiki sıxlıqlar, uyğun olaraq,  $D_1 = 0.55$  və  $D_2 = 1.5$  (III

qr.AK).  $\lambda_{maks} = 200$  və  $205$  nm benzol,  $226$  nm isə naftalin karbohidrogenlərinə aid udma maksimumlarıdır. III qr.AK karbohidrogenlərinin tədqiqi zamanı fenantren, antrasen və 1,2-benzantrasen+ 3,4-benzfenantren karbohidrogenlərinə məxsus, uyğun olaraq,  $255$  və  $275-310$  nm maksimumları açıq-aydın müşahidə olunur.

Yağlı Balaxanı xam neftindən ayrılmış IV qr. AK komponentinin udma spektri 190-dan 700 nm-ə kimi spektral sahəni əhatə edir:  $226$  və  $255$ nm-də maksimumlar qeydə alınır. Ədəbiyyatda verilənlərə görə, 300-700 nm spektral sahədə alkiləvəz olunmuş antrasenlərin udma zolaqlarının maksimumları yerləşir (bu spektral sahədə heteroatomlu birləşmələrin udma zolaqlarının olması da ehtimal edilir). Göstərilən maksimumların uzundalğalı sərhəddi  $\lambda_{maks} = 295$ nm-də (1,2-benzantrasen+3,4-benzfenantren) nisbətən zəif olan udma zolağının maksimumu ilə örtülür. Spekrdə, həmçinin, piren karbohidrogenlərinə aid olan iz müşahidə edilir ( $\lambda_{maks} = 340$ nm). Balaxanı nefti və onun komponentlərinin tərkibində cüzi miqdarda qeydə alınan 1,2-benzantrasen+ 3,4-benzfenantren və piren karbohidrogenlərinin də miqdarının hesablanması mümkün olmamışdır.

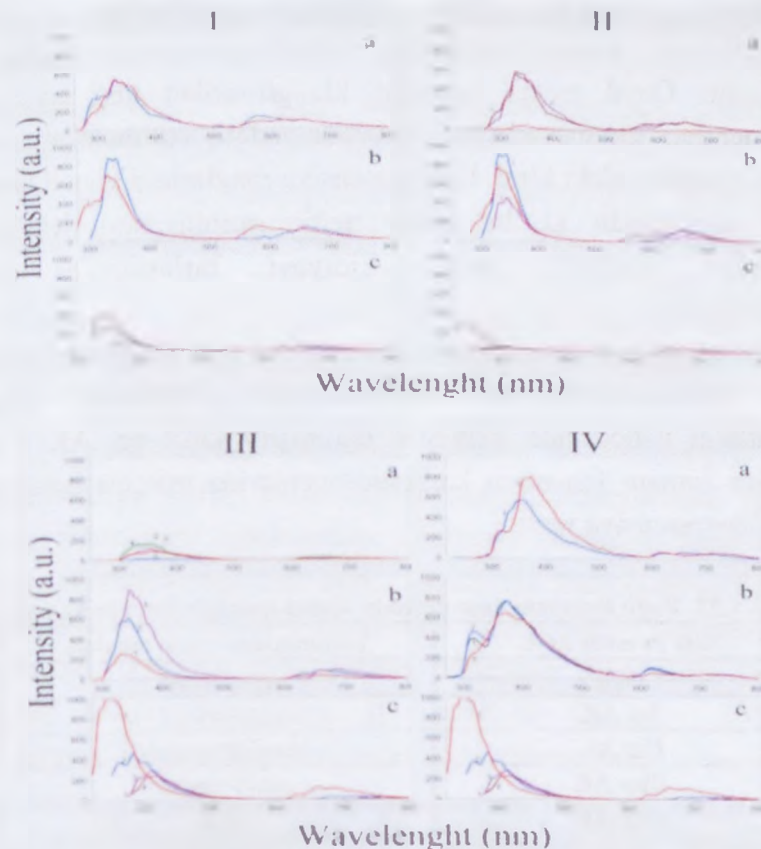
Cədvəl 2.1.21-də yağlı Balaxanı xam nefti və onun komponentlərinin elektron udma spektrlərinə görə alınan nəticələr verilmişdir. Ögər I və IV qr.AK komponentlərinin udma spektrlərinə fikir versək, onda IV qr.AK komponentinin udma spektrinin "qırmızı" sərhəddinin daha böyük uzundalğalı spektral sahəyə doğru (700nm-ə kimi) sürüşdüyünü müşahidə edərik. Bunun səbəbi neftdə əvəz olunmuş, heterotsiklik PAK-ların olmasıdır.

**Cədvəl 2.1.21. Yağlı Balaxanı nefti və onun AQK-ın tərkibində olan AK-ın miqdarı**

№	Maddənin adı	Mr	Aromatik karbohidrogenlərin miqdarı, % küt.				
			Benzollar	Naftalinlər	Fenantrenlər	Antrasenlər	Cəmi
1	Neft	284	9.2 (2.02)	5.2 (1.64)	1.3 (0.62)	0.9 (0.07)	16.5
2	I qr.AK	333	11.3 (1.43)	8.3 (1.13)	3.5 (0.46)	-	23.1
3	II qr.AK	525	13.1 (2.57)	10.5 (1.74)	8.2 (0.20)	4.6 (0.20)	36.6
4	III qr.AK	545	10.4 (0.70)	11.9 (1.49)	8.1 (0.29)	9.3 (0.21)	39.7
5	IV qr.AK	562	10.2 (1.82)	13.8 (1.96)	6.1 (1.62)	8.2 (0.20)	38.5
6	qatran	600	8.2 (2.16)	14.1 (1.40)	3.3 (0.75)	3.4 (0.09)	29.7

\*Mötərizədə AK məxsus udma zolaqlarının maksimumlarına aid optiki sıxlıqların qiymətləri verilmişdir.

Bütün udma spektrlərində məhlulların qatılığı artdıqca spektr uzundalğalı spektral sahəyə doğru sürüşür. Tədqiq edilən neft və onun komponentlərinin 190 – 1100 nm spektral sahədə lüminessent həyəcanlanma və lüminessensiya spektrləri yazılmış və onların tərkibinə daxil olan PAK-lar individual səviyyəyə kimi təyin edilərək, uyğun parametrlər dəqiq təyin edilmişdir. Lüminessensiya spektrlərinin yazılması üçün ayrı-ayrı individual AK-ın (məsələn, benzolların, naftalinlərin, fenantrenlərin və s.) udduğu monoxromatik şüanın dalğa uzunluğundan istifadə edilmişdir.



**Şək.2.1.19. Müxtəlif lüminessent həyəcanlanma maksimumlarında yağlı Balaxanı neftinin AqK-nin lüminessensiya spektrləri: I qr.AK: a)  $\lambda_{həy.}=255nm$ ,  $\lambda_{həy.}=266nm$ , b)  $\lambda_{həy.}=275nm$ ,  $\lambda_{həy.}=295nm$ , c)  $\lambda_{həy.}=315nm$ ,  $\lambda_{həy.}=325nm$ ,  $\lambda_{həy.}=340nm$ ; II qr.AK: a)  $\lambda_{həy.}=226nm$ ,  $\lambda_{həy.}=255nm$ ,  $\lambda_{həy.}=266nm$ , b)  $\lambda_{həy.}=275nm$ ,  $\lambda_{həy.}=295nm$ ,  $\lambda_{həy.}=315nm$ , c)  $\lambda_{həy.}=325nm$ ,  $\lambda_{həy.}=350nm$ ,  $\lambda_{həy.}=366nm$ ,  $\lambda_{həy.}=375nm$ ; IIIqr.AK: a)  $\lambda_{həy.}=226nm$ ,  $\lambda_{həy.}=246nm$ ,  $\lambda_{həy.}=255nm$ ,  $\lambda_{həy.}=266nm$ , b)  $\lambda_{həy.}=275nm$ ,  $\lambda_{həy.}=295nm$ ,  $\lambda_{həy.}=325nm$ , c)  $\lambda_{həy.}=313nm$ ,  $\lambda_{həy.}=340nm$ ,  $\lambda_{həy.}=366nm$ ,  $\lambda_{həy.}=375nm$ ; IVqr.AK: a)  $\lambda_{həy.}=210nm$ ,  $\lambda_{həy.}=226nm$ ,  $\lambda_{həy.}=255nm$ , b)  $\lambda_{həy.}=266nm$ ,  $\lambda_{həy.}=275nm$ ,  $\lambda_{həy.}=295nm$ , c)  $\lambda_{həy.}=315nm$ ,  $\lambda_{həy.}=340nm$ ,  $\lambda_{həy.}=425nm$ ,  $\lambda_{həy.}=435nm$ .**



Şəkil 2.1.19-da yağlı Balaxanı neftindən ayrılmış karbohidrogen komponentlərinin fotolüminessensiya spektrləri verilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, göstərilən neft və onun komponentləri lüminessensiya cihazında tədqiq edilməzdən əvvəl, Suraxanı neftlərindəki kimi, lüminessensiya rənglərinin vizual analizi yerinə yetirilmişdir ki, bu analiz neftin quruluşunun detallarını xarakterizə etməyib, ancaq kimyəvi birləşmənin tipini müəyyənləşdirir.

Vizual müşahidələrin nəticələri cədvəl 2.1.22-də göstərilmişdir. Vizual müşahidələrin və lüminessensiya cihazında aparılan tədqiqatların nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, I qr. AK vizual müşahidə zamanı fenantren karbohidrogenlərinə məxsus bənövşəyi rəngli flüoressensiya verir.

Cədvəl 2.1.22. Yağlı Balaxanı xam neftinin vizual tədqiqindən alınan nəticələr

Neft və onun AQK	Lüminessensiyanın rəngləri
Neft	ağ-qəhvəyi
Iqr.AK	bənövşəyi
IIqr.AK	mavi-bənövşəyi
IIIqr.AK	mavi-yaşımıl
IVqr.AK	Sarı
qatran	tünd-qəhvəyi

Bu neftin  $\lambda_{maks} = 226$  nm-də monoxromatik işıqla həyəcanlandırdıqda naftalin və onun metiləvəzolonmuş analoqlarının fotolüminessensiya zolaqları (310, 327 və 344 nm) müşahidə olunur. Lakin göstərilən nefti fenantren karbohidrogeninə uyğun  $\lambda_{maks} = 255$  nm maksimumunda monoxromatik işıqla həyəcanlandırdıqda lüminessensiyanın intensivliyi, demək olar ki, 17 dəfə,  $\lambda_{maks} = 275$  nm (antrasen karbohidrogenləri) və  $\lambda_{maks} = 295$  nm-də (1,2-benzantrasen+ 3,4-benzfenantren) həyəcanlandırdıqda isə 10 dəfə

artmış və uyğun gələn lüminessensiya zolaqlarının maksimumları dəqiq ayrılmış olur. Bu nefti daha uzundalgalı spektral sahələrdə həyəcanlandırdıqda  $>300$  nm lüminessensiya zolaqlarının maksimumlarının intensivliyi azalır.

I qr. AK komponentində fenantrenin əvəzolonmuş karbohidrogenlərinin izi  $\lambda_{maks} = 340$  nm qeydə alınmışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, ədəbiyyatda verilən məlumatlara görə, bu karbohidrogen qrupuna görə  $n_d^{20} = 1,5028$  olduğu üçün onun tərkibində, həm də, monotsiklik aromatik karbohidrogenlərin mövcud olması ehtimal edilir.

II qr.AK vizual müşahidə zamanı mavi-bənövşəyi rəngli lüminessensiya verir. Ədəbiyyatda verilən məlumatlara görə bu rəngdə flüoressent işıqlanmanı kondensə olunmuş fenantren və antrasen karbohidrogenləri verir. Göstərilən karbohidrogenlərin bu komponentdə mövcud olmasını, həmçinin, lüminessensiya cihazlarında aparılan tədqiqatların nəticələri sübut edir, belə ki, aparılan tədqiqatlara görə II qr.AK-nı  $\lambda_{həy\ maks} = 204$ nm-də monoxromatik işıqla həyəcanlandırdıqda diəvəzolonmuş benzola aid lüminessensiya maksimumları qeydə alınır (şəkl.2.1.19). I qr.AK olduğu kimi, bu nümunə də onun tərkibindəki PAK uyğun gələn udma maksimumlarında həyəcanlandırılmış və lüminessensiya maksimumları qeydə alınaraq, onların tədqiq olunan nümunədə mövcud olub-olmaması sübut edilmişdir. Lüminessensiya spektrlərinə görə II qr.AK komponentinin tərkibində tritsiklik aromatik karbohidrogenlərin miqdarı nisbətən çoxdur.

III qr.AK-da PAK məxsus mavi-yaşılımtıl rəngli lüminessensiya verir. Bu lüminessensiya işığı antrasen və onun alkil əvəzolonmuş karbohidrogenlərinə məxsusdur. Vizual tədqiqatlarda istifadə olunan lüminessent ləkənin kənarı ağ rəngli işıq verir. Bu müxtəlif rəngli lüminessensiya işığına malik olan PAK və onların

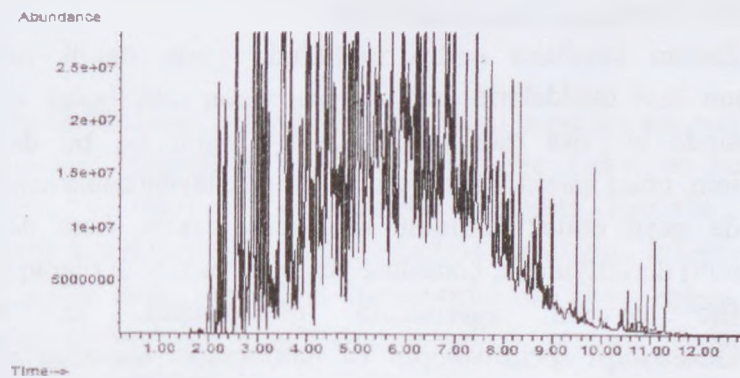
alkil əvəz olunmuş birləşmələrin lüminessent işıqlanması bir-birini örtükdə baş verir. Bu maddənin 204-340 nm spektral sahədə monoxromatik işıqlarla həyəcanlandırılması göstərilən faktı təsdiq edir. Belə ki, 204-340 nm spektral sahədə mono-, bi-, və tritsiklik AK-in lüminessensiya zolaqları bir-birini örtür və uyğun karbohidrogenlərə aid lüminessensiya maksimumları dəqiq ayrılır (şək. 2.1.20).

IV qr. AK sarı rəngli lüminessensiya verir ki, bu flüoresent işıqlanma alkiləvəz olunmuş fenantren və antrasen karbohidrogenlərinə aiddir. Digər AK qruplarından fərqli olaraq, IV qr. AK 266 və 275 nm dalğa uzunluğu maksimumlarında monoxromatik işıqla həyəcanlandırıldıqda 316 və 318 nm-də lüminessensiya zolaqlarının maksimumlarının intensivliyi böyüyür. 320-630 nm spektral sahədə lüminessensiya zolaqları bir-birini örtür və 532, 547 və 617 nm-də lüminessensiya maksimumları qeydə alınır. Bu isə onun tərkibində fenantren, benzflüoren, antrasen və onların homoloqlarının olmasını göstərir. I-IV qr. AK-lar sırasında nümunələri 226 nm (naftalinə məxsus) maksimumda monoxromatik işıqla həyəcanlandırdıqda fotolüminessensiyanın intensivliyi artır.

Yağlı Balaxanı xam neftindən ayrılmış qatran tünd sarı-qəhvəyi rəngli lüminessensiya verir. Onu 226-340 nm spektral sahədə həyəcanlandırdıqda bi- və tritsiklik AK-ın və onların alkiləvəz edicilərinin lüminessent işıqlanmalarına müşahidə edilir (şək. 2.1.20).

Qeyd edək ki, xromato-kütlə spektroskopik tədqiqatların nəticələrinə görə bu neftin tərkibinə, həmçinin, steranlar- xolestan, stiqmastan və 28-nop-17a-hopan və digər doymamış aromatik birləşmələr daxildir ki, onlar UB- və görünən spektral sahələrdə lüminessensiya edirlər. Bu karbohidrogenlər quruluşlarına görə neftin doymuş karbohidrogenlərinə yaxındırlar və hər şeydən əvvəl

öz reaktiv xarakterlərini saxlayırlar



Şək.2.1.20. Yağlı Balaxanı neftinin xromato-kütlə spektri

Fiziki-kimyəvi, spektral-lüminessent və xromato-kütlə spektroskopik analizlərin nəticəsində yağlı Balaxanı neftinin parafin-naften (66%), aromatik (25.1%) karbohidrogenlərdən və 8.87% qatrandan ibarət olduğunu demək olar. Bu neftin tərkibinə lüminessensiyaedici AK-lar: benzollar, naftalinlər, fenantrenlər, antrasenlər, 1,2-benzantrasen+3,4-benzfenantrenlər, həmçinin, N, O, S tərkibli heteroaromatik birləşmələr daxildir. Həm də, göstərilən neftin tərkibində reaktiv steranlar: xolestan, stiqmastan və hopan kimi birləşmələr aşkar edilmişdir.

### 2.1.9. Suraxanı və Balaxanı quyu neftlərinin struktur-qrup tərkiblərinin xromatoqrafik tədqiqi və onun tərkibində təbii şəraitdə gedən həzi reaksiyalar

Məlumdur ki, neftin tərkibi bir-birində həll olmuş külli miqdarda üzvi birləşmələrdən, o cümlədən, yüzlərlə individual maddələrdən ibarət olub, ilkin bioloji molekulların quruluşu və



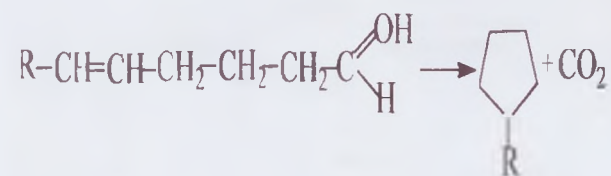
tərkibi haqqında məlumatları saxlayır. Bu səbəbdən karbohidrogenlərinin kimyəvi strukturunun öyrənilməsi onlara individual yanaşmanı tələb edir [197].

Zaman keçdikcə neftin tərkibində yerin daxili istiliyinin hesabına üzvi maddələrin arasında baş verən reaksiyalar və s.-nin nəticəsində bir sıra mürəkkəb proseslər gedir ki, bu da neftin tərkibinin, onun xarakterik xüsusiyyətlərinin dəyişməsinə səbəb olur. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, neftin tərkibi, həm də, yerin (quyunun) dərinliyindən, çıxarılma yerindən və s. asılı olaraq dəyişir.

Biz əvvəlki işlərimizdə göstərmişdik ki, müasir, yüksək həssaslıqlı spektroskopik və lüminessent metodlar müxtəlif yataq neftlərinin ətraflı öyrənilməsi üçün geniş imkanlar açır. Belə ki, bu metodlar vasitəsilə neftin strukturu və struktur-qrup tərkibi öyrənilir ki, alınan nəticələr neftin fiziki-kimyəvi xassələri ilə (məsələn, sıxlığın qiyməti, özlülüyü, sındırma əmsalı və s.) birlikdə tədqiq edilən neftin tam xarakteristikasını verir. Lakin hesab edirik ki, bu cür müasir tədqiqatların aparılmasında hər zaman xromatoqrafik nəticələrin öyrənilməsi olduqca vacibdir.

Təqdim edilən işdə Suraxanı və Balaxanı quyu yatağı neftləri tədqiqat məqsədilə götürülmüş, müasir xromatoqrafik üsullardan istifadə edilərək, onların tərkibi müəyyən edilmiş və bu neftlərin tərkibində təbii yolla zaman keçdikcə baş verən çevrilmə proseslərinə aydınlıq gətirilmişdir.

Xam neftdə zaman keçdikcə turşuların fotokatalitik çevrilməsi — alifatik doymamış turşuların tsiklləşməsi tsiklan və arenlərin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bu ilk növbədə beşüzvlü tsiklanlara — tsiklopentan və onun homoloqlarına, pentalan tipli tsiklanlara və s. aiddir:



2.1.1

Bu fikri tədqiq etdiyimiz neftlər üzrə aparılan xromato-kütlə spektroskopik tədqiqatlar bir daha sübut edir. Lakin bu beşüzvlü tsiklanlar və onların törəmələrinin Suraxanı neftində qeydə alınmasına baxmayaraq, doymamış karbon turşularını xromatoqrafik üsulla qeydə almaq mümkün olmamışdır ki, bunu uyğun gələn doymamış karbon turşularının qeyri stabilliyi, yəni tez bir zamanda fotokatalitik çevrilməsi ilə izah etmək olar.

Belə ki, tədqiqatların nəticəsində göstərilən quyu neftlərində tsiklopentan, tsikloheksan və onların homoloqları aşkar edilmişdir ki, onlardan bəziləri aşağıda göstərilmişdir:

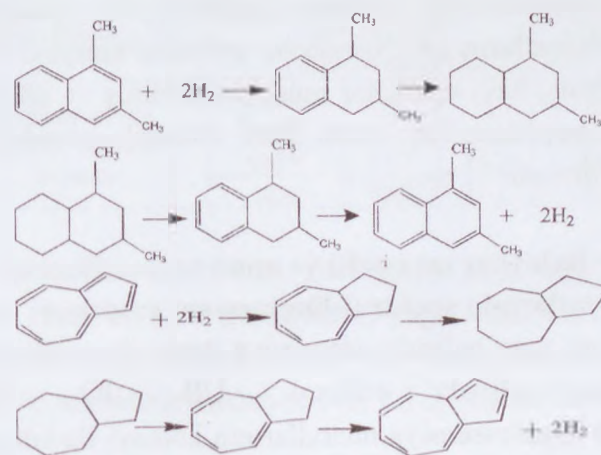
Maddələrin adı	mol. %	
	Suraxanı nefti	Balaxanı nefti
metilsiklopentan	0,649	0,543
1,1-dimetilsiklopentan	0,022	0,012
1,3-dimetilsiklopentan	0,044	0,041
1,2-dimetilsiklopentan	0,111	0,123
etilsiklopentan	0,066	0,106
1,2,3-trimetilsiklopentan	0,370	0,308
3-ethylmetilsiklopentan	0,214	0,189
1,2,3-trimetilsiklopentan	0,389	0,375
tsikloheksan	0,155	0,201
1,1,4-trimetilsikloheksan	0,138	0,167
propilsikloheksan	0,103	0,143
butilsikloheksan	0,218	0,208

Bu neftlərin tərkibində mövcud olan digər üzvi birləşmələr aşağıda verilmişdir:

Üzvi maddənin adı	Mol,%	
	Suraxanı nefti	Balaxanı nefti
piridin	0.05	0.08
xinolin	0.005	0.01
morfolin	0.005	0.008
dioksalan	0.011	0.02
İtalan	0.005	—
İndan	0.07	0.09
azulen	0.73	0.79
pirazin	0.33	0.41
aminonikotinonitril	0.21	0.28
bifenil	0.09	0.13
qlisin	0.14	0.11
isoxazole	0.15	0.11
disiloksan	0.22	0.29
alanin	0.14	0.17
hidrazin	0.21	0.20
fluoren	0.12	0.17

Suraxanı neftində, həmçinin, tsikloheksametilsulfo turşusu, pentaflüorpropion turşusu, oksalid turşusu və s. də qeydə alınmışdır.

Suraxanı və Balaxanı yatağı neftlərinin xromatoqrafik tədqiqatları zamanı dekalinin törəmə və izomerləri də müşahidə edilmişdir (2-metil-trans-dekalin, anti-1-metil-sis-dekalin və s.). Xam neftdə, həmçinin, hidrogenləşmə, dehidrogenləşmə və hidrogenin disproporsionallaşması reaksiyaları da gedə bilər. Suraxanı və Balaxanı neftlərinin tədqiqi zamanı həm naftalin və onun homoloqlarının (neftlərdə azulen, İndan birləşməsi də qeydə alındığından (2.1.1) reaksiyasının getməsi də ehtimal olunur), həm də, yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, dekalın birləşmələrinin aşkar edilməsi aşağıdakı reaksiyaların Suraxanı və Balaxanı quyu neftlərində getdiyini göstərir (bu reaksiyalar dönmə reaksiyalardır):



3.3

3.4

Suraxanı quyu neftlərində 4-metilindan (0.543%mol.) və 2-metilindan (0.181mol%) və spiro [4,5] dekan, spiro [5,6] dodekan, trans, sis-1,8-dimetilspiro [4,5] dekan, trans, trans-1,8-dimetilspiro [4,5] dekan, 5,5-dimetilspiroheksan-4-on kimi doymuş karbohidrogenlər, Balaxanı quyu neftində isə adamantan kimi doymuş tsiklik birləşmə qeydə alınmışdır. Bundan başqa, sonuncu neftdə İtalan, stiqmestan və xolestan kimi heteroatomlu tsiklik birləşmələr, steranlar aşkar edilmişdir. Balaxanı neftində, həmçinin, 28-nor-17a(11)-hopan tsiklik birləşməsi də aşkar edilmişdir. Neftlərdə, adətən, steranların konsentrasiyası hopanların konsentrasitasına bərabər olur (neftə görə 0.0015%), bəzi hallarda ondan yüksəkdir (şək.2.1.20).

Neftdəki, hopan və steranlar onun üzvi mənşəyini təsdiq edən reaktiv birləşmələrdir. Belə ki, bu birləşmələr neftdə ilkin təbii biomolekulların strukturunu və ayrı-ayrı atomların fəza yerdəyişməsini özündə saxlayan əsas karbohidrogenlərdəndir. Onlardan katagenik çevrilmədə və mümkün olan genetik korrelyasiyalarda istifadə edilir.



Beləliklə, Suraxanı və Balaxanı neftləri ilə apardığımız xromatografik tədqiqatların nəticəsində bu neftlərin kimyəvi tərkibi dəqiqliklə öyrənilmiş, üzvi maddələr müəyyən edilmiş və göstərilən neftlərdə zaman keçdikcə baş verən bəzi katalitik çevrilmələrin mexanizmləri verilmişdir.

### 2.1.10. Ağır Balaxanı xam nefti və onun aromatik qrup komponentlərinin spektral-lüminessent xassələri

Aqır Balaxanı xam neftinin adsorbsiya üsulu ilə ayrılmış AK komponentlərindən istifadə edilərək, UB-, İQ-, NMR-spektroskopiya və lüminessensiya metodlarının köməyi ilə kompleks tədqiqatlar aparılmışdır. Cədvəl 2.1.23-də yağlı və ağır Balaxanı xam neftlərinin fiziki-kimyəvi göstəriciləri müqayisəli şəkildə verilmişdir.

Cədvəl 2.1.23. Yağlı və ağır Balaxanı xam neftlərinin fiziki-kimyəvi göstəriciləri və element tərkibləri

Göstəricilərin adları	Cihazın adı	Metod	Nümunənin adı	
			Balaxanı nefti	
			yağlı	ağır
20°C sıxlıq, kq/m <sup>3</sup>	DMA4500M	ASTM D5002	887.8	911.5
Donma temperaturu, °C	Stanhope Seta	ASTM D2386	-52	-40
Alışma temperaturu, °C	Stanhope Seta	ASTM D93	+34	+36
Ümumi kükürd, %	SLFA-20	ASTM D1319	0.1321	0.3298
Turşululuq, mq KOH/100q	Metodika		5.21	3.50
Kinematik özlülük, mm <sup>2</sup> /san, 40°C	Stabinger SVM	ASTM 445	17.854	30.450
Koks, %	Stanhope Seta	ASTM 189	1.23	1.54
Küllülük, %	Stanhope Seta	ASTM D482	0.04	0.03

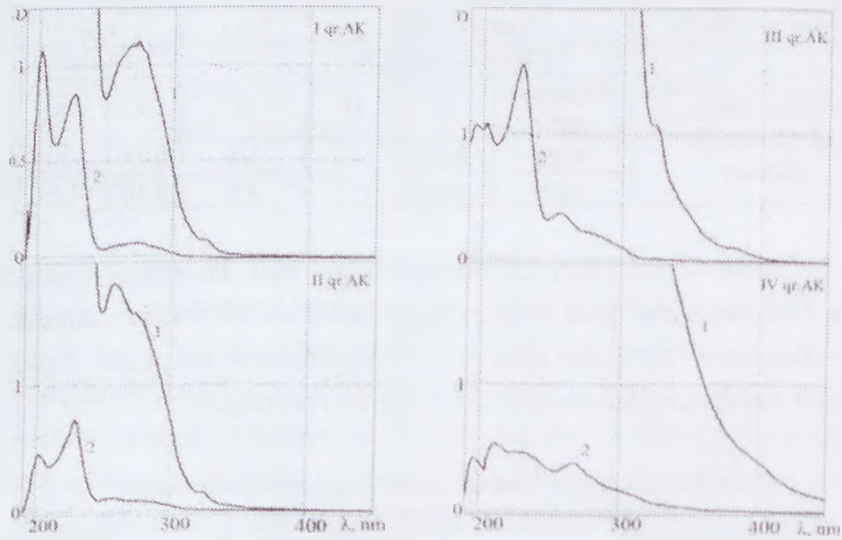
Suyun miqdarı, %	ГОСТ 2477-65		Yox	Yox		
Element analizi, %						
TruSpec Micro, LECO, Cihazın təlimatı	Balaxanı nefti	C	H	O	N	S
	yağlı	84.2	11.2	1.8	0.75	0.133
	ağır	85.2	11.1	2.1	0.86	0.33

Cədvəl 2.1.23-dən göründüyü kimi ağır Balaxanı neftinin bütün fiziki-kimyəvi göstəriciləri yağlı Balaxanı neftindən üstündür. Ağır Balaxanı neftinin aromatik komponentlərinin bəzi fiziki-kimyəvi xarakteristikaları cədvəl 2.1.24-də verilmişdir.

Cədvəl 2.1.24. Ağır Balaxanı nefti komponentlərinin bəzi fiziki-kimyəvi xarakteristikaları

No	Maddənin adı	Çıxım, %	Şüasındırma əmsali, n <sub>d</sub> <sup>20</sup>	Sıxlığı, ρ <sub>4</sub> <sup>20</sup> kq/m <sup>3</sup>	Özülülüğü, 40°C-də mm <sup>2</sup> /s	Mr
1	PN	52.04	1.4700	873.0	21.1	254
2	Iqr.AK	8.1	1.5220	934.2	32.1	353
3	IIqr.AK	7.1	1.5400	954.0	33.6	530
4	IIIqr.AK	8.6	1.5570	963.3	43.2	560
5	IVqr.AK	13	1.5808	1005.0	51.5	580
6	qatran	11	—	1026.9	—	630
7	asfalten	0.16	—	—	—	—

Ağır Balaxanı neftinin I-IV AK komponentlərinin UB-spektrlərinə diqqət yetirsək, onların strukturlarına, formalarına, udma maksimumlarının nisbətlərinə görə bir-birindən kəskin fərqləndiklərini görürük (şək.2.1.21).



**Şək.2.1.21. Ağır Balaxanı xam neftinin UB udma spektrləri: I qr.AK  $1-c_1=0.02$ ,  $2-c_2=0.01$ ; II qr.AK  $1-c_1=0.17$ ,  $2-c_2=0.01$ ; III qr.AK  $1-c_1=0.03$ ,  $2-c_2=0.01$ ; IV qr.AK  $1-c_1=0.03$ ,  $2-c_2=0.001$**

Ağır Balaxanı neftinin III və IV qr.AK komponentlərinin udma spektrlərində mono-, bi-, tritsiklik AK-na məxsus udma zolaqları müşahidə edilmiş, onların miqdarı hesablanmış və cədvəl 2.1.25-də verilmişdir.

I qr.AK komponentində əsas maksimumlar benzol (202 nm) və naftalin (226 nm), II qr.AK-da isə benzol (207 nm), naftalin (226 nm), antrasen (273 nm) karbohidrogenlərinə uyğundur. Lakin I qr.AK-da  $D_{ben}:D_{naf}=1.6:1.4$  olduğu halda, II qr.AK komponentində  $D_{ben}:D_{naf}=1.96:2.7$ -dir. III qr.AK komponentinin udma spektrinin forması I və II qr.AK komponentlərinin udma spektrlərinin formasından kəskin fərqlənir. 1-ci əsas maksimum 202 nm-də ( $D=3.05$ ) qeydə alınır və bu maksimum IV qr.AK komponentinin benzol karbohidrogeninin udma maksimumuna 205 nm ( $D=0.4044$ ) nisbətən yüksəkenerjili spektral sahəyə doğru 3 nm sürüşmüşdür.

IIIqr.AK komponentinin 2-ci əsas maksimumu naftalinlərə ( $D_{227}=1.5578$ ), digər maksimumu isə fenantren karbohidrogenlərinə ( $D_{255}=0.3702$ ) aiddir. Bu neftin II, III və IV qr.AK komponentlərində, həm də, antrasen karbohidrogenləri qeydə alınmışdır.

**Cədvəl 2.1.25. UB-spektral metodla ağır Balaxanı neftindən ayrılan AqK-da olan AK-ın hesablanmış miqdarı və digər metodlarla müqayisəsi**

Benzol və digər PAK-lar	Ağır Balaxanı neftinin adsorbsiya üsulu ilə ayrılmış komponentləri.			
	%küt.	Iqr.AK	IIqr.AK	IIIqr.AK
Benzollar	17.4 (1.64)	16.2 (1.96)	14.2 (1.0789)	11.3 (0.4044)
Naftalinlər	16.6 (1.47)	20.2 (2.73)	17.2 (1.5578)	13.2 (0.4656)
Fenantrenlər	-	7.3 (1.8136)	8.1 (0.3702)	10.2 (0.3576)
Antrasenlər	1.1	2.1 (0.091)	4.2 (0.2216)	6.7 (0.3312)
Tetratsiklik AK.	—	—	izi	izi
Cəmi				
UB-spektroskopiya	35.2	43.8	44.7	42.3
NMR	34	42	44	41
IQ-spektroskopiya	34.1	42.5	44.4	41.7

Tədqiq etdiyimiz Suraxanı və Balaxanı neftlərinin UB-spektroskopiya üzrə hesablanmış struktur-qrup tərkiblərini müqayisə etsək yüngül Suraxanı neftində bütün qruplar üzrə benzol və naftalin karbohidrogenlərinin miqdarının Balaxanı neftindəkindən çox olduğunu, fenantrenlərin isə praktiki olaraq olmadığını görürük.

Digər neftlər və onların komponentləri kimi ağır Balaxanı neftinin də lüminessensiya xassələri tədqiq edilməzdən əvvəl UB-şüanın təsiri altında onların lüminessensiyasının rənginə baxılmış və alınan nəticələr cədvəl 2.1.26-da göstərilmişdir.



**Cədvəl 2.1.26. Ağır Balaxanı xam nefti və onun AQK-nın vizual tədqiqindən alınan nəticələr**

Xam neft və onun AQK	Lüminessensiyanın rəngləri
Neft	sarı-qəhvəyi
Iqr.AK	mavi
IIqr.AK	bənövşəyi-mavi
IIIqr.AK	firuzə
IVqr.AK	sarı
Qatran	tünd qəhvəyi

Lüminessensiya metodu ilə alınan nəticələr də ağır Balaxanı neftinin tərkibində benzol, naftalin, fenantren, antrasen karbohidrogenlərinin və onların alkiləvəzolunmuş törəmələrinin olduğunu təsdiq edir. Nəticələr cədvəl 2.1.27-də göstərilmişdir. Araşdırmalar hər bir individual karbohidrogenə uyğun gələn lüminessent həyəcanlanma və uyğun olaraq lüminessensiya maksimumlarında aparılmışdır.

**Cədvəl 2.1.27. Ağır Balaxanı xam neftinin AQK-nın lüminessensiya maksimumları**

Nümunənin adı	$\lambda_{\text{həy.mak}}, \text{nm}$	$\lambda_{\text{lum.mak}}, \text{nm}$
1	2	3
Iqr.AK	202	292, 340, 577
	217	291, 331, 340, 572, 654
	226	291, 340, 655
	234	332, 345, 660, 685
	264	290, 329, 343, 355, 393, 522
	274	293, 311, 330, 345, 545
	277.96	333, 342, 657
	302	332, 342, 659, 679
	316	335, 346, 631, 661, 688
	325, 366	333, 345, 410, 654, 685
IIqr.AK	216	305, 330, 581, 658
	226	331, 342, 656
	235	333, 346, 661
	323	345, 394, 646, 702 (zəif)

1	2	3
IIIqr.AK	204	294, 309, 330, 570
	228	331, 344, 657
	255	316, 356, 372, 388, 412, 507, 615
	262	315, 332, 356, 373, 393, 590, 616
	295	331, 340, 522
IVqr.AK	203	312, 362
	230	358, 460, 623, 658
	250	316, 361, 496
	262	316, 367, 521, 714
	274	365, 399, 545
	297	317, 373, 546, 620
	313	365, 624
	316	318, 365, 517, 617, 719
	326	370, 650
	366	416, 730

**2.1.11. Suraxanı və Balaxanı neftlərinin tədqiqindən alınan nəticələrin müqayisəli təhlili**

Öyrənilən neftlərin fiziki-kimyəvi xassələri müqayisəli şəkildə aşağıdakı cədvəldə verilmişdir.

**Cədvəl 2.1.28. Neftlərin fiziki-kimyəvi xassələri**

Xassələri	Neftlərin adları			
	Suraxanı (№75348)	Suraxanı (№1311)	Balaxanı yağlı	Balaxanı ağır
1	2	3	4	5
Sıxlığı, $\text{kg/m}^3$ , $20^\circ\text{C}$	798.9	841.7	887.8	911.5
Kinematik özüllüyü $\text{mm}^2/\text{c}$ , $20^\circ\text{C}$	1.22	6.33	17.05	30.5
Fraksiya tərkibi (ASTM)	Miqdarı, %			
$150^\circ\text{C}$	26	10	0.5	0.1
$200^\circ\text{C}$	70	20	10	0.2

1	2	3	4	5
250°C	87	29	20	35
Asfalten	—	0.02	0.05	0.16
Qatran	0.95	4.1	8.9	11
Kükürdün miqdarı, %	0.03	0.78	0.17	0.33
Donma temperaturu, °C	-60	-40	-52	-40
Alışma temperaturu (bağlı tiqldə), °C	+40	+44	+34	+36
Turşu ədədi, mqKOH/q	0.35	2.55	5.21	3.50

Aşağıda Suraxanı və Balaxanı neftlərindən ayrılmış AK qruplarının orta molekül kütlələri və emrik formulları göstərilmişdir (cədv.2.1.29).

**Cədvəl 2.1.29. Suraxanı və Balaxanı neftlərindən AQK -nin empirik formulları**

Neft yataqları	Aromatik qruplar	Orta molekül kütləsi	Empirik formula $C_{x}H_{2y-z}N_{p}S_{q}O_{r}$
Suraxanı 75348 sayılı quyu	I qr.AK	187	$C_{22.6}H_{31.1}N_{0.026}S_{0.013}O_{0.367}$
	II qr.AK	236	$C_{28.3}H_{40.4}N_{0.028}S_{0.013}O_{0.5442}$
	III qr.AK	315	$C_{29.2}H_{41.3}N_{0.052}S_{0.021}O_{0.476}$
Suraxanı 1311 sayılı quyu	I qr.AK	196	$C_{14.2}H_{23.1}N_{0.027}S_{0.010}O_{0.140}$
	II qr.AK	246	$C_{17.9}H_{27.0}N_{0.05}S_{0.02}O_{0.19}$
	III qr.AK	322	$C_{23.6}H_{34.1}N_{0.07}S_{0.01}O_{0.20}$
	IV qr.AK	435	$C_{31.5}H_{46.6}N_{0.20}S_{0.04}O_{0.24}$
yağlı Balaxanı	I qr.AK	333	$C_{24.1}H_{38.5}N_{0.021}S_{0.015}O_{0.289}$
	II qr.AK	525	$C_{38.1}H_{60.1}N_{0.041}S_{0.008}O_{0.348}$
	III qr.AK	545	$C_{39.7}H_{61.2}N_{0.051}S_{0.015}O_{0.480}$
	IV qr.AK	562	$C_{41.1}H_{63.8}N_{0.080}S_{0.018}O_{0.622}$
ağır Balaxanı	I qr.AK	353	$C_{25.6}H_{40.2}N_{0.151}S_{0.012}O_{0.238}$
	II qr.AK	530	$C_{38.5}H_{58.4}N_{0.045}S_{0.013}O_{0.474}$
	III qr.AK	560	$C_{40.7}H_{63.0}N_{0.056}S_{0.016}O_{0.468}$
	IV qr.AK	580	$C_{42.2}H_{65.8}N_{0.075}S_{0.022}O_{0.337}$

Cədvəl 2.1.30-da tədqiq edilən neftlərin karbohidrogen tərkiblərinin müqayisəsi göstərilmişdir.

**Cədvəl 2.1.30. Suraxanı və Balaxanı neftlərinin karbohidrogen tərkiblərinin müqayisəsi**

№	Neftlərin adı	Maye adsorbsiyalı xromatoqrafiya, %					
		P-N	I qr. AK	II qr. AK	III qr.AK	IVqr.AK	Qatran
1	Yüngül Suraxanı	74	3.9	5.0	1.3		0.95
2	Ağır Suraxanı	75.42	5.87	3.68	6.23	4.7	4.1
3	Yağlı Balaxanı	66	6	6.46	3.19	9.48	8.87
4	Ağır Balaxanı	52.04	8.1	7.1	8.6	13	11

Göründüyü kimi, bu neftlər karbohidrogen tərkibinə görə bir-birindən az fərqlənir: PNK 75-66%, AK isə 20-30% arasında dəyişir. Belə ki, Suraxanı 75348 sayılı quyu neftində digər neftlərdən fərqli olaraq IV qrup aromatik karbohidrogen yoxdur. Neftlərdə qatranın miqdarı 0.95–11 arasında dəyişir.

Aşağıdakı cədvəldə İQ- spektral analiz nəticələrinə görə ilkin neftlərin tərkibindəki parafin, naften, aromatik karbohidrogenlərin faizlə miqdarı, aromatiklik əmsalları və şaxələnmə dərəcələrinin müqayisəli nəticələri verilmişdir.

**Cədvəl 2.1.31. İQ- spektroskopik analiz nəticələrinə əsasən Suraxanı və Balaxanı xam neftlərinin tərkibindəki karbohidrogenlərin miqdarı, aromatiklik əmsalları və şaxələnmə dərəcələrinin müqayisəsi**

Nümunə	P%	N%	A%	A.ə	Ş.d
Suraxanı- quyu 75348	40.4	56.2	3.1	0.1	2.5
Suraxanı-quyu 1311	73.2	18.6	8.2	0.3	1.3
Balaxanı yağlı	82.1	13.8	15.2	0.45	1.4
Balaxanı ağır	39.3	38.3	22.2	0.81	1.7



Cədvəl 2.1.31-də görüldüyü kimi, parfin karbohidrogenləri ilə zəngin olan yağlı Balaxanı nefti (82.1%), naften karbohidrogenləri üstünlük təşkil edən isə 75348 sayılı quyu nefti (56.2%)-dir. Digər neftlərə nisbətən ağır Balaxanı neftində aromatik karbohidrogenlərin miqdarı yüksəkdir (22.2%). Bunu tədqiq etdiyimiz neftlərin aromatiklik əmsallarının müqayisəsi də sübut edir. Bu neftlər sırasında şaxələnmə dərəcəsi 1.7–2.5 arasında dəyişir ki, şaxələnmənin ən yüksək qiyməti yüngül Suraxanı neftindədir. Nəticələrə əsasən bu neft müalicə məqsədi üçün istifadə oluna bilər.

Cədvəl 2.1.32-də Suraxanı və Balaxanı neftlərinin qatran komponentlərinin tərkibindəki karbohidrogenlərin miqdarı verilmiş, aromatiklik əmsallarının və şaxələnmə dərəcələrinin müqayisəsi göstərilmişdir.

**Cədvəl 2.1.32. Suraxanı və Balaxanı xam neftlərinin qatran komponentlərinin tərkibindəki karbohidrogenlərin miqdarı, aromatiklik əmsalları və şaxələnmə dərəcələri**

Neftlərin adı	P%	N%	A%	A.ə	Ş.d
Yüngül Suraxanı	28.7	47.3	31.2	0.72	1.31
Ağır Suraxanı	25.7	38.1	35.7	1.28	0.45
Yağlı Balaxanı	38.1	33.1	28.5	1.12	0.57
Ağır Balaxanı	29.5	39.8	30.2	1.04	0.98

Cədvəl 2.1.33-dən görüldüyü kimi, Suraxanı və Balaxanı neftlərinin qatran komponentlərinin tərkibində ən çox parafin – 38.1%, naften – 47.3% və aromatik –karbohidrogenlər 38.1%, uyğun olaraq, yağlı Balaxanı, yüngül və ağır Suraxanı neftlərindədir. Bu neft qatranları sırasında şaxələnmə Suraxanı ağır neftində ən az (0.45) olduğu halda, Suraxanı yüngül nefti daha böyük (1.31) şaxələnmə dərəcəsinə malikdir.

İQ- spektrlərinə əsasən neftlərin AQK-nın karbohidrogen

tərkibi və onların izoparafin indeksi müəyyən edilmiş və alınan nəticələr cədvəl 2.1.33 və 2.1.34-də verilmişdir.

**Cədvəl 2.1.33. Suraxanı və Balaxanı xam neftlərinin AQK-nın tərkibindəki karbohidrogenlərin şaxələnmə və aromatiklik dərəcələrinin miqdarının müqayisəsi**

Spektral əmsallar	Yüngül Suraxanı			Ağır Suraxanı				Yağlı Balaxanı				Ağır Balaxanı			
	I qr.AK	II qr.AK	III qr.AK	I qr.AK	II qr.AK	III qr.AK	IV qr.AK	I qr.AK	II qr.AK	III qr.AK	IV qr.AK	I qr.AK	II qr.AK	III qr.AK	IV qr.AK
A.ə	0.36	0.77	0.89	1.07	1.23	0.75	1.09	0.29	0.48	1.03	0.8	0.54	0.61	1.41	1.0
Ş.d	0.70	1.07	1.02	1.41	0.44	0.45	0.48	0.54	0.51	0.54	0.52	0.76	0.71	1.1	1.01

Aromatiklik əmsalı və şaxələnmə dərəcəsi, uyğun olaraq, Suraxanı xam neftinin aromatik qrup komponentləri üzrə ən çox Suraxanı 1311 sayılı quyu neftinin II qr.AK-da (1.23) və Suraxanı 75348 sayılı quyu neftinin II qr.AK-dır (1.07). Balaxanı ağır neftinin III qr. AK komponenti ən çox aromatiklik əmsalı (1.41) və şaxələnmə dərəcəsinə (1.1) malikdir (cədv.2.1.33).

Cədvəl 2.1.34-də İQ- metodu ilə tədqiq edilən neftin AQK-nın doymuş və doymamış karbohidrogenlərinin müqayisəsinə əsasən qeyd edə bilərik ki, bu neftlər sırasında komponentlər üzrə naften radikalları ilə zəngin olan 75348 sayılı Suraxanı quyu nefti- 20.1% (I qr.AK), yağlı Balaxanı - 39.7% (II qr.AK) və 39.2% (III qr. AK) və Balaxanı ağır- 36.1% (IV qr.AK) neftləridir. Bu komponentlər sırasında yan zəncirdə alkil radikalları ən çox Suraxanı 1311 sayılı neftin I qr. AK (47.1%), ən az isə Balaxanı yağlı neftinin III qr. AK (21.8%) komponentindədir. Aromatik həlqələrin miqdarna görə ağır Balaxanı neftinin III qr.AK komponenti (44.4%) üstünlük təşkil edir.

**Cədvəl 2.1.34. Suraxanı və Balaxanı neftlərinin AqK-nin tərkibindəki karbohidrogenlərin miqdarının müqayisəsi**

Spektral əmsalları	Suraxanı quyu №75348 nefti və onun k/h tərkibi			Suraxanı quyu №1311 nefti və onun k/h tərkibi				yağlı Balaxanı nefti və onun k/h tərkibi				ağır Balaxanı nefti və onun k/h tərkibi			
	I qr.AK	II qr.AK	III qr.AK	I qr.AK	II qr.AK	III qr.AK	IV qr.AK	I qr.AK	II qr.AK	III qr.AK	IV qr.AK	I qr.AK	II qr.AK	III qr.AK	IV qr.AK
A% (iQ)	29.4	30.2	29.3	47.1	30.4	41.3	45.3	43.4	25.3	21.8	32.1	40.1	43.7	22.3	21.9
N% (iQ)	20.1	23.3	21.3	18.7	28.8	15.9	16.5	33.7	39.7	39.2	30.1	25.4	13.5	33.1	36.1
AK% (iQ)	50.1	46.3	49.2	33.5	40.2	42.5	37.8	22.5	34.6	38.4	37.5	34.1	42.5	44.4	41.7

\*A- aromatik həlqənin yan zəncirindəki alkil radikallarının miqdarı; N- naften radikallarının miqdarı; AK- aromatik karbohidrogen həlqələrinin miqdarı.

Beləliklə, MAX ilə karbohidrogen tərkibinə (PNK, aromatik qruplar, qətran) ayrılmış Suraxanı və Balaxanı xam neftlərinin fiziki-kimyəvi, spektral –lüminessent xassələri tədqiq edilərək, Suraxanı neftləri və onların komponentlərinin tərkiblərinin, əsasən mono- və bitsiklik (yüngül Suraxanı) və mono-, bi-, və tritsiklik (ağır Suraxanı) AK-dan və onların alkiləvəzedicilərindən ibarət olduğu müəyyən edilmişdir. Eyni zamanda Balaxanı xam neftlərinin tərkiblərinin mono-, bi-, tritsiklik alkiləvəzə olunmuş AK-dən ibarət olduğu aşkar edilmişdir. Lakin Balaxanı neftlərində tritsiklik AK sırasında fenantrenlər üstünlük təşkil edir. Bu xam quyu neftləri və onların komponentlərində PAK-ın miqdarları və lazımi spektral parametrlər

(aromatiklik dərəcəsi, şaxələnmə dərəcəsi və s.) hesablanmış və bütün tədqiq edilən neft nümunələri üzrə bir-biri ilə müqayisə edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, ağır Suraxanı xam neftində — CH<sub>3</sub> və — CH<sub>2</sub> qruplarına düşən hidrogen atomlarının payı, yüngül neftə nisbətən az olub, uyğun olaraq, 66 və 34%-dir və onda orta molekula daxil olan hidrogen atomlarının əksəriyyəti doymuş fragmentdə toplanır və aromatik həlqələrin sayı az, müxtəlif alifatik qrup və dəstələrin sayı isə çoxdur. Yüngül Suraxanı neftinin PNK alifatik zəncir yüksək dərəcədə şaxələnməmişdir.



## **Bölmə II. Xam neft və onun aromatik qrup karbohidrogenlərinin termiki xassələrinin tədqiqi**

Neft və onun fraksiyalarının istiliyin təsiri ilə oksidləşməsinə aid bir çox tədqiqat işlərinin aparılmasına baxmayaraq, onların istilik xassələri demək olar ki, yaxşı öyrənilməmişdir. Çünki, xam neft mürəkkəb tərkibə malikdir, onun yanması mürəkkəb prosesdir və yanma mərhələsindən asılı olaraq onun tərkibi dəyişir.

Aparılan tədqiqatlarda əsas məqsəd xam neftlər və onlardan alınan aromatik qrup karbohidrogenlərinin yanması və parçalanması zamanı gedən termiki proseslərin xüsusiyyətlərinin təyin edilməsidir. Azərbaycanda xam neftlərin, xüsusən də, onların aromatik törəmələrinin DTA-ı İQ- və kütlə-spektroskopik metodları ilə birlikdə tədqiq olunmayıb. Tədqiqat obyektini kimi Balaxanı və Suraxanı xam neftləri və onların aromatik qrup karbohidrogenlərindən istifadə edilib.

DTA metodu vasitəsilə neft və onun aromatik qrup komponentlərində tədqiqatlar oksigenli və inert mühitdə aparılıb. DTA ayrılmasına görə, oksigensiz mühitdə piroliz prosesi əsasən iki mərhələdə gedir. Oksigenli mühitdə isə izotermiki proses ardıcıl üç müxtəlif mexanizmlə gedir və aşağı temperaturda oksidləşmə (ATO), məhsulun yaranması (MY) və parçalanması (MP) və yüksək temperaturda oksidləşmə (YTO) reaksiyaları ilə müşahidə olunur [171-174, 178]. ATO heterogen (qaz-maye) reaksiya olub, keyfiyyətin nəzərə çarpacaq dərəcədə itməsi, aşağı temperatur maksimumu və müxtəlif oksigen tərkibli məhsullarla xarakterizə olunur. Aşağı temperaturda əvvəlcə oksigen ən az kimyəvi əlaqə enerjisinə malik olan maye karbohidrogenlərlə qarşılıqlı təsirdə olur və oksigenli birləşmələri əmələ gətirir. Bu aralıq məhsullar qeyri-stabil olub, asanlıqla dekarboksilləşmə reaksiyasına məruz qalır. MP

ikinci reaksiya mərhələsi olub, maye karbohidrogenlərin bərk karbontərkibli məhsula çevrilməsi ilə xarakterizə olunur. Bu mərhələ endotermiki effektivlə xarakterizə olunur və burada karbohidrogenlərin pirolizi, oksidləşməsi və termiki parçalanması eyni vaxtda baş verir və koks yaranır. Sonuncu heterogen (qaz-bərk) reaksiya YTO reaksiyasıdır. Bu mərhələdə məhsul daha dərindən deqradasiya edir və yanacaq qalıqlarının yüksək reaksiya imkanları sayəsində xeyli istilik ayrılır və nəticədə çoxlu miqdarda duda yaranır.

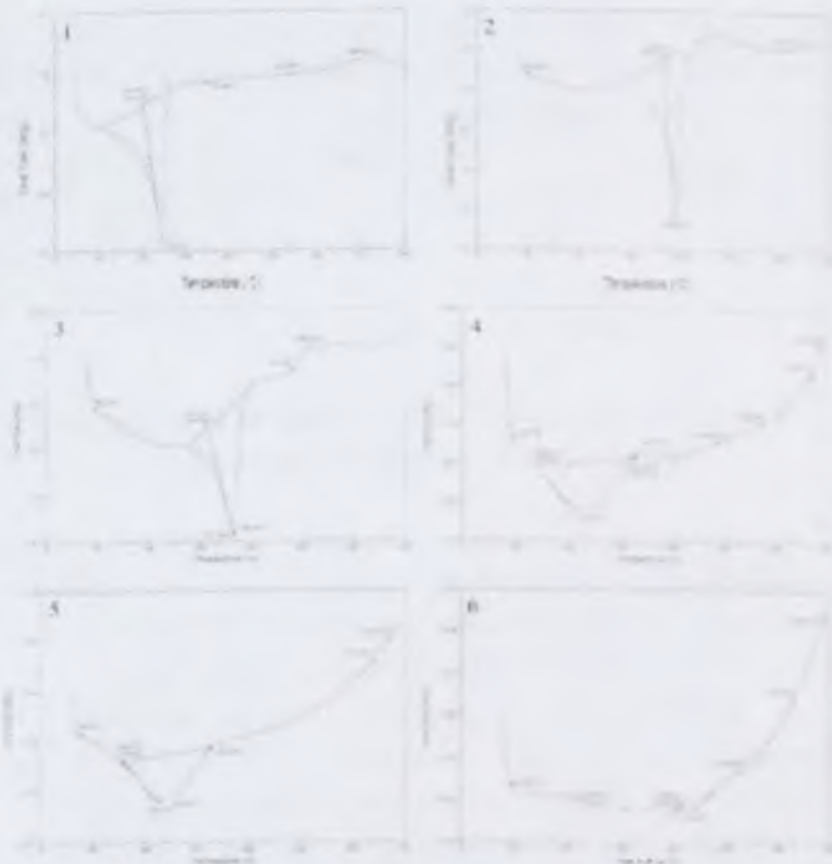
### **2.2.1. Yüngül Suraxanı xam neftinin komponent tərkiblərinin və termiki çevrilmə proseslərinin tədqiqi**

Parafin-naften əsaslı Suraxanı neftlərinin istilik xarakteristikalarının tədqiqi də böyük maraq kəsb edir. Belə ki, UB-spektroskopiya və lüminessensiya metodları ilə öyrənilməsi mümkün olmayan (buna spektral enerji diapozonu imkan vermir (1-6eV). doymuş aromatik karbohidrogenlərdə karbon atomlarının neft komponentlərində sayı haqqında məlumatın istilik xarakteristikalarının köməyi ilə verilməsi mümkündür.

Təsnifata görə Suraxanı neftləri A<sub>2</sub> tipinə aiddir, onların fərqləndirici cəhətləri izoalkanların normal alkanlara nisbətən üstünlük təşkil etməsi və AK-ın az olmasıdır. Bu səbəbdən Suraxanı quyu neftlərində alkanların tədqiqi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Digər tərəfdən, parafin karbohidrogenlərinin müəyyən qatılıqlarda kristallik faza əmələ gətirməsi onların tədqiqi üçün differensial skanlaşdırıcı kalorimetriyanın tətbiq edilməsi imkanlarını yaradır.

Yüngül Suraxanı nefti və onun komponentləri üzrə eksperimentlər "DSK Q20" cihazında 20-400<sup>0</sup>C temperatur intervalında aparılmışdır.



Şək.2.2.22. Yüngül Suraxanı nefti və onun AÖK-nın DSK ayrılıbri:1-neft; 2- PNK; 3- I qr.AK; 4- II qr.AK; 5- III qr.AK; 6- qatran

Parafin-naften komponentinin DSK-əyrisindən (şək.2.2.22) görüldüyü kimi, bu əyridə termiki proses  $50^{\circ}\text{C}$  temperaturdan başlayır, xüsusi yanma istiliyinin intensivliyi kəskin azalır, sonra isə  $100^{\circ}\text{C}$ -yə kimi azalma tədrici xarakter alır.  $140^{\circ}\text{C}$ -yə kimi bu maddədə zəif endotermiki proses gedir.  $140^{\circ}\text{C}$ -dən başlayaraq temperatur artdıqca piroliz olunan neft məhsulu distillə olunur və temperatur maksimum  $194^{\circ}\text{C}$ -də olmaqla güclü endotermiki proses

baş verir. Bu maksimuma uyğun gələn entalpiya  $\Delta H=46.63 \text{ C/q}$ -dir [2].

Suraxanı quyu nefti və onun aromatik komponentlərinin tərkibi DSK metodun köməyi ilə tədqiq edilmiş və alınan nəticələr cədvəl 2.2.34-də göstərilmişdir.

Ədəbiyyatda [152, 187] verilənləri əsas götürsək, DSK əyrisinin forması göstərilən komponentlərdəki parafin karbohidrogenlərinin kristallik fazasının özünü aparması ilə əlaqədardır. Alkanların qaynama temperaturlarına əsaslanaraq bu prosesin  $\text{C}_9\text{-C}_{11}$  AK ilə əlaqədar olduğu ehtimal olunur.  $194\text{-}220^{\circ}\text{C}$  arasında bu alkanların kristallaşması baş verir və sonra temperatur artdıqca n-alkanların əsas qismi kristallaşdığından qazoyl komponentində proses zəifləyir.

Cədvəl 2.2.35. Yüngül Suraxanı xam neftinin DSK-analizinin nəticələri

Nümunənin adı	Entalpiya, $\Delta H$ , C/q	Temperatur intervalı, $^{\circ}\text{C}$	Temperatur maksimum u, $^{\circ}\text{C}$	Entropiya, $\Delta S$ , C/ $^{\circ}\text{C}$	İzotermiki proses
P-N	46.63	175-194	183	0.25	endotermiki
I qr.AK	5.4 18.46 6.5	65-110 130-184 220-256	80 157 240	0.12	endotermiki
II qr.AK	3.98 0.37	71.07-161 161-200	121 181	0.032	endotermiki ekzotermiki
III qr.AK	6.79	78-162	116	0.06	endotermiki
Qatran	34	123-274	220	0.15	Endotermiki

Suraxanı 75348 sayılı quyu neftindən ayrılmış I qr.AK-da (şək. 2.2.22) PNK-dan fərqli olaraq,  $48.31^{\circ}\text{C}$ -də xüsusi yanma istiliyinin



qiyməti kəskin düşür, sonra isə  $140^{\circ}\text{C}$ -ə kimi DSK əyrisinin forması öz müntəzəmliyini saxlayır. Lakin maksimumu  $105^{\circ}\text{C}$  olan DSK əyrisində kiçik intensivliyə malik olan endotermiki xarakterli zolaq müşahidə olunur.  $140^{\circ}\text{C}$ -dən başlayaraq maddənin temperaturu artdıqca onda gedən endotermiki proses daha kəskin xarakter alır və zolağın maksimumu  $184.44^{\circ}\text{C}$ -də olmaqla I qr AK-da kristallaşma prosesi gedir.

I qrup AK komponentinin DSK əyrisindən görüldüyü kimi, onda gedən çevrilmə prosesləri  $45-257^{\circ}\text{C}$  temperatur oblastında baş verir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, əsas endotermiki çevrilmə  $130-184^{\circ}\text{C}$  temperatur intervalında baş verir. DSK əyrisində çevrilmə proseslərinə uyğun gələn oblastdakı temperaturları parafin karbohidrogenlərinin qaynama temperaturları ilə müqayisə etdikdə burada proseslərin  $>C_5$  parafin karbohidrogenlərinə aid olduğunu görürük. Bu karbohidrogenlərdə ərimə, kristallaşma prosesi əsasən  $157^{\circ}\text{C}$  maksimumunda baş verir. Parafin-naften komponentindən fərqli olaraq I qr AK komponentində  $240^{\circ}\text{C}$  temperatur maksimumunda udulan enerji  $184^{\circ}\text{C}$  temperatur maksimumunda udulan enerjiden çox azdır, bu da termiki cəhətdən nisbətən daha stabil olan aromatik karbohidrogenlərlə əlaqədardır.

Yuxarıda göstərilən komponentlərdən fərqli olaraq, II-III qr.AK-da termiki çevrilmə prosesləri daha geniş temperatur oblastında ( $45-350^{\circ}\text{C}$ ) baş verir.  $35^{\circ}\text{C}$ -də DSK əyrisinin intensivliyi  $1-2^{\circ}\text{C}$  temperatur fərqi ilə kəskin azalır və  $>40^{\circ}\text{C}$ -dən başlayaraq  $55^{\circ}\text{C}$  də zəif oksidləşmə prosesi gedir. Əsas endotermiki çevrilmə prosesi  $71-162^{\circ}\text{C}$  temperatur oblastında (maksimumlar uyğun olaraq,  $116, 121^{\circ}\text{C}$ ) baş verir.  $165^{\circ}\text{C}$  temperaturdan başlayaraq, temperatur artdıqca əyrinin intensivliyi artır ki, bu xüsusi yanma istiliyinin temperatur artdıqca yüksəlməsinə dəlalət edir.

Yüngül Suraxanı xam neftindən ayrılmış qatran komponentinin

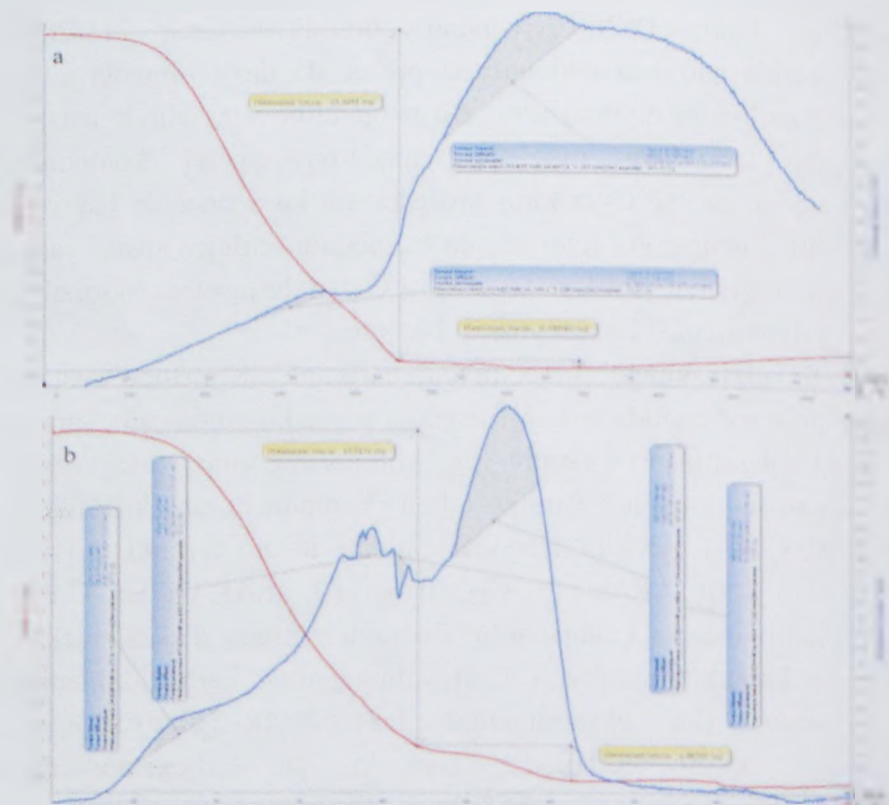
tədqiqi zamanı digər fraksiyalarda olduğu kimi,  $40-50^{\circ}\text{C}$  arasında xüsusi yanma istiliyinin kəskin düşməsi müşahidə olunur.  $220.29^{\circ}\text{C}$ -də zəif intensivlikli endotermiki və  $250^{\circ}\text{C}$ -də ekzotermiki piklər qeyd alınır.  $210^{\circ}\text{C}$ -dən başlayaraq DSK əyrisinin intensivliyi kəskin artır.

Bildiyimiz kimi neftin yüngül hissəsi  $50-280^{\circ}\text{C}$  temperaturda qovulur. Lakin DSK əyrisindən görüldüyü kimi,  $215-280^{\circ}\text{C}$  intervalında qatranda endotermiki proses də daxil olmaqla xüsusi yanma istiliyinin qiyməti artır. Bu temperatur intervalında ayrılmış qatranın tərkibində müəyyən miqdarda qazoyl komponenti mövcuddur və  $280^{\circ}\text{C}$ -yə kimi proseslər bu komponentdə baş verir.  $280-340^{\circ}\text{C}$  temperatur intervalında temperatur artdıqca xüsusi yanma istiliyinin qiyməti kəskin artır.  $230^{\circ}\text{C}$ -dən başlayaraq normal və izoparafinlərin oksidləşmə prosesi baş verir.

Beləliklə, yüngül Suraxanı xam neftinin DSK metodu vasitəsilə tədqiqinin nəticəsində termiki çevrilmə proseslərinin benzin, kerosin, qazoyl, parafin və parafin-yağ komponentlərində baş verdiyi müəyyən edilmişdir. Parafin-naften komponentinin kristallaşma prosesi  $C_9-C_{11}$  AK ilə əlaqədar olduğu halda, termiki çevrilmə prosesləri I qr AK-də  $C_{11}-C_{24}$ , II və III qr.AK-da isə  $C_{18}-C_{24}$  karbohidrogenləri ilə əlaqədardır. Bu quyu neftində yüksəkmolekullu parafin karbohidrogenləri ( $>C_{30}$ ) yalnız qatran karbohidrogenində mövcuddur (bu eksperimental fakt NMR-spektroskopiyanın köməyi ilə təsdiq edilmişdir, belə ki, bu karbohidrogenlər üçün hesablamalara görə  $C=34.9$ -dur. Nisbətən aşağımolekullu n-alkanların ( $<C_{30}$ ) molekulyar kütlə paylanması  $40-260^{\circ}\text{C}$  temperatur oblastında baş verir.

## 2.2.2. Ağır Suraxanı neftinin III qr.AK. komponentinin tərkibinin temperaturdan asılılığı

İnert mühitdə izotermiki proses ağır Balaxanı neftinin I grup AF gedən prosesə qismən oxşayır (şək.2.2.23).



Şək.2.2.23. 1311 sayılı Suraxanı neftinin III grup AK-nın inert (a) və atmosfer(b) mühitində DTA ayrılırları

100°C temperaturdan başlayaraq 440°C-yə kimi tədqiq edilən neft nümunəsində ucucu komponentlərin hesabına kütlə itkisi 95 küt.% olur. Daha sonra 460°C temperaturdan başlayaraq qalan məhsulun

termooksidləşməsi zamanı eqzotermiki effekt 640°C temperatur maksimumunda müşahidə olunur.

Havada isə oksigenin təsiri ilə III grup AK-da TGA və DTA ayrılırlarının analizi göstərir ki, maddənin termooksidləşmə destruksiyası üç mərhələdə baş verir. Birinci mərhələdə kütlə itkisi böyük eqzotermiki effektlə 120-190°C temperatur intervalında  $\Delta m=10$  küt.% olur, bu da DTA əyrisində 160°C temperatur maksimumuna uyğun gəlir. Bu maddənin tərkibində yüksək yanma temperaturuna malik olan alkiləvəzölünmüş, kondensə olunmuş karbohidrogenlərin olması ilə əlaqədardır. Maddədə endotermiki hal tərkibindəki peroksidlərin parçalanması ilə əlaqəli ola bilər. İkinci mərhələdə neft nümunəsində sürətli kütlə itkisi 200-480°C temperatur arasında baş verir və  $\Delta m=75$  küt.% olur. Bu mərhələdə endo və eqzotermiki proseslər növbələşir. Üçüncü mərhələdə isə nümunədə termiki dəyişkənlik 495-640°C temperatur intervalında 6 küt.% kütlə dəyişməsiylə gedir. 600°C temperatur eqzotermiki effekt maksimumdur. Beləliklə hava mühitində Suraxanı neftinin III grup AK-ni digər tədqiq edilən nümunələrlə müqayisə etdikdə termostabilliyi çoxdur.

Yanma prosesi nəticəsində yaranan koksun oksidləşə bilən karbohidrogenlərin kimyəvi təbiəti ilə əlaqədar olduğu ehtimal olunur. Aydınır ki, YTO mərhələsində ekzotermiki emissiya asfaltenlərin miqdarından asılıdır. Əslində, funksional qrupların depolimerləşməsi və termiki parçalanması asfaltenlərin pirolizini xarakterizə edir.

Cədvəl 2.2.37-də tədqiq edilən nümunələrin temperatur maksimumlarında dissosasiya enerjisinin qiymətləri verilib. Atmosferdə IV qr. AK-nın 582°C temperaturda dissosasiya enerjisi  $E_{dis}$  1062 kC/mol, I qr. AK-nın isə 517°C-də  $E_{dis}=185$  kC/mol təşkil edir. Helium mühitində də ən çox enerji IV qr.AK-nın termiki



prosesi zamanı yaranır. Bu da yuxarda göstərilən analizin nəticələrinə adekvatdır.

**Cədvəl 2.2.37. Balaxanı nefti və AQK-nın dissosiasiya enerjilərinin miqdarı**

Nümunənin adı	Mühit	$T, ^\circ\text{C}$	$E_{\text{dis}}, \text{kC/mol}$
Balaxanı ağır IAF	helium	726	255
	atmosfer	396	656
		517	185
Balaxanı ağır IIAF	helium	557	342
	atmosfer	533	353
Balaxanı yağlı IIAF	helium	578	265
	atmosfer	426	223
		563	459
Balaxanı ağır IVAF	helium	595	624
	atmosfer	421	404
		582	1062
Balaxanı nefti	atmosfer	330	112
		553	386

İzotermiki proses zamanı alınan uçucu birləşmələr İQ-spektroskopiya metodu ilə tədqiq edilib və identifikasiya olunub. Temperaturun artması ilə udma zolaqlarının intensivliyi əmələ gələn məhsulların miqdarının artması ilə yüksəlir. Temperaturun sonrakı artımında udma zolaqlarının intensivliyinin azalması, yanacağın çox hissəsinin tükəndiyini göstərir. Cədvəl 2.2.38-də İQ- spektrindəki udma maksimumlarına uyğun karbohidrogen birləşmələri göstərilib.

Məhsulun termiki destruksiyası zamanı  $3556\text{sm}^{-1}$ -də müşahidə olunan udma maksimumu O-H əlaqəsi olub, suyun buxarlanmasını,  $2400\text{-}2224\text{sm}^{-1}$  və  $2180\text{-}2108\text{sm}^{-1}$  sahəsində C=O əlaqəsinə uyğun udma zolaqlarının müşahidə edilməsi isə CO və CO<sub>2</sub> qazlarının alınmasını göstərir. Bu birləşmələrin yaranması yan zəncirdə karbonil qrupu (CHO) saxlayan birləşmələrin dekarboksilləşməsi

nəticəsində olur. YTO mərhələsində CO-nun olması komürün yanması ilə əlaqədardır.

Oksigensiz mühitdə məhsul müxtəlif növ karbohidrogenlərə parçalanır.  $2968, 2920, 2850\text{sm}^{-1}$  udma zolağı maksimumları CH<sub>3</sub>, CH<sub>2</sub> qruplarının C-H rabitəsinə məxsusdur,  $1610, 1550, 1540\text{sm}^{-1}$  AK-ın C=C əlaqəsini göstərir.

$1705, 1720, 1750, 1755\text{sm}^{-1}$  udma maksimumları oksidləşmənin nəticəsində alınan aldehid, keton və mürəkkəb əfirlərin C=O karbonil qruplarına məxsusdur.

**Cədvəl 2.2.38. İQ-spektrində əsasən ağır Balaxanı xam neftinin qızdırılması zamanı qeydə alınan udma zolaqları**

Dalğa ədədi intervalı ( $\text{sm}^{-1}$ )	Qeydə alınan maksimumlar ( $\text{sm}^{-1}$ )	Rabitələr	Alınan birləşmələr
3500-4000	3556	O-H	H <sub>2</sub> O
3130-3070	3079, 3078	C-H	aromatik birləşmə
1600-1500	1550, 1540, 1610	C=C	
3040-3010	3018	C-H	alken
1600-1680	1625, 1633, 1670	C=C	
2970-2950	2968 2920 2850	CH <sub>3</sub> və CH <sub>2</sub>	alkan və ya alkil əvəzedicilər
2880-2860			
1470-1430			
1380-1370			
2935-2915			
2865-2845			
1485-1445			
1750-1680	1705, 1710, 1720, 1750, 1755	C=O	eton və ya aldehid
2400-2224	2250, 2350, 2361	O=C=O	CO <sub>2</sub>
2180-2108	2119	C=O	CO

İQ- spektrlərində analizi göstərir ki, izotermiki prosesin sonuna kimi  $3566\text{sm}^{-1}$ -də suyun OH-rabitəsinə aid udma maksimumu müşahidə edilir. Spekrtdə  $3079, 3078, 3076\text{sm}^{-1}$ -də aromatik

karbohidrogenlərin HC=C-grupunun C-H rəbitəsinə xas olan udma maksimumu qeydə alınır. Bu məhsulların əsas hissəsi aromatik karbohidrogenlər olduğundan onlar çətin yanır (xüsusən də PAK). Yanacağıın yanması və pirolizi nəticəsində alkenlər əmələ gəlir. Ola bilsin bu maddələr aromatik həlqəyə  $\alpha$ - vəziyyətdə birləşmiş alkil qruplarının qırılması zamanı yaranır. 1625, 1630, 1670  $\text{sm}^{-1}$ -də doymamış karbohidrogenlərin HC=C qrupunun C=C, 3018  $\text{sm}^{-1}$  isə H-C rəbitəsinə uyğun zolaqların olması alkenlərin alınmasını göstərir. Alkanlar piroliz prosesində və alkenlərin hidrogenləşməsi zamanı yaranır.

Ağır Balaxanı xam nefti və komponentlərinin DTA analizlərinin nəticəsində oksigenli mühitdə termiki reaksiyaların ardıcıl olaraq üç mərhələdə (ATO, MP, YTO) getdiyi və ağır komponentlərin yüngül komponentlərə nisbətən daha çox istilik verdiyi (xüsusən də YTO sahəsində) aşkar oldu. Bu analiz istilik effektinin maddənin ekzotermiki xassəsinə təsir edən əsas faktor olduğunu göstərdi. Tədqiq edilən maddələrin aktivləşmə enerjiləri müqayisə edilərək, YTO mərhələsində nümunələrin ATO mərhələsinə nisbətən daha sabit olduğu aşkar edildi. Müəyyən edildi ki, karbohidrogen tərkibinin müxtəlif olması ilə ağır yanacaqların yüngül yanacaqlara nisbətən kinetik parametrləri ATO sahəsində aşağı, YTO sahəsində çoxdur.

Uçucu maddələrin tərkibi, funksional qruplar İQ-spektroskopiyaya metodu ilə öyrənilərək, qızdırılma prosesində alkan, alken, aromatik birləşmələrin və ketonların alınması aşkar edilmişdir.

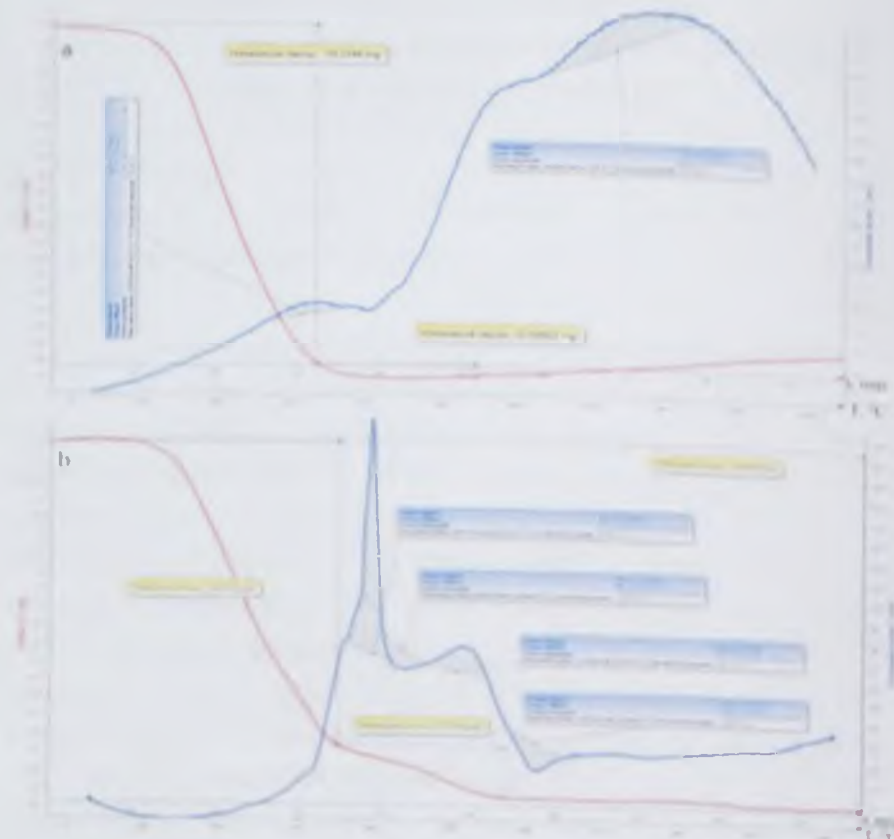
### 2.2.3. Ağır Balaxanı xam neftinin aromatik qrup karbohidrogenlərinin tərkibinin differensial skanlaşdırıcı kalotimetriya metodu ilə tədqiqi

Ağır Balaxanı xam neftinin aromatik qrup karbohidrogenlərinin tərkibinin differensial skanlaşdırıcı kalotimetriya metodu ilə tədqiq edilmiş və aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir:

#### Ağır Balaxanı xam neftinin I qr.AK komponenti:

Aparılan tədqiqatların nəticəsində mühitdən asılı olaraq I qrup AK-nın DTA ayrılma növlərinin bir-birindən fərqləndiyi müəyyən edilmişdir. Şəkl.2.2.24-də bu neftin inert (a) və atmosfer(b) mühitində DTA ayrılması göstərilib. Göründüyü kimi, oksigensiz mühitdə (şəkl.2.2.24a) maddə piroliz olunur və müxtəlif temperaturalarda müxtəlif növ karbohidrogenlər alınır. Piroliz iki mərhələdə gedir. İlkin mərhələdə, göründüyü kimi, 50-110<sup>0</sup>C temperatur intervalında nümunənin tərkibindəki yüngül hissəciklər uçuş və su buxarlanır. Temperatur artıqca əmələ gələn uçucu məhsulların say- sında sürətli kütlə itkisi olur ki, 350<sup>0</sup>C temperatur maksimumunda bu itki 87% təşkil edir. Bu mərhələdə aşağı qaynama temperaturu uçucu maddələrin kütlə itkisinin çox hissəsi 350<sup>0</sup>C temperatur maksimumunda baş verir. Sonrakı mərhələdə temperatur artıqca kütlə itkisinin sürəti azalır, çünki, aşağı qaynama temperaturu maddələrin miqdarı azalır. 400-490<sup>0</sup>C temperatur intervalında maddənin tərkibində praktiki olaraq dəyişiklik müşahidə olunmur.





Şək.2.2.24. Ağır Balaxanı xam neftinin I qrup AK-nın inert (a) və atmosfer(b) mühitlərdə DTA ayrılırları

Sonra 590°C temperaturda ayrının intensivliyi kəskin artmağa başlayır və bu 850°C temperatura kimi davam edir. Bu zaman yüksək qaynama temperaturuna malik olan maddələr ayrılır. 850°C temperaturdan sonra qalan maddədə termodeqradasiya müşahidə olunmur, uçucu birləşmələr tükənir, proses sona çatır. Qalan kütlə ilkin maddənin təxminən 4,3%-ni təşkil edir.

Şək. 2.2.24 (b) isə termiki prosesi üç müxtəlif mərhələyə

ayırmaq olar: ATO, MP, YTO. ATO mərhələsində I qr.AK qızdırıldıqda o distillə olunur, çıxan uçucu qazlar oksidləşməyə məruz qalır. İlkin kütlə itkisi aşağı qaynama temperaturu uçucu karbohidrogenlərin hesabına baş verir və 110°C temperatura uyğun gəlir. Sonrakı kütlə itkisi 210-350°C temperatur intervalında baş verir. Bu temperatur intervalında maddənin oksidləşməsi hesabına kütlə itkisi ilkin maddənin 73%-i təşkil edir. Qızdırılma temperaturu artıqca maksimumlar daha yüksək temperatur sahəsinə doğru sürüşür. Yanma prosesi 390°C temperatura kimi davam edir. Bu proses ekzotermikdir.

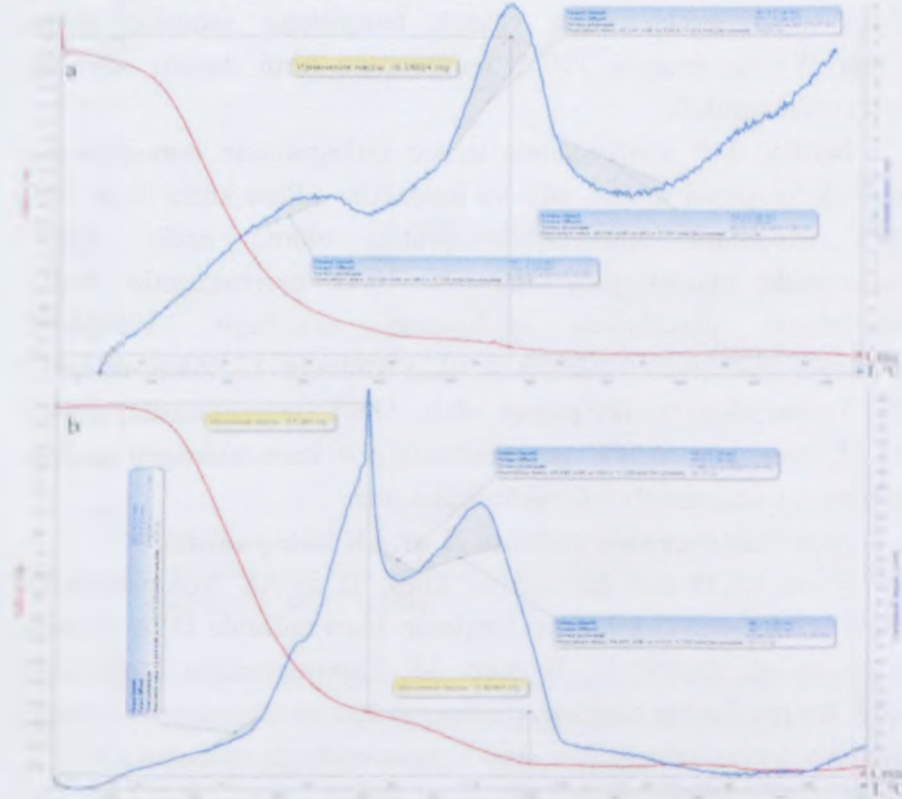
Növbəti MP mərhələsində uçucu birləşmələrin homogen qaz fazalı oksidləşməsi davam edir və müşahidə edilən kütlə itkisi 390-420°C temperatur intervalında pratiki olaraq azalır. 420°C temperaturda maddə parçalanır və YTO mərhələsində 500°C temperaturda parçalanma məhsulları oksidləşir. 390-580°C temperatur oblastında kütlə itkisi ilkin kütlənin 13 %küt.-ni təşkil edir. Yanma ekzotermiki proses olub, 580°C temperaturda, demək olar ki, sona çatır. 620°C temperaturda son karbohidrogen məhsulun yanması nəticəsində 0,6 %küt. itkisi olur.

#### Ağır Balaxanı xam neftinin II qr.AK komponenti:

Şəkil 2.2.25-dən göründüyü kimi, II qr.AK komponentinin tərkibi I qr.AK-nın tərkibindən fərqlənir. Inert mühitdə DTA əyrisinə nəzər yetirsək görürük ki, II qrup AK komponentinin kütlə itkisi 100°C temperaturdan başlayır. Temperaturun stabil qalması zamanı maddənin termodestruksiyası 350°C temperaturda müşahidə olunur. Prosesin ilkin mərhələsində kütlə itkisi sürətlə artaraq 85 %küt. təşkil edir. Reaksiyanın sürətinin temperaturdan xətti asılılığı aktivləşmə enerjisinin yüksək olduğunu göstərir. 400-450°C temperatur intervalında komponentin tərkibində dəyişiklik baş vermir. 405°C temperaturdan etibarən ekzotermiki proses başlayır və 525°C

temperatura kimi davam edir. 670<sup>0</sup>C temperaturda böyük molekullu karbohidrogenlərin parçalanması baş verir və kütlə itkisi 1.5% küt. təşkil edir. Prosesin sonunda kül şəklində qalır alınır.

Oksigenli mühitdə ardıcıl olaraq əsasən ekzotermiki proses baş verir. Prosesin mexanizmi I qrup AK-da olduğu kimidir. Burada izotermiki proses 80<sup>0</sup>C temperaturdan başlayır və 280<sup>0</sup>C temperatura kimi davam edir, kütlə itkisi 76,7 %küt. -dir.

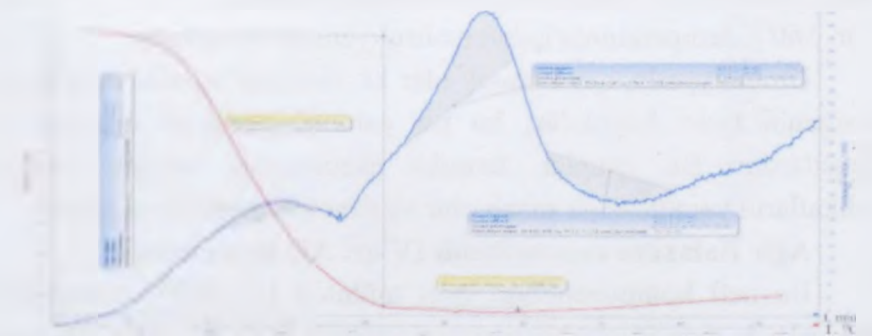


Şək.2.2.25. Ağır Balaxanı xam neftinin II qrup AK-nın inert (a) və atmosfer(b) mühitlərdə DTA ayriləri.

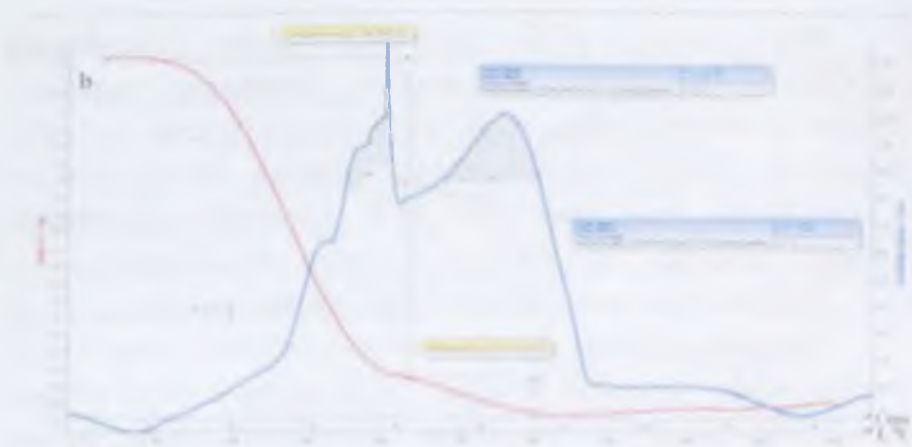
Daha sonra ATO sahəsində alınan oksidləşmiş karbohidrogenlər 360<sup>0</sup>C temperaturdan başlayaraq parçalanır. Temperatur artıqca yaranan məhsullar yanmağa başlayır və 540<sup>0</sup>C temperatur maksimumunda proses, praktiki olaraq ,koksun yaranması ilə sona çatır. 400-585<sup>0</sup>C temperatur intervalında yanacağın kütlə itkisi ilkin kütlənin 15,5 % küt.-ni təşkil edir.

#### Ağır Balaxanı xam neftinin III qr. AK komponenti:

Oksigensiz mühitdə ağır Balaxanı xam neftinin III qrup AK-da termiki proses bu neftin II qrup AK-da gedən prosesə oxşayır (şək.2.2.26). 80-125<sup>0</sup>C temperatur intervalında aşağı molekullu karbohidrogenlərin və suyun qaz şəklində ayrılması baş verir. İzotermiki prosesin ilkin mərhələsində sürətli kütlə itkisi 80-440<sup>0</sup>C temperatur intervalında müşahidə olunur və bu itki 450<sup>0</sup>C temperaturda 95 %küt. təşkil edir. 2-ci mərhələdə əmələ gələn yüksəkmolekullu birləşmələr 400<sup>0</sup>C temperaturda termiki dəyişkənliyə uğrayır. 580<sup>0</sup>C temperaturda proses sona çatır. Bu vaxt ərzində kütlə itkisi, demək olar ki, olmur.







Şək.2.2.26. Ağır Balaxanı xam neftinin III qrup AK komponentinin inert (a) və atmosfer(b) mühitlərində DTA ayriləri

İzotermiki prosesin ilkin mərhələsində oksigenli mühitdə (şək.2.2.26 b) TG ayrısı nümunənin 100<sup>0</sup>C temperatūra kimi stabil qaldığını göstərir və bu sabillik 110<sup>0</sup>C temperatūra kimi davam edir. 110<sup>0</sup>C temperatürdan sonra nümunəni sabit sürətlə qızdır- dıqda 150-400<sup>0</sup>C intervalında kütlə itkisi baş verir və bu itki  $\Delta m=80,1$  %küt. təşkil edir. 480<sup>0</sup>C temperatürda sürətli kütlə dəyişikliyi müşahidə olunur. 420-560<sup>0</sup>C temperatür intervalında məhsulun itkisi 10 % küt. olur. 560<sup>0</sup>C temperatürda qalan məhsul yenidən parçalanır.

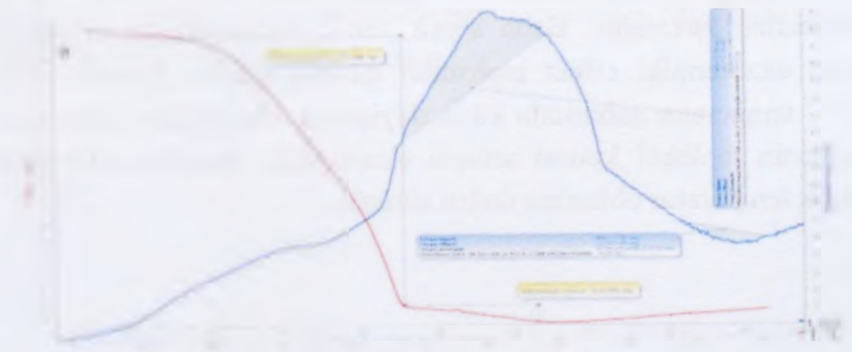
Umumiyyətlə, qeyd etmək olar ki, sistemin termiki sabilliyə oksigenin təsiri böyükdür, bu isə yaranan peroksid qrupları ilə əlaqədardır. Bu qruplar termiki ekspozisiya zamanı sərbəst radikalların yaranmasına səbəb olur və zəncirin qırılmasını artırır.

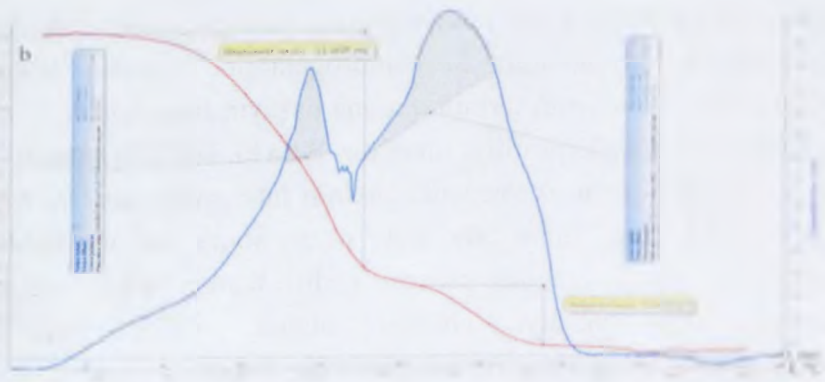
#### Ağır Balaxanı xam neftinin IV qr. AK komponenti:

Bu neft komponentində inert mühitdə 150-480<sup>0</sup>C temperatür intervalında termodestruksiya prosesi sürətli kütlə itkisi ilə baş verir və 85.7 %küt. təşkil edir (şək.2.2.27). 150<sup>0</sup>C temperatūra kimi IV qrup AK-nın kütləsinin dəyişməməsi (TG ayrısına əsasən) onun

tərkibində bu neftin digər komponentləri ilə müqayisədə daha stabil və temperatūra davamlı karbohidrogenlərin olmasını göstərir. Aydınır ki, bu AK-nın tərkibi qatrana oxşayır, həmçinin, o N, O, S tərkibli heterotsiklik quruluşa malikdir. Belə ki, 480<sup>0</sup>C temperatürdan sonra oksidləşmənin ekzotermiki pikinin intensivliyi artır və 680<sup>0</sup>C temperatūra kimi  $\Delta m= 5\%$  küt. olur. Sonra bu temperatürdan başlayaraq sürətli yanma prosesi gedir, bunun daxili oksigenin hesabına baş verdiyi ehtimal olunur. 780<sup>0</sup>C temperatür maksimumunda endotermiki pik müşahidə olunur.

Şəkildəndə görüldüyü kimi TG ayrısı iki hissədən ibarətdir. Birinci hissədə 200<sup>0</sup>C temperatūra kimi sistem stabildir və 200-485<sup>0</sup>C temperatür intervalında kütlə itkisi  $\Delta m=76,7$  %küt. -dir. 485-570<sup>0</sup>C temperatür intervalında kütlə itkisi baş vermir. Qızdırılma temperatüru artıqca ekzotermiki proses gedir və 620<sup>0</sup>C temperatürdan başlayaraq yanma endotermiki proseslə əvəz olunur. 565-710<sup>0</sup>C temperatür intervalında kütlə itkisi 17,2 %küt. təşkil edir və uçucu olmayan, C/H nisbəti yüksək olan karbon hissəcikləri yaranır.

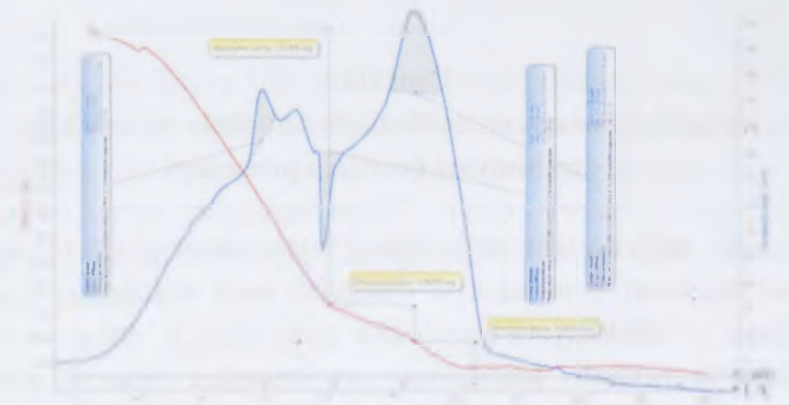




Şək.2.2.27. Ağır Balaxanı xam neftinin IV qrup AK-nın inert (a) və atmosfer(b) mühitlərində DTA ayrıları

#### Ağır Balaxanı nefti:

Şəkil 2.2.28-də Balaxanı xam neftinin DTA ayrısından onun termiki parçalanmasının 3 mərhələdə getdiyi görünür. 100<sup>0</sup>C temperatara kimi neftin tərkibində müşahidə olunan kütlə itkisi aşağıqaynama temperaturu uçucu birləşmələrlə əlaqədardır. 300-420<sup>0</sup>C temperatur intervalında kütlə itkisi  $\Delta m = 50,1$  %küt. təşkil edir, ekzotermiki effekt 340 və 385<sup>0</sup>C-də, endotermiki effekt isə 425<sup>0</sup>C temperaturda müşahidə olunur. Bu vaxt əmələ gələn peroksidlər parçalanır. Daha sonra 530<sup>0</sup>C temperaturda müşahidə edilən ekzotermiki effekt məhsulun oksidləşməsini göstərir. 300-420<sup>0</sup>C temperatur sahəsində kütlə dəyişməsi 10,1 %küt. təşkil edir. Maddənin molekulyar kütləsi artıqca ekzotermiki maksimumlar daha yüksək temperatur oblastına doğru sürüşür.



Şək.3.28. Ağır Balaxanı xam neftinin atmosferdə DTA ayrısı

YTO sahəsində termiki proses zamanı ekzotermiki hadisə baş verir, belə ki burada istiliyin ayrılması ATO mərhələsindən çoxdur. Ümumiyyətlə, aşağı temperaturda oksidləşmiş məhsullar yüngül komponentlərin (doymuş və aromatik) oksigen mühitində izotermiki prosesi nəticəsində alınır və dekarboksilləşmə reaksiyalarında iştirak edir. istilik ayrılır. DTA ayrısının ekzotermiki maksimumları istilik sürəti artıqca daha yüksək temperatur sahəsinə doğru yerini dəyişir. Lakin, YTO-nun mahiyyəti yığılmış karbon birləşmələrinin yanması ilə karbon əlaqələrinin parçalanmasına əsaslanır. Nəticədə çoxlu miqdarda istilik və daha əmələ gəlir.



## Fəsil III

### Bölmə I. Azərbaycan neftlərində fotoşüaların təsiri ilə gedən kimyəvi çevrilmə prosesləri

Xam neftlərdə zaman keçdikcə fotoşüaların, o cümlədən də, Günəş şüalarının və molekulyar oksigenin təsiri nəticəsində bir sıra fotofiziki və fotokimyəvi çevrilmələr gedə bilər ki, bu proseslərin öyrənilməsi neftlərin saxlanması və onlardan səmərəli surətdə istifadə edilməsi baxımından olduqca vacibdir.

Bu sahədə aparılan elmi-tədqiqat işlərinin əksəriyyəti neftin ikinci emal məhsullarına aiddir. Lakin ilkin emal məhsulları müəyyən üstünlüyə malikdir. Belə ki, bu neft məhsullarında aromatik karbohidrogenlərin miqdarı az olub, kondensasiya dərəcəsi kiçikdir, daha stabil olub, ekoloji təmiz və zərərsizdirlər, böyük xammal mənbəyinə malikdirlər.

#### 3.1.1. Suraxanı və Balaxanı təbii quyu neftləri və onların AK komponentlərində fotoşüalanmadan sonra gedən proseslərinin

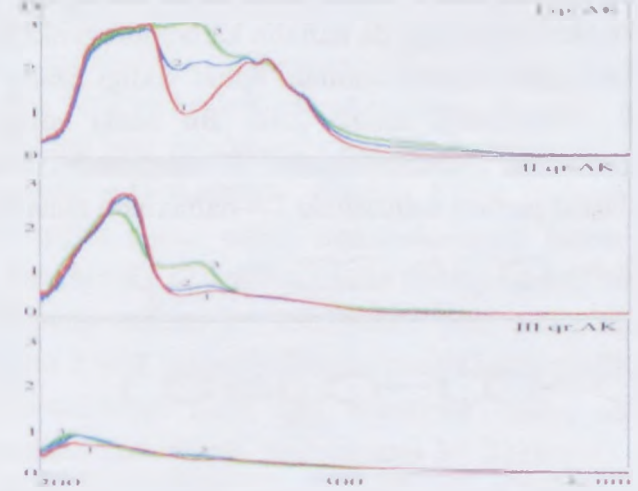
##### UB- və lüminessensiya metodları ilə tədqiqi

#### 3.1.1a- 75348 sayılı Suraxanı quyu nefti:

Müxtəlif müddətlərdə şüalandırılmış (tədqiqat prosesində ölçmə şəraiti dəyişmir: maddənin qatılığı və kvarts küvetin qalınlığı  $d=1\text{sm}$  olmaqla eyni qalır, filtr UBS-5, ölçmələr otaq temperaturunda aparılmışdır) AK komponentlərində baş verən dəyişikliklərə baxaq.

Aparılan tədqiqatlar zamanı I qr.AK komponentində şüalandırılmamış halda 199.5nm, 220.4nm ( $D=1.0836$ ) və 266, 295, 273.4 ( $D=0.0753$ ), 286.3 ( $D=0.0443$ ) nm udma zolaqları qeydə

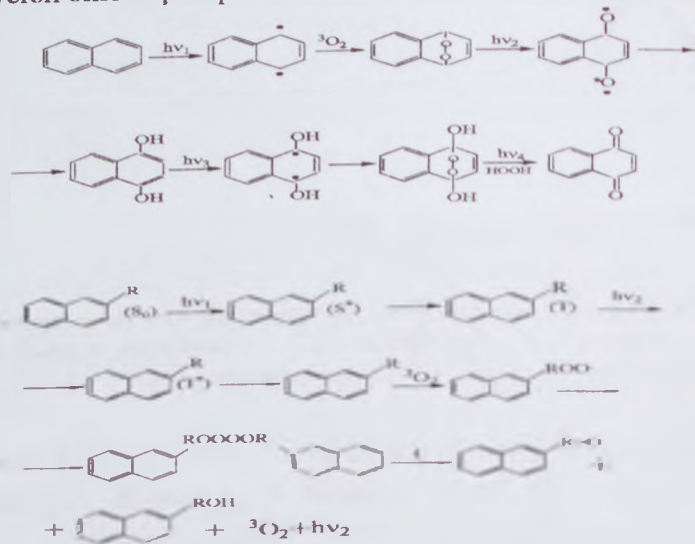
alınır. Maddə 15dəq. UB- şüa ilə şüalandırıldıqdan sonra  $\lambda = 266\text{ nm}$  udma zolağının optiki sıxlığı azalır və onun qısdalğalı sərhəddi yüksəkenerjili spektral sahəyə doğru sürüşür. Lakin 273.4 nm məxsus udma zolağının optiki sıxlığı dəyişmir, 200-250 nm mürəkkəb struktura malik udma zolağının intensivliyi cüzi də olsa azalır (şək.3.1.1).



Şək.3.1.1. Yüngül Suraxanı xam neftinin komponentlərinin şüalanmadan əvvəl və sonra UB- udma spektrləri: 1- şüalanmadan əvvəl, 2- 1 saat şüalanmadan sonra, 3- 3 saat şüalanmadan sonra

Bu neft komponentinin UB-şüa ilə sonrakı şüalanması (1 saat) nəticəsində  $\lambda = 266\text{ nm}$  udma zolağının yüksəkenerjili spektral sahəyə doğru sürüşməsi hipsoxrom olaraq davam edir və həm də, 240-260 nm spektral sahəsində maksimumları 250 ( $D=2.09$ ) və 255 ( $D=2.12$ ) olmaqla iki yeni udma zolağı əmələ gəlir. Şüalanmanın müddəti, (2 və 3 saat) artdıqca 250 və 255 nm udma maksimumlarının optiki sıxlığının nisbəti dəyişir: 250 nm udma maksimumunun optik sıxlığı 2.9 olduğu halda, 255 nm udma zolağının optiki sıxlığı 2.2 olur.

II qr.AK komponentinin UB-spektrlərinə şüalanmadan əvvəl (203.4, 226.3 və 256.7 nm udma maksimumları qeydə alınmışdır) və sonra nəzər salsaq şüalanma müddəti artdıqca şüasız halda müşahidə edilmiş, maksimumu  $\lambda = 256.7$  nm olan udma zolağının hipsoxrom olaraq yüksəkenerjili spektral sahəyə doğru yerini dəyişdiyini müşahidə edirik: 256.7 nm (şüasız)  $\rightarrow$  256.7 nm (15 dəq.)  $\rightarrow$  252 nm (1 saat)  $\rightarrow$  251 nm (2 saat)  $\rightarrow$  250 nm (3 saat). Həmçinin, göstərilən şüalanma müddəti ardicilliyində naftalin karbohidrogenlərinə məxsus olan udma zolağının maksimumunun optiki sıxlığı azalır və  $\lambda = 200$  nm-də yeni udma zolağı əmələ gəlir. Bu udma zolağı naftalin karbohidrogenlərinin fotooksidləşməsi ilə əlaqədardır, belə ki, baş verən oksidləşmə prosesi nəticəsində 1,4-naftaxinon alına bilər:



4.1

I və II qr.AK komponentlərində zaman keçdikcə qeydə alınan hipsoxrom sürüşmə PAK molekuluna elektronodonor əvəzedicinin daxil olması və uzundalğalı  $\pi\pi^*$ -zolaqlarının  $l \rightarrow \alpha_\pi$ -zolaqlarları ilə əvəz edilməsi nəticəsində baş verir [112]. Suraxanı 75348 sayılı

quyu neftinin III qr.AK komponentində şüalanmadan əvvəl 203.4, 208, 226.3, 262, 285 və 295 nm-də udma zolaqları müşahidə edilmişdir. Benzol və naftalin karbohidrogenlərinə aid, birinci və ikinci udma maksimumlarının individual şəkildə alınmasına baxmayaraq, son üç udma zolaqları bir-birini örtür və bu zolaqların strukturları aydın görünür. Bu komponent 15 dəq. şüalandırıldıqdan sonra 250-300 nm spektral sahədə udma əyrisinin qısdalğalı sərhəddinin yüksəkenerjili spektral sahəyə doğru sürüşməsi baş verir və  $\lambda = 208$  nm udma zolağının optiki sıxlığı 0.74-dən 0.86-ya kimi artır və şüalanma müddəti artdıqca bu udma zolağı batoxrom olaraq  $\sim 1$  nm sürüşür. Sonrakı 1 saat şüalanmadan sonra 208 nm-ə uyğun gələn udma maksimumunun batoxrom olaraq sürüşməsi davam edir (2 nm) və optiki sıxlığı artaraq 0.89 olur, bu dozada şüalanma zamanı  $\lambda = 250$  nm-də yeni udma zolağı əmələ gəlir. Nümunə 2 saat şüalandırıldıqda şüasız halda müşahidə edilən udma maksimumunun (208 nm) batoxrom olaraq sürüşməsinin davam etməsinin nəticəsində maksimumu  $\lambda = 211$  nm-də olan udma zolağı qeydə alınır və onun optiki sıxlığı şüasız haldakına nisbətən xeyli artmış olur. Qeyd edək ki, fotoşüalanmadan sonra qeydə aldığımız bu eksperimental fakt elektronodonorəvəzedicili karbohidrogen spektrləri üçün xarakterikdir. Belə ki, bu karbohidrogenlər üçün xarakterik xüsusiyyət əvəzedicinin orto-para-orientasiya effektivliyinin olması, ionlaşma potensialının azalması və udma zolağının uzundalğalı spektral sahəyə doğru sürüşməsidir.

Fotoşüalanma prosesində 226 nm udma maksimumunun, IIqr.AK-da olduğu kimi, optiki sıxlığı azalır,  $\lambda = 250$  nm-in intensivliyi isə dəyişməz qalır. 3 saatdan sonra birinci udma zolağının optiki sıxlığı artır və o hipsoxrom olaraq sürüşür (201 nm-ə kimi) ki, bu da göstərilən komponentin tərkibinə daxil olan PAK-ın oksidləşməsi ilə əlaqədardır (şək.3.1.1).

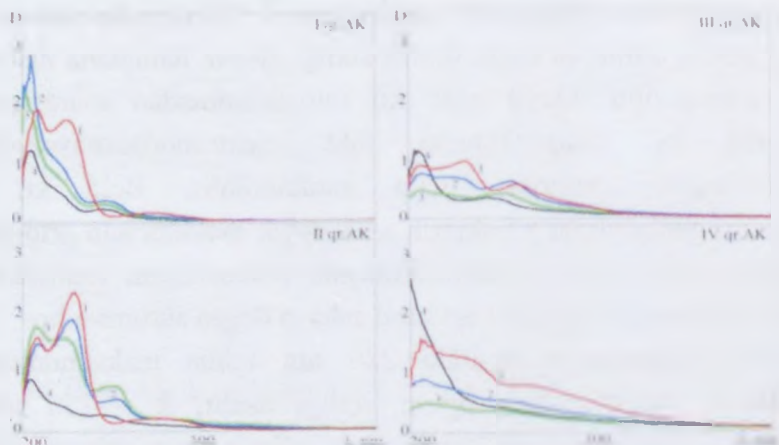


### 3.1.1b - 1311 sayılı Suraxanı quyu nefti:

Bu ağır Suraxanı xam neftinin şüalandırılmamış halda spektral-lüminessent xassələrinin tədqiqi və alınan nəticələr haqqında artıq III fəsilə məlumat verilmişdir. UB- şüa ilə şüalandırıldıqdan sonra bu maddənin adsorbsiya yolu ilə ayrılmış AQK-da baş verən fotooksidləşmə proseslərinin tədqiqindən alınan nəticələri nəzərdən keçirək.

Araşdırmalar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, ağır Suraxanı xam nefti şüalandırıldıqdan sonra bütün AK qrupları üzrə qeydə alınmış politsiklik aromatik karbohidrogenlərə məxsus udma, lüminessent həyəcanlanma və lüminessensiya maksimumlarının intensivliyi azalır.

I qr.AK komponentində 7 saat şüalanmadan sonra naftalin karbohidrogenlərinə uyğun udma zolağının maksimumunun optiki sıxlığı azalmaqla bərabər, < 200 nm udma maksimumuna aid optiki sıxlıq artır və sonra (11 saat şüalanma) bu maksimum batoxrom olaraq sürüşür (şək.3.1.2).

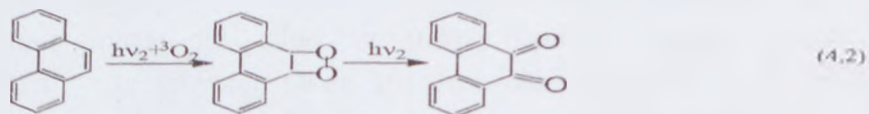


Şək. 3.1.2. Ağır Suraxanı neftinin AQK-nın şüalanmadan əvvəl və sonra UB- udma spektrləri: 1- şüalanmadan əvvəl, 2- 1 saat şüalanmadan sonra, 3- 7 saat şüalanmadan sonra, 4- 11 saat şüalanmadan sonra

Bu zaman optiki sıxlıq 2.3-dən (7 saat şüa.) 2.8-ə (11 saat şüa.) kimi artır. II qr.AK komponentinin oksidləşməsi Iqr.AK komponentinin oksidləşmə prosesindən bir qədər fərqlənir: bu komponentdə 275 nm-də müşahidə edilən və antrasen karbohidrogeninə aid udma zolağının optiki sıxlığı azalır, 1 saat şüalanmadan sonra 251 nm-də yeni udma maksimumu əmələ gəlir və şüalanma müddəti artdıqca bu maksimum hipsoxrom olaraq sürüşərək 240 nm-ə çatır. Benzol (204 nm) və naftalin (225 nm) karbohidrogenlərinə məxsus udma maksimumlarının intensivlikləri şüalanma müddəti artdıqca azalır və onlar hipsoxrom olaraq sürüşürlər ki, bu da oksimolekulların əmələ gəldiyini göstərir. III qr.AK komponenti 1-11 saat intervalında şüalandırılmışdır. Bu zaman naftalin karbohidrogenlərinə məxsus udma maksimumunun optiki sıxlığı ( $D=0.9603$ ), digər iki komponentdəki kimi, azalır və 7 saatdan sonra udma zolağı yox olur (şək.4.2). Bu komponentdə fenantren karbohidrogenlərinə aid müşahidə edilən udma maksimumu (256 nm,  $D=0.5663$ ), naftalin karbohidrogenlərində olduğu kimi, şüalanma müddəti artdıqca hipsoxrom olaraq yüksəkenerjili spektral sahəyə doğru sürüşür (11 saatdan sonra 241 nm olur) və optiki sıxlığı azalır. Nümunədə 9 saatdan sonra < 200 nm-də udma maksimumu əmələ gəlməyə başlayır ki, o sonrakı şüalanma müddətində batoxrom olaraq yerini dəyişir (201 nm) və optiki sıxlığı kəskin artır. IVqr. AK komponentində digər üç komponentdən fərqli olaraq udma zolaqları bir-birini daha çox örtür. Lakin bu halda da qeydə alınan udma maksimumlarının — benzol (203 nm), naftalin (218 nm), fenantren (258 nm), optiki sıxlıqları 7 saat şüalanma müddəti ərzində azalır. Fenantren karbohidrogenlərinə aid udma maksimumunun sürüşməsi şüalanma sonunda 240 nm çatır. UB- spektrində 11 saatdan sonra qeydə alınan yüksək optiki sıxlıqlı ( $D=2.9$ ) benzol karbohidrogenlərinə məxsus 192 nm udma

maksimumu yükün molekul daxili daşınması ilə əlaqədar olub, bir molekul hüdudunda elektron sıxlığının elektronodonor qruplardan elektronoakseptor qruplara doğru yerini dəyişməsi ilə əlaqədardır. Bu izahı bu neftin Iqr. AK komponentinə də aid etmək olar (şək.3.1.2).

Ağır Suraxanı xam nefti AQK-də şüalanma zamanı əmələ gələn yeni udma zolaqları (240, 241 və 251 nm) xinonlarla əlaqədardır və onlar bu neftdə mövcud olan fenantren karbohidrogenlərinin fotooksidləşməsi hesabına yaranır (reak.4.2).



Beləliklə, UB- şüalanmadan sonra 190-1100 nm spektral sahədə Suraxanı neftlərində baş verən fotokimyəvi çevrilmələr nəticəsində PAK-ın udma zolaqları maksimumlarının batoxrom olaraq uzunalğalı spektral sahəyə doğru sürüşməsi həmin karbohidrogenlərin elektron-həyəcanlanmış molekullarının parçalanaraq (müxtəlif C-C və C-H rabitələri üzrə) hidrogen atomunu, sərbəst radikalları, biradikalları və karbenləri əmələ gətirməsi ilə əlaqədardır ki, sonradan bu radikallar onlar üçün xarakterik olan rekombinasiya, birləşmə, izomerləşmə və s. reaksiyalarında iştirak edirlər [123, 124]

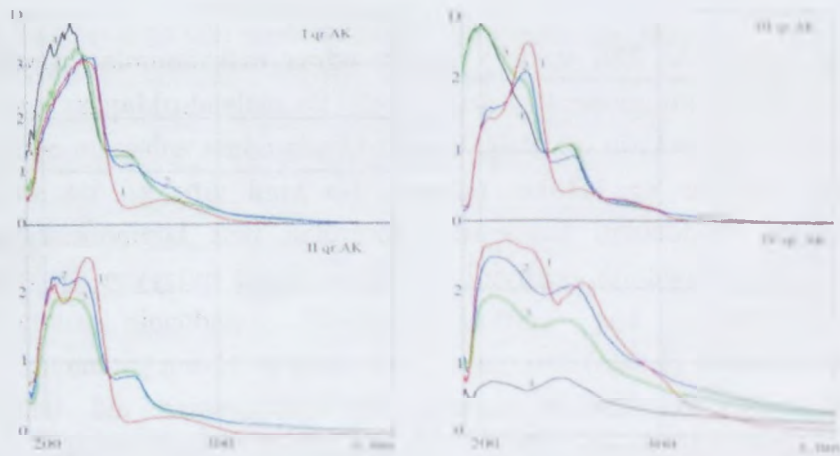
### 3.1.1v. Yağlı Balaxanı xam nefti:

Bu neftdə fotoşüalanmadan sonra baş verən tərkib və struktur dəyişiklərini daha dəqiq müəyyənləşdirmək üçün, Suraxanı neftlərində olduğu kimi, eksperimentlərdə onun adsorbsiya üsulu ilə ayrılmış komponentlərindən istifadə edilməmişdir

Şüalandırılmamışdan əvvəl I qr.AK komponentinin elektron

udma spektrində 226 və 275 nm-də udma maksimumları qeydə alınmışdır. Bu komponent 15 dəq. UB-şüa ilə şüalandırıldıqdan sonra (filtr UBS-5) spektrin qısalğalı sərhəddində udma zolağının optiki sıxlığı böyüyür və 1.7-dən (şüasız) 3-ə kimi artır ki, bu artıq göstərilən müddətdən başlayaraq götürülən neft komponentində oksidləşmə prosesinin getdiyini və uyğun olaraq müəyyən struktur dəyişikliklərinin baş verdiyini göstərir. Maddənin sonrakı şüalandırılması (1 saat) 250 nm-də yeni udma zolağının yaranmasına səbəb olur. Bu zaman naftalin karbohidrogeninə aid udma maksimumu hipsoxrom olaraq 226 nm-dən 225 nm-ə sürüşür və optiki sıxlıq 0.5-dən 3.25-ə kimi artır. Lakin şüalanmanın bu dozasında qısalğalı sərhəddin optiki sıxlığı eyni ilə qalır. 3 saat sonra 250 və 226 nm maksimumları hipsoxrom olaraq qısalğalı spektral sərhəddə doğru yerini dəyişir və udma maksimumunun optiki sıxlığı artır: D= 3.2 (bundan əvvəlki optiki sıxlıq D= 3.05) olur. Şüalanmanın 7 saat davam etməsi udma zolağının eninin azalmasına və incəquruluşlu strukturların əmələ gəlməsinə səbəb olur. Tədqiq edilən komponentdə şüalanmanın dozası artdıqca udma maksimumlarının sürüşməsi hipsoxrom xarakterlidir. I qr.AK-dan fərqli olaraq IIqr.AK komponentinin şüalandırılması uzun müddət davam etmişdir (30 dəq., 1-7 saat). Nümunə birinci ilk 30dəq.UB-şüa ilə şüalandırıldıqdan sonra şüasız halda qeydə alınan udma maksimumlarının (206, 226 və 273 nm) optiki sıxlığı azalır, 253 nm-də yeni udma maksimumu müşahidə edilir. 1 saat şüalandırıldıqdan sonra 206 və 224nm-də (30dəq.) qeydə alınan maksimumların optiki sıxlığı, uyğun olaraq, D=2.2-dən D= 1.8-ə və D=2.3-dən D=1.95-ə düşür. Bu dozada 206 nm udma maksimumu yerini dəyişmədiyi halda, 224 nm-də qeydə alınan və naftalin karbohidrogenlərinə aid olan maksimum qısalğalı spektral sahəyə doğru sürüşür (şək. 3.1.3).





**Şək.3.1..3 Yağlı Balaxanı xam neftinin komponentlərinin şüalanmadan əvvəl və sonra UB-udma spektrləri: 1- şüalanmadan əvvəl, 2- 1 saat şüalanmadan sonra, 3- 3 saat şüalanmadan sonra, 4- 7 saat şüalanmadan sonra**

Lakin bundan fərqli olaraq, 253 nm-də müşahidə edilən udma zolağı maksimumunun 251nm-ə doğru sürüşməsi və optiki sıxlığının artması baş verir. Bundan sonrakı şüalanmalarda (3saata kimi) II qr.AK komponentində müşahidə edilən əsas maksimumların intensivlikləri nisbəti dəyişir və hər iki udma zolağının qısdalğalı spektral sahəyə doğru hipsoxrom sürüşməsi davam edir. Artıq 5 saat şüalanmadan sonra udma maksimumları qeydə alınmır. Qeyd etmək lazımdır ki, şüalanma dozası artdıqca 253nm-də qeydə alınan udma zolağının maksimumu sürüşərək 247nm olur və optik sıxlığı 0.3172-dən 0.8613-ə kimi artır.

III qr.AK komponenti 1saat şüalandırıldıqdan sonra şüasız halda 227 nm-də müşahidə edilən, naftalin karbohidrogenlərinə məxsus udma zolağının optiki sıxlığı  $D = 2.5195$ -dən  $D= 2.1158$ -ə düşdüyü halda (bu udma zolağı 226 nm-ə sürüşür), şüasız nümunədə qeydə alınan 206 nm udma zolağının optiki sıxlığı böyüyür (şək.

3.1.3). 254 nm (şüasız) udma maksimumu yüksəkenerjili spektral sahəyə doğru yerini dəyişir və yeni udma zolağı əmələ gəlməyə başlayır. Nümunənin 3 saat UB-şüa ilə sonrakı şüalandırılması ciddi struktur dəyişikliyinə səbəb olur: 227nm-də (şüasız) qeydə alınan maksimumun optiki sıxlığı kəskin düşür və 200 nm ətrafında  $D=2.6389$  olan intensiv, enli udma zolağı (bu zolaq da, ağır Suraxam xam neftinin I və IV qr. AK komponentlərində olduğu kimi, yükün molekul daxili daşınması ilə əlaqədar olub, elektron sıxlığının bir molekul hüdudunda elektronodonor qruplardan elektronoakseptor qruplara doğru yerini dəyişməsi ilə əlaqədardır) əmələ gəlir və bu zolaq 190-240nm spektral sahəni əhatə edir, o mürəkkəb struktura malikdir, çox ehtimal ki, oksidləşmədən sonra yeni strukturun yaranması ilə əlaqədardır. Sonrakı UB-şüalanmadan (7 saat.) sonra spektrdə 248 nm-də maksimum qeydə alınır.

IVqr.AK komponentində 190-400 nm spektral sahədə mürəkkəb struktura malik enli udma zolaqları qeydə alınır: şüasız halda əsas udma maksimumları 215, 257 və 295 nm-də müşahidə edilir. Bu nümunəni şüalandırıldıqdan sonra (1, 2, 3, 5 və 7saat) əvvəlcə 1saat müddətində, udma maksimumunun ümumi optiki sıxlığı artır və 2-ci 257 nm udma maksimumu 254 nm-ə kimi sürüşdüyü halda, 215 nm öz yerində qalır. Sonrakı şüalanmalar zamanı bütün hallarda spektrin ümumi optiki sıxlığı azalır və 257 nm udma maksimumunun sürüşməsi 243-244 nm-ə kimi davam edir.

Bu neftin komponentlərinin tərkibində şüalanmadan sonra əmələ gələn yeni udma maksimumları da (243, 244, 247, 248, 250 nm). ağır Suraxanı neftində olduğu kimi, xiron birləşmələrinə məxsusdur.

Həm Suraxanı və həm də yağlı Balaxanı quyu neftlərində UB-şüanın təsiri altında baş verən oksidləşmə proseslərini daha ətraflı öyrənmək üçün UB- metodu ilə yanaşı lüminessensiya, İQ- və NMR-

metodlarından istifadə etməklə eyni şəraitdə, paralel tədqiqatlar aparmışdır.

Müasir, yüksəkhəssaslıqlı lüminessensiya metodu ilə aparılan tədqiqatlarda nümunələr 190-1100 nm spektral sahədə neft komponentləri ayrı-ayrı aromatik karbohidrogenlərə məxsus maksimumlarda həyəcənlaşdırılaraq yazılmışdır (lüminessensiya spektrləri müxtəlif müddətlərdə UB- şüa ilə əlavə olaraq həyəcənlaşdırılmışdır, filtr: UBS-5), alınan nəticələr cədvəl 3.1.1-də verilir.

Yüngül Suraxanı xam neftinin I qr.AK komponentini 15 dəq.-dən başlayaraq UB- şüa ilə həyəcənlandırdıqdan sonra həm lüminessensiya, həm də lüminessent həyəcənlanma əyrilərinin 240-410 nm spektral sahədə intensivlikləri azalır və >700 nm-də 1 saatdan başlayaraq lüminessensiya intensivliyi böyüyür və zəif lüminessensiya mərkəzləri qeydə alınır.

Yağlı Balaxanı neftinin lüminessensiya spektrində maksimumların intensivliyində və yerində baş verən dəyişikliklər və yeni əmələ gələn lüminessensiya mərkəzləri cədvəl 3.1.2-də göstərilmişdir (tədqiq edilən nümunələr fotostabillik dərəcəsiindən asılı olaraq müxtəlif müddətlərdə şüalandırılmışdır, belə ki, I-IV qr.AK-da PAK həlqələrinin sayı artdıqca onlar özlərini daha stabil aparır).

Yağlı Balaxanı neftinin də, yüngül Suraxanı neftində olduğu kimi, şüalanmadan sonra (1saat) həm lüminessent həyəcənlanma, həm də lüminessensiya maksimumlarının intensivliyi kəskin azalır (məsələn, I qr.AK-da 10 dəfəyə kimi).

**Cədvəl 3.1.1. Yüngül Suraxanı xam neftinin qr.AK-nın fotolüminessensiyalarının UB- şüa ilə şüalandırıldıqdan əvvəl və sonra tədqiqindən alınan nəticələr**

Nümunə	$\lambda_{\text{hay,max}}$ , nm	Şüasız: $\lambda_{\text{um,max}}$ , nm	UB- şüa ilə şüalandırıldıqdan sonra, $\lambda_{\text{um,max}}$ , nm				
			15 dəq.	30 dəq.	1 saat	2 saat	3saat
I qr.AK	242	339, 350, 668	337, 347, 670	347	356		
	255	339	300,325, 337,587	338, 299	361		
	316	344, 665	344, 669	344,630	355,630	358, 631	358, 630
	366	412	413, 730	412,731	410,731	408, 732	731
II qr.AK	212	329	295,305, 330	326,338 305,326, 356,362	—	maksimal intensivlik	
	242	318,357,375,505,615	305,325, 356,371	355,486	—	212,242, 254, 272 nm-də nümunəni həyəcənlandırdıqda 4 – 4.5dəfə azalır.	
	254	318,330,353,485,656	305,329, 337,354, 371,382, 420	305,329, 337,356, 544, 364	—		
	272	325,544,615,656	305,330, 354,486				
	316	348,363,630	325,318, 362,379				
	340	363,380,679	380			365(çox zəif)	
	366	410	—				
III qr.AK	218	364	290,344, 363	291,344 (zəif) 340-580 nm-də əyri,497			
	250	364,375,496,714	365,497		mak.-ların intens. azalır	mak.-ların intens. azalır	
	262	375,521,727		522			
	278	310,325,345,377,400,418,555,618,750	377,521 377,554, 400,418	419,554	—	425, 555	
	316	378,410,418,470,630	378,418, 630	379,419, 630		457,630	288
	364	410,725 461	424,725	430,73 461(izi)	—	458,73 464 (zəif)	

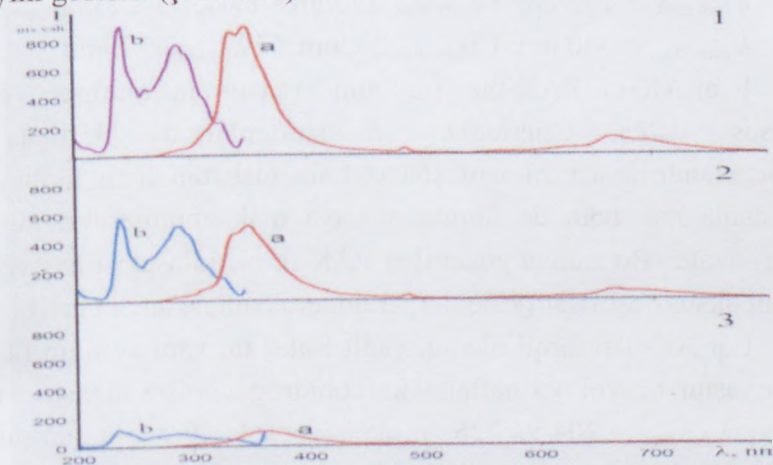


**Cədvəl 3.1.2. Yağlı Balaxanı xam neftinin I qr.AK-nin UB—şüalanmadan əvvəl və sonra lüminessensiya maksimumları**

I qr.AK komponenti			
Şüasız		I saat	
$\lambda_{\text{həy. max}}$ , nm	$\lambda_{\text{lüm. max}}$ , nm	$\lambda_{\text{həy. max}}$ , nm	$\lambda_{\text{lüm. max}}$ , nm
262, 274	329, 521, 579, 613, 651	200 226 237, 287	348 340 348
366	411, 730	366	411, 364, 630, 731
254, 262, 295, 300, 329, 350, 364, 385	411	235, 287, 325	364
340	366, 382, 405	340	382, 680
242, 250, 262, 299, 325, 340	382	243, 262, 300, 328, 382	382
295	332, 342, 590, 658	295	330, 343
240, 262, 289	338	232, 279	343
270	294, 310, 330, 350, 578, 649	270	292, 330, 340, 541, 577, 650
273	294	230, 273	292
240, 255, 262, 287	310	232, 279, 287	340
255	330, 343, 356, 507, 579, 626, 648	255	294, 329, 345, 357, 507, 572
239, 254, 262, 288	330	238, 288 233, 274 255	357 294 372, 509, 574
242, 262, 290, 298	356	237, 262, 287	372
242	337, 348, 486, 665	242	351, 486, 692
242, 288, 262, 289	337, 348	237, 287	351

I qr.AK komponentini naftalin karbohidrogenlərinə məxsus olan  $\lambda_{\text{həy. max}} = 242$  nm dalğa uzunluğunda həyəcanlandırdıqda

müəyyən struktura malik olan lüminessensiya zolaqlarının  $\lambda_{\text{lüm. mak}} = 337$  və  $348$  nm əvəzinə  $363$  nm-də struktursuz lüminessensiya əyrisi qeydə alınır. Sonuncu maksimuma uyğun gələn lüminessent həyəcanlanma spektrini yazdıqda əsas həyəcanlanma maksimumlarının ( $242$  və  $289$  nm) yüksəkenerjili spektral sahəyə doğru sürüşdüyünü ( $236$  və  $286$  nm-də qeydə alınır) müşahidə edirik. Bu fakt naftalin karbohidrogeninin oksidləşməsinin nəticəsində  $363$  nm dalğa uzunluğunda lüminessensiya verən yeni oksibirləşmənin əmələ gəldiyini göstərir (şək.3.1.4).



**Şək.3.1.4. Yağlı Balaxanı xam neftinin I qr.AK-in lüminessensiya spektrləri: 1-şüalanmadan əvvəl a)  $\lambda_{\text{həy. mak}} = 242$  nm, b)  $\lambda_{\text{lüm. mak}} = 348$  nm; 2-15 dəqiqə şüalanımdan sonra a)  $\lambda_{\text{həy. mak}} = 242$  nm, b)  $\lambda_{\text{lüm. mak}} = 348$  nm; 3-1 saat şüalanımdan sonra a)  $\lambda_{\text{həy. mak}} = 242$  nm, b)  $\lambda_{\text{lüm. mak}} = 384$  nm**

Onu da qeyd etmək lazımdır ki,  $200$  nm-dən başlayaraq spektral əyrinin yüksəkenerjili spektral sahə istiqamətində qalxması da oksibirləşmələrin əmələ gəlməsini sübut edir. Bu maddəni fenantren karbohidrogenlərinə məxsus olan  $\lambda_{\text{mak}} = 255$  nm dalğa uzunluğunda həyəcanlandırdıqda lüminessensiya maksimumlarının

intensivliyi, demək olar ki, 8 dəfə azalır və 237 nm-də yeni həyəcanlanma maksimumu müşahidə edilir. Maddəni xrizen karbohidrogenlərinə uyğun  $\lambda_{\text{mak}}=270$  nm-də şüalandırıldıqda lüminessensiya əyrisinin strukturu ciddi dəyişikliyə uğrayır və eyni zamanda, əsas lüminessensiya maksimumlarının intensivlikləri nisbəti dəyişir (qısdalğalı lüminessensiya maksimumu daha intensiv olur). Bu özünü lüminessent həyəcanlanma əyrisində daha çox göstərir:

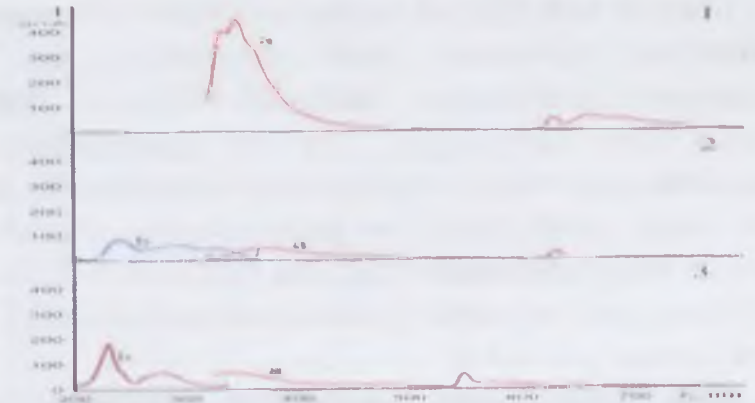
$$\lambda_{\text{lüm.mak}} = 292 \text{ nm}; I_{\lambda_{\text{høy.mak}}} 230 \text{ nm} < I_{\lambda_{\text{høy.mak}}} 273 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\text{lüm.mak}} = 340 \text{ nm}; I_{\lambda_{\text{høy.mak}}} 232 \text{ nm} < I_{\lambda_{\text{høy.mak}}} 279 \text{ nm}$$

I qr.AK-ın PAK-nın (naftalin, fenantren, antrasen) onlara məxsus dalğa uzunluqları maksimumlarında UB-şüa ilə həyəcanlandırılması zamanı şüasız hala nisbətən həm lüminessent həyəcanlanma, həm də lüminessensiya maksimumlarının intensivlikləri azalır. Bu zaman göstərilən PAK-ın oksidləşməsi baş verir və uyğun oksibirləşmələr (xinonlar, endoperoksidlər) əmələ gəlir.

I qr.AK-dan fərqli olaraq, yağlı Balaxanı xam neftinin IIqr.AK fraksiyasını benzol və naftalin karbohidrogenlərinə məxsus, uyğun olaraq,  $\lambda_{\text{høy.mak}} = 204$  və  $226$  nm-də həyəcanlandırıldıqda maksimumu  $\lambda_{\text{lüm.mak}} = 335$  nm olan zəif lüminessensiya piki alınır (şək.3.1.5). Lakin üçhəlqəli PAK və onların alkiləvəz olunmuş karbohidrogenlərinə uyğun gələn maksimumlarda maddənin lüminessent həyəcanlandırılması zamanı intensivliyi 0-900 nis.vah. arasında dəyişən güclü lüminessent işıqlanma mərkəzləri müşahidə edilir. Əlavə 1saat şüalandırıldıqdan sonra bu maddədə fenantren, antrasen karbohidrogenləri və onların alkiləvəz olunmuş törəmələrinə aid əsas lüminessent işıqlanma mərkəzlərinin intensivliyi 8-12 dəfə azalır və  $\lambda_{\text{høy.maks}} = 295$  nm (1,2-benzantrasen+3,4-benzfenantren), 366 nm (antrasen) və 316 nm (alkiləvəz olunmuş PAK) olduqda lüminessensiya spektrində, uyğun olaraq, 590 nm, 630 nm və

731nm-də lüminessensiya maksimumları intensivliyi artmış olur.



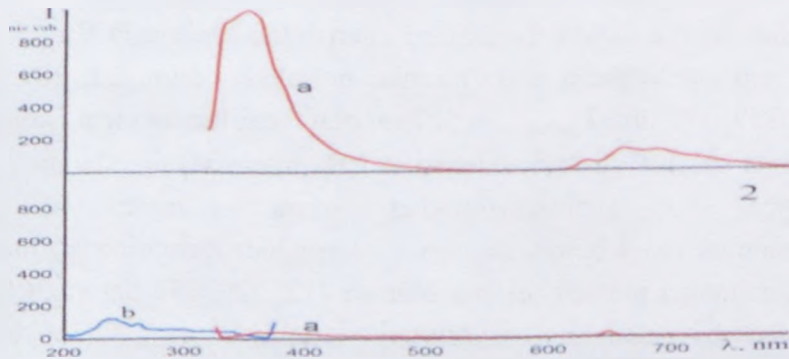
Şək.3.1.5. Yağlı Balaxanı xam neftin II qr.AK-ın lüminessensiya spektrləri: 1-şüalanmadan əvvəl a)  $\lambda_{\text{lüm.høy.}}=313$  nm; 2- 15 dəqiqə şüalanmadan sonra a)  $\lambda_{\text{lüm.høy.}}=316$  nm, b)  $\lambda_{\text{lüm.mak}} = 369$  nm; 3- 1 saat şüalanmadan sonra a)  $\lambda_{\text{lüm.høy.}}=313$ nm, b)  $\lambda_{\text{lüm.mak}}=340$ nm.

6 saat şüalandırıldıqdan sonra II qr.AK komponentində 288, 328, 341, 349, 575, 648 nm-də intensivlikləri 0-100 nis.vah. arasında dəyişən yeni lüminessensiya mərkəzləri yaranır (şüasız halda lüminessensiya maksimumlarının intensivlikləri dəyişməz qalır və bu mərkəzlər qeydə alınmır). 260-483 nm spektral sahədə lüminessensiya maksimumlarının intensivliyi azalmaqla bərabər, bir sıra yeni əmələ gələn maksimumlar müşahidə edilmişdir: 289, 327, 339, 359, 377 nm.  $\lambda_{\text{lüm.mak}} = 527$ nm olan yeni lüminessent işıqlanma mərkəsi yaranır və lüminessensiya işığı intensivləşir. Maddə 7 saat UB-şüa ilə şüalandırıldıqdan sonra antrasen və 1,2-benzantrasen+3,4-benzfenantren karbohidrogenlərinə məxsus həyəcanlanma mərkəzləri yox olur və 212, 220, 230 nm və 264 nm-də yeni həyəcanlanma mərkəzləri yaranır.  $\lambda_{\text{høy.mak}} = 266$  nm-də (benzflüorenlər) olduqda lüminessensiya maksimumunun intensivliyi 12 dəfə azalır və 262, 290, 359, 530, 569 nm-də yeni lüminessensiya mərkəzləri əmələ gəlir.



7 saatdan sonra IIIqr.AK-nın həyəcanlanma və lüminessensiya spektrlərinin strukturunda ciddi dəyişikliklər baş verir. Həyəcanlanma əyrisinin ümumi intensivliyi 400 nis.vah. olub, əsas maksimal intensivliyə  $\lambda_{\text{həy.mak}} = 312$  nm uyğun gəldiyi halda, şüalanmadan sonra ümumi spektral sahə yüksəkenerjili spektral sahəyə doğru yerini dəyişir və şüalandırılmamış həyəcanlanma spektrinin maksimumlarından (250, 268, 312, 327, 348, 364 nm) fərqli olaraq, yeni lüminessent həyəcanlanma mərkəzləri (212, 232, 262 nm) yaranır (cədv. 3.1.3).

Lakin lüminessensiya mərkəzlərinin intensivliyi maddə şüalandırıldıqdan sonra, demək olar ki, 10 dəfə azalır. Həmin də bu azalma özünü 260-340nm spektral sahədə daha çox göstərir. Şüalanmadan sonra IIIqr.AK-da yeni işıqlanma mərkəzləri (361, 377, 523, 563nm) yaranır ki, bu oksidləşmə prosesinin nəticəsində yeni strukturların əmələ gəlməsinə dəlalət edir. Maddənin şüalanmadan sonra yeni həyəcanlanma mərkəzləri, həm də, 630nm və > 700nm-də əmələ gəlir (şək.3.1.6).



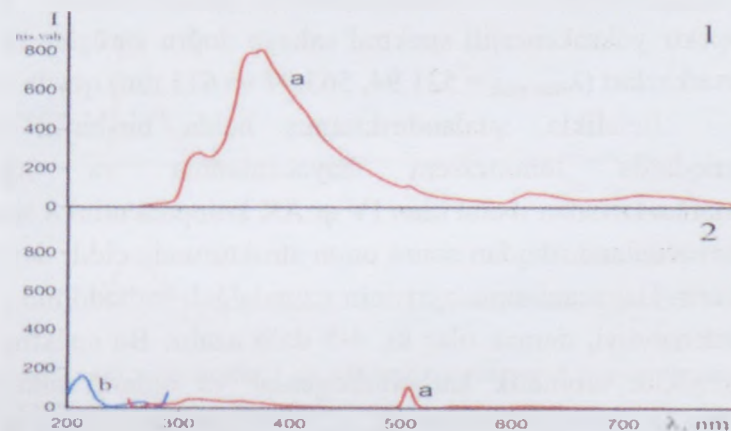
Şək.3.1.6. Yağlı Balaxanı neftinin III qr.AK-nin lüminessensiya(a) və lüminessent həyəcanlanma (b) spektrləri: 1-şüalanmadan əvvəl  $\lambda_{\text{həy.mak}}=312$ nm; 2- 1saat şüalanmadan sonra (a)  $\lambda_{\text{həy.mak}}=312$  nm, b)  $\lambda_{\text{lüm.mak}}=377$  nm

Cədvəl 3.1.3. Yağlı Balaxanı xam neftinin II-IV qr.AK-ın UB- şüalanmadan əvvəl və sonra lüminessensiyası

		IIqr AK			IIIqr AK				IVqr AK				
		Şüasız		1 saat	7 saat	Şüasız		7 saat		Şüasız		8 saat	
		1		2		1		2		1		2	
$\lambda_{\text{həy.mak}}$	$\lambda_{\text{lüm.mak}}$	$\lambda_{\text{həy.mak}}$	$\lambda_{\text{lüm.mak}}$	$\lambda_{\text{həy.mak}}$	$\lambda_{\text{lüm.mak}}$	$\lambda_{\text{həy.mak}}$	$\lambda_{\text{lüm.mak}}$	$\lambda_{\text{həy.mak}}$	$\lambda_{\text{lüm.mak}}$	$\lambda_{\text{həy.mak}}$	$\lambda_{\text{lüm.mak}}$	$\lambda_{\text{həy.mak}}$	$\lambda_{\text{lüm.mak}}$
204	335	224 274	290	206	288, 576	204	343	204	358	210	317, 360	214	288 302 326 336 430 459 569
226	333 (zəif)	231 279	337	212 221	289	226	343 (zəif)	248	368, 496	226	318, 356 621, 656	214 266	288
255	280 330 342 364 613 649	242, 300, 340	371	212	290, 577	246	330 357 374	212, 262	496	255	318, 360 373, 505 616, 716	231 277	332 336 342
266	280 328 341 354 507 580 654	255	371 508 565	219 268	290	255	330 356 374	236, 262	425	266	316, 375 547, 619	212 266	430
275	282 310 330 340 581 617 655	266	292 338 325 541 577	233 278	339	266	331 347 356 374 654	236, 286	368	275	318 375 547 618	214	569
295	310 332 343 590 658	295	359 590	219 268 289	577	275	332	262	360, 377, 521	295	318 368 373 425 589 624	214 224 228 230 263 284	291 324 333 429 457 567
315	333 346 364 629 660	235 289	359	377	325 360 648	295	333 343 658	235, 240, 262, 286	360	316	367 381 401 449 629	230	332 342 460 492 658

IIqr.AK					IIIqr.AK					IVqr.AK				
1		2		3	1		2		1		2			
325	344 650	316	369 630	234 262 295	390	315	350 383 631 662 688	237, 240 262	377	340	385 367 405 449 680	230 262	332	
350	382 izi 710 729 zəif	237 238 291 335	369	230 275 325	648	340	361 383 401 681	262	521	425	460 izi	212 262 270	295	
366 375	yox	340	379 678	264	265 290 359 530 569	366	413 282 731 751	325	377, 649	435	466 izi	230 270	460	
		242 262 295 300	378	220 268	290	375	416 731 751	199 (zəif qalx ma).	377	464	502	230 329	657	
		366	411 731	233 290	359		229, 325	648	495, 520	yox	246	311 352 494		
		263 327	411	220, 268	530							288 232	352	
				217 285	569							254	313 354 506 545	
				247	364 495							212 268	291	
				248	495							231 268	313	
				226	288 328 341 575 648							215 268	354	
				221 267	288							254	506	

UB- şüa ilə həyəcanlandırılmış IV qr.AK komponentində 210-214 nm-də müxtəlif həyəcanlanma mərkəzləri yaranır ki, göstərilən maddəni bu mərkəzlərdə həyəcanlandırdıqda biz yeni yaranan işıqlanma maksimumlarını müəyyənləşdirə bilirik: bu lüminessensiya maksimumları 288, 326, 430, 459, 569 nm-də qeydə alınır (şək.3.1.7).



Şək.3.1.7. Yağlı Balaxanı neftinin IV qr.AK-nin lüminessensiya(a) və lüminessent həyəcanlanma (b) spektrləri: 1-şüalanmadan əvvəl a)  $\lambda_{\text{lüm.hay.}}=255\text{nm}$ ; 2- 8saat şüalanmadan sonra a)  $\lambda_{\text{hay.mak.}}=255\text{ nm}$ , b)  $\lambda_{\text{lüm.mak.}}=291\text{ nm}$

Bu zaman naftalin karbohidrogenlərinə aid ( $\lambda_{\text{hay.mak}}=230\text{ nm}$ ) lüminessensiya maksimumlarının intensivliyi 3 dəfə azalmış olur, lüminessensiya spektri yüksəkenerjili spektral sahəyə doğru sürüşür, spektrdə əsas maksimumlar  $\lambda_{\text{lüm.mak}}=332$  və  $342\text{ nm}$ -də olmaqla, 460, 492 və  $658\text{ nm}$ -də yeni işıqlanma mərkəzləri yaranır. IVqr.AK komponentini fenantren karbohidrogenlərinə məxsus  $\lambda_{\text{hay.mak}}=255\text{nm}$  monoxromatik dalğa uzunluğunda şüalandırdıqda şüasız halda  $\lambda_{\text{lüm.mak}}=356$  və  $373\text{ nm}$ -də qeydə alınan intensiv işıqlanma mərkəzlərinin intensivliyi, demək olar ki, 20 dəfə azalır və 8 saatdan sonra yalnız zəif 313 və  $354\text{ nm}$  lüminessensiya maksimumları



müşahidə edilir. Şüasız halda 505 nm-də qeydə alınan lüminessensiya mərkəzi 505.97 nm-ə sürüşür və onun intensivliyi əsas maksimumların intensivliyinə nisbətən dəfələrlə artmış olur. Şüalanmadan sonra 546 nm-də zəif, yeni işıqlanma mərkəzi qeydə alınır. Benzflüorenlərə aid lüminessensiya maksimumlarının  $\lambda_{lum,max} = 318$  və  $373$  nm intensivliyi, demək olar ki, 18 dəfə azalır, spektr yüksəkenerjili spektral sahəyə doğru sürüşür, yeni işıqlanma mərkəzləri ( $\lambda_{lum,max} = 521.94, 563.97$  və  $611$  nm) qeydə alınır.

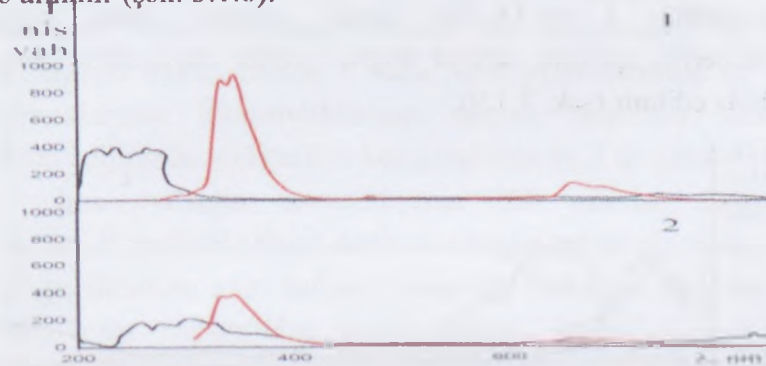
Beləliklə, şüalandırılmamış halda bir-birini örtən çoxlu miqdarda lüminessent həyəcanlanma və lüminessensiya mərkəzlərindən ibarət olan IV qr.AK komponentini 8 saat UB-şüa ilə həyəcanlandırdıqdan sonra onun strukturunda ciddi dəyişikliklər baş verir. Həyəcanlanma əyrisinin uzundalgalı sərhəddinin ( $\lambda \geq 230$  nm) intensivliyi, demək olar ki, 4-5 dəfə azalır. Bu spektral sahə bi- və tritsiklik aromatik karbohidrogenlər və onların alkiləvəz olunmuş törəmələrinə məxsusdur.  $\lambda_{həy,max} = 213.96$  nm-də yeni həyəcanlanma mərkəzi yaranır, onun intensivliyi 160 nis.vah.-dir. Eyni zamanda lüminessensiya əyrisində də yeni işıqlanma mərkəzləri – 291, 324, 332, 430, 457, 567 (bu maksimumlar lüminessent həyəcanlanma mərkəzindən asılı olaraq bir qədər sürüşə bilər) yaranır.

### 3.1.1q. Ağır Balaxanı xam nefti:

Xam neftin aromatik qruplarına fotoşüalarla təsir etdikdə baş verən fotokimyəvi çevrilmələr öyrənilmişdir. Müxtəlif zamanlarda (30 dəq., 1-7saat) I-IV qr.AK komponentlərinə UB- şüalarla təsir etdikdə maddələrin udma spektrlərində aşağıdakı dəyişikliklər baş verir:

1. əsas maksimumların (200, 202 və 226 nm – I qr.AK, 208, 224 və 227 nm – II qr.AK, 227 və 194 nm – III qr.AK və 203, 230 və 258 nm – IV qr.AK ) intensivlikləri azalır;

2. I qr.AK-nın UB- spektrində 30dəq. şüalanmadan sonra maksimumu 251 nm-də ( $D=0.2759$ ) olan yeni udma zolağı meydana gəlir və 5saat şüalanmadan sonra bu maksimum 247 nm-ə ( $D=0.4452$ ) hipsoxrom olaraq sürüşür və 7 saat şüalanmadan sonra qeydə alınmır (şək. 3.1.8).

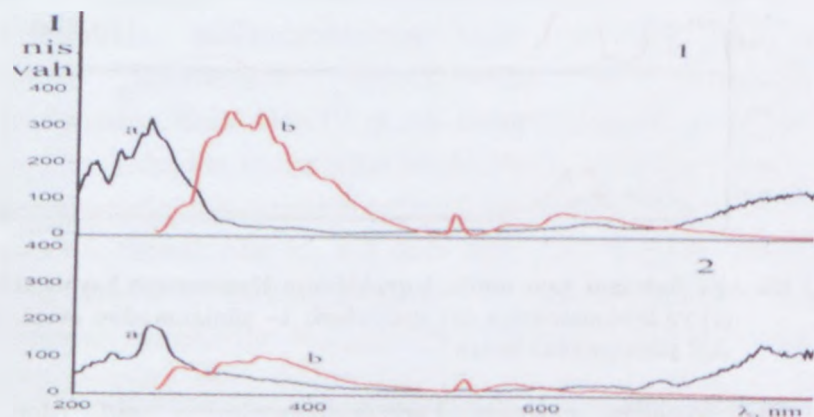


Şək.3.1.8. Ağır Balaxanı xam neftin I qr.AK-nın lüminessent həyəcanlanma (a) və lüminessensiya (b) spektrləri: 1– şüalanmadan əvvəl; 2– 7 saat şüalanmadan sonra

Bu prosesdə naftalin karbohidrogenlərinə aid olan və maksimumu şüasız halda 226 nm-də müşahidə edilən udma zolağı da hipsoxrom olaraq 220 nm-ə kimi yerini dəyişir və 5 saat şüalanmadan sonra benzol karbohidrogeninə uyğun ( $\lambda_{lum,max} = 203$  nm) və hipsoxrom sürüşən udma zolağı ilə örtülür. 7 saat şüalanmadan sonra 200–350 nm spektral sahədə udma maksimumları qeydə alınmır, lakin, 209 nm-dən etibarən yüksəkenerjili spektral sahəyə doğru udma əyrisinin optiki sıxlığının böyüməsi müşahidə edilir;

3. II qr.AK komponentində, I qr.AK-dan fərqli olaraq, qeydə alınan 258 nm ( $D=0.3947$ ) udma maksimumu 1 saatdan sonra 251 nm ( $D=0.9519$ ) kimi sürüşür və göründüyü kimi, optiki sıxlığı artır. Sonrakı şüalanmalarda (3, 5 və 7 saat) udma maksimumununun 242

nm-ə kimi ( $D=0.4870$ ) (7 saat) kimi sürüşməsinə baxmayaraq, onun optiki sıxlığı əvvəlkilərə nisbətən azalmış olur. Bu komponentdə də naftalin karbohidrogenlərinə məxsus udma zolağı maksimumunun optiki sıxlığı azalır və o benzol karbohidrogenlərinə aid udma zolağı maksimumunu  $-203$  ( $D=2.8188$ ) nm ilə örtülür. Lakin bu komponentdə, I qr.AK-dan fərqli olaraq, udma əyrisinin yüksəkenerjili spektral sahəyə doğru yerini dəyişməklə qalxması müşahidə edilmir (şək. 3.1.9);



Şək.3.1.9. Ağır Balaxanı xam neftinin I qr.AK-ın lüminessent həyəcanlanma (a) və lüminissensiya (b) spektrləri: 1– şüalanmadan əvvəl; 2– 7 saat şüalanmadan sonra

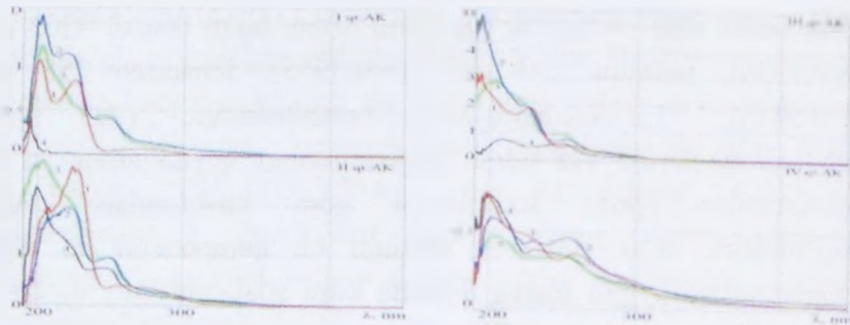
4. III qr.AK komponentində şüalanma prosesi I və II qr.AK komponentindəkinə nisbətən bir qədər fərqlənir. Burada naftalin və fenantren karbohidrogenlərinə aid udma zolaqlarının maksimumlarının intensivliyinin və sürüşməsinin dəyişməsi zəifdir. 1 saat UB-şüa ilə şüalandırılmış maddədə benzol karbohidrogenlərinə aid udma zolağı maksimumunun ( $194$  nm) optiki sıxlığı  $D=2.7573$ -dən  $D=5.3094$ -ə kimi artır;

5. IV qr.AK komponentinin udma spektri  $190-380$  nm spektral

sahəni əhatə edir və burada bir-birini örtən, lakin benzol  $-203$  nm ( $D=0.7334$ ), naftalin  $230$  nm ( $D=0.5955$ ), fenantren  $258$  nm ( $D=0.5416$ ), 1,2-benzantrazen+3,4-benzfenantren ( $295$  nm) karbohidrogenlərinə aid udma maksimumları qeydə alınır və bu maksimumlar optiki sıxlıqlarına görə bir-birindən kəskin fərqlənirlər. Ağır Balaxanı neftinin bu komponenti də digər komponentlərə uyğun olaraq 7 saata kimi şüalandırılmış və udma maksimumlarının intensivliklərinin zaman keçdikcə azalması müşahidə edilmişdir. Göstərilən komponentdə də, I qr.AK-da olduğu kimi, udma əyrisinin intensivliyinin  $220$  nm-dən başlayaraq yüksəkenerjili spektral sahəyə doğru böyüməsi müşahidə edilir.

Ağır Balaxanı xam neftində həm ağır Suraxanı, həm də yağlı Balaxanı xam neftlərindən fərqli olaraq, yükün molekul daxili daşınması bütün aromatik qrup komponentlərdə eyni effektivliklə baş verir. Lakin bu neftin I, II və IV qr. AK komponentlərindən fərqli olaraq, IIIqr. AK komponentində ən yüksəkenerjili udma zolağının udma maksimumu  $194$  nm-də olub, digər komponentlərin uyğun udma zolaqlarına nisbətən daha çox individualdır. Göstərilən neftin bütün komponentlərində fotooksidləşmədən sonra  $200$  nm dalğa uzunluğu ətrafında udma zolaqlarının optiki sıxlıqlarının böyüməsi bi- və tritsiklik PAK-ın oksidləşərək, oksibirləşmələri əmələ gətirməsinin hesabına baş verir ki, bu zaman bir molekul hüdudunda, yuxarıda göstərdiyimiz xam neftlərin komponentlərində olduğu kimi, elektron buludunun elektronodonor qruplardan elektronoakseptor qruplara doğru yerini dəyişməsi baş verir.





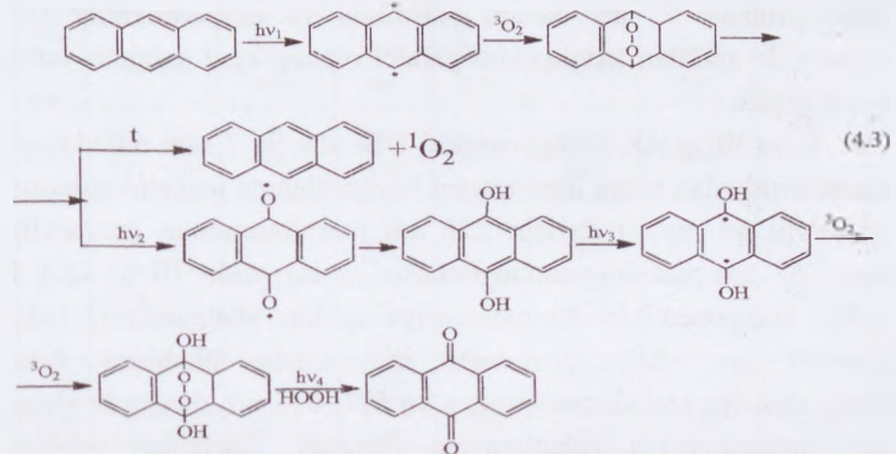
Şək.3.1.10. Ağır Balaxanı xam neftinin komponentlərinin şüalanmadan əvvəl və sonra UB- udma spektrləri: 1- şüalanmadan əvvəl, 2- 1 saat şüalanmadan sonra, 3- 3 saat şüalanmadan sonra, 4- 7 saat şüalanmadan sonra

Beləliklə, UB- spektroskopiya metodu ilə aparılan tədqiqatların nəticəsində ağır Balaxanı neftinin tərkibinə daxil olan naftalin, fenantren və antrasenlərin hipsoxrom olaraq sürüşməsi və intensivliklərinin azalması aşkar edilmişdir, bu da oksidləşmə prosesinin bu birləşmələrdə getməsinə sübut edir (bu heteroatomlu AK-a xas olan xarakterik xüsusiyyətdir) (şək.3.1.10).

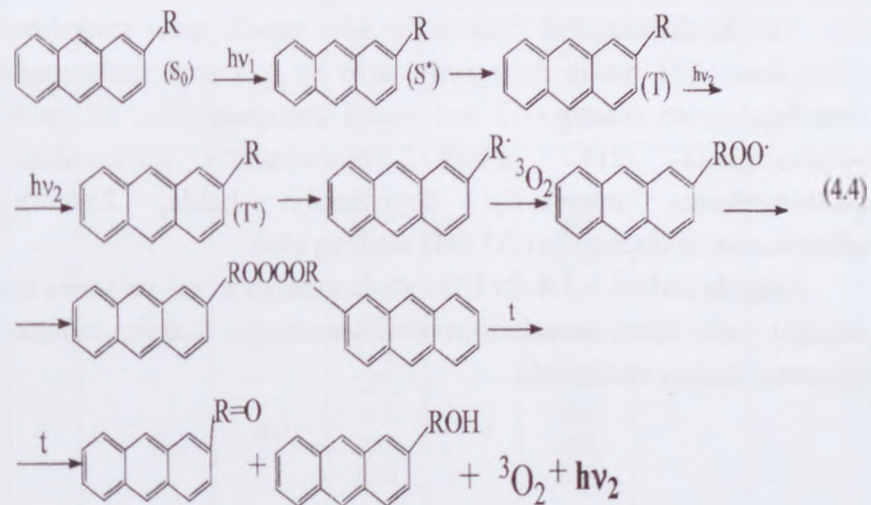
Bu nefti 30 dəq. müddətində şüalandırıldıqdan sonra naftalin karbohidrogenlərinə aid maksimumunu 226 nm intensivliyi azalır, o hipsoxrom olaraq yüksəkenerjili spektral sahəyə doğru sürüşür. Oksidləşmədən sonra ağır Balaxanı xam neftinin tərkibində, ağır Suraxanı və yağlı Balaxanı neftləri və onların komponentlərində olduğu kimi, fenantren karbohidrogenlərinin oksidləşməsi (reak.4.2) nəticəsində, xinon birləşmələri (242, 247, 251 və 252 nm) və antrasen karbohidrogenlərinin oksidləşməsinin nəticəsində isə endoperoksidlər (bunu benzol həlqəsinə uyğun gələn udma maksimumunun optiki sıxlığının artması eksperimental olaraq təsdiq edir) əmələ gəlir.

Həm ağır Suraxanı neftində, həm də yağlı və ağır Balaxanı

neftlərində antrasen karbohidrogenlərinin fotooksidləşmə prosesinin 4.3 və 4.4 reaksiyaları üzrə getdiyini ehtimal etmək olar:



Antrasenin alkil törəməsinin oksidləşmə reaksiyası aşağıdakı kimidir:



**Cədvəl 3.1.4. Ağır Balaxanı nefti komponentlərinin fotosüalanmadan əvvəl və sonra fotolüminessensiya maksimumları**

IIIqr.AK				IVqr.AK			
Şüasız		7saat		Şüasız		7saat	
1		2		3		4	
$\lambda_{hay}$	$\lambda_{lum. mak.}$	$\lambda_{hay maks.}$	$\lambda_{lum. mak.}$	$\lambda_{hay maks.}$	$\lambda_{lum. mak.}$	$\lambda_{hay maks.}$	$\lambda_{lum. mak.}$
204	293, 309, 331, 569	203	307, 329	203	312, 362	216	286, 435, 569
214	316, 332, 338, 572	214	316, 332, 338, 570, 611	222	316, 360, 623	232	357, 462
228	316, 331, 344, 657	218	312, 328, 341, 436	230	358, 460, 623, 658	248	376
255	316, 356, 372, 388, 411, 507, 615, 743	228	312, 331, 343	250	361, 521	254	276, 506
295	315, 331, 340, 522,	232	331, 344, 465, 657	258	365, 518, 630	262	284, 522, 564
—	—	254	316, 357, 373, 385, 505, 620	262	367, 496	—	—
—	—	262	315, 357, 373, 393, 522, 616	274	369, 399, 580, 626	—	—

Alınan nəticələrin dəqiqliyinin təsdiqlənməsi məqsədilə tədqiqatlar, həm də, daha yüksək həssaslıqlı fotolüminessensiya metodu ilə aparılmışdır ki, bu zaman ağır Balaxanı neftinin şüalandırılması 7 saat davam etdirilmiş və eksperimentlər UB-metodu ilə aparılan tədqiqatlara paralel olaraq, eyni şəraitdə yerinə yetirilmişdir.

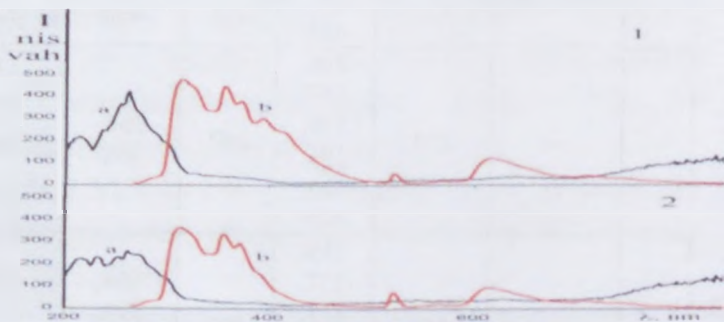
II və III qr.AK komponentləri UB- şüa ilə 7 saat müddətində şüalandırıldıqdan sonra lüminessent həyəcanlanma maksimumlarının intensivlikləri nisbəti dəyişir: 216 nm maksimumunun intensivliyi artır, 262 nm maksimumunun intensivliyi isə azalır (II qr.AK). II qr.AK komponentinin lüminessensiya spektri şüalanmamış halda 250-500 nm dalğa uzunluğu intervalında bir-birini örtən lüminessensiya maksimumlarından və 521, 615 nm-də qeydə alınan zəif lüminessensiya zolaqlarından ibarətdir. Şüalanma müddəti artdıqca lüminessensiya maksimumlarının intensivlikləri nisbəti dəyişir, 289 nm lüminessensiya maksimumunun intensivliyi və individuallığı artır, digər lüminessensiya maksimumları isə aradan çıxır. Fotolüminessensiya spektrində 435 nm-də yeni maksimum qeydə alınır, 571 nm-in intensivliyi artır və o 7 saat şüalanmadan sonra hipsoxrom olaraq ~ 2 nm yerini dəyişmiş olur. III qr.AK komponentində 214 nm-də lüminessent həyəcanlanma maksimumlarının intensivliyi dəyişmədiyi halda, 254 nm maksimumunun intensivliyi iki dəfə azalmış olur.

Aşağıda cədvəl 3.1.4-də UB- şüalanmadan əvvəl və sonra ağır Balaxanı nefti komponentlərinin lüminessensiya maksimumlarının dalğa uzunluqları verilmişdir.



1		2		3		4	
—	—	295	331, 340, 616	297	317, 373, 545, 620, 732	—	—
—	—	313	315, 357, 373, 295, 522, 614	313	365, 375, 295, 420, 594, 624	—	—
—	—	316	332, 345	366	416	—	—
214 254 262 295	315, 357, 373, 393, 411, 523, 615, 709(zəif)	222, 232, 250, 262, 274, 290, 297, 325	315, 357, 373, 295, 523, 613, 709(zəif)	222, 232, 250, 262, 274, 290, 297, 362	317, 369, 521, 617, 719(zəif)	216, 232, 254, 262, 630, >700 qalxma	285, 434, 563

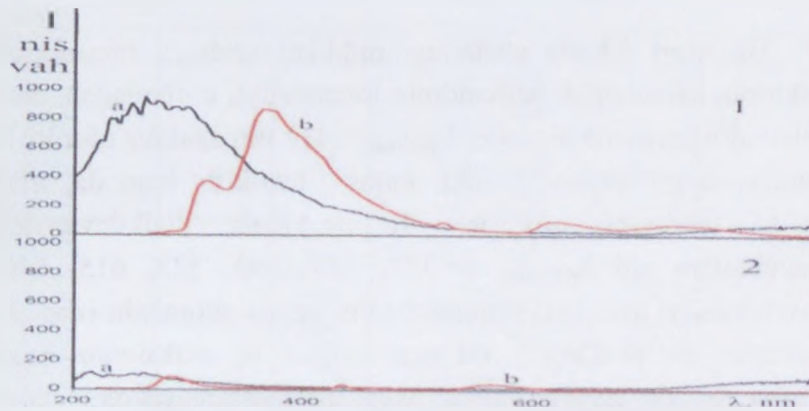
Fotoşüalanmadan sonra hər iki lüminessent həyəcanlanma maksimumunun intensivliyi, demək olar ki, iki dəfə azalmış olur (şək. 3.1.11).



Şək.3.1.11. Ağır Balaxanı xam neftinin III qr.AK-in lüminessent həyəcanlanma (a) və lüminissensiya (b) spektrləri: 1- şüalanmadan əvvəl; 2- 7 saat şüalanmadan sonra

Bu qrup AK-da şüalanma müddəti artdıqca lüminessensiya spektrinin uzundalğalı sərhəddinin intensivliyi, o cümlədən, antrasen karbohidrogenlərinə aid olan  $\lambda_{lum\ mak} = 411$  nm azalmış olur ki, bu da oksidləşmə prosesinin, nəinki, mono-, bitsiklik, həm də, tritsiklik AK-da getdiyini göstərir. III qr.AK-da dialkiləvəzolunmuş fenantrenlərə aid  $\lambda_{lum\ mak} = 357, 373, 393, 523, 615, 640$  nm maksimumları əsas maksimumlar kimi qeydə alınmışdır (cədv. 3.1.4). Fenantren molekullarına aid olan birinci üç maksimum aromatik nüvədə üç tip əvəzedilməsi olan lüminessensiyaedici fenantren molekullarına aiddir. Şüalanma müddəti artdıqca bu maksimumların intensivliyinin azalması fenantren molekullarının da oksidləşmə prosesində iştirak etdiyini sübut edir ki, bu zaman xionlar əmələ gəlir.

Ağır Balaxanı neftinin IV qr.AK komponentinin lüminessent həyəcanlanma spektri bir-birini örtən çoxlu sayda maksimumlardan ibarət olub, 190-600 nm intervalını əhatə edən ayridən ibarətdir. Fotolüminessensiya spektrində naftalin və fenantren karbohidrogenlərinə məxsus olan  $\lambda_{lum\ mak} = 317, 369$  (intensiv) və 521, 617, 719 nm maksimumları müşahidə olunur. Cədvəl 3.1.4-dən görüldüyü kimi, 7 saat şüalanmadan sonra lüminessent həyəcanlanma maksimumlarının intensivliyi, demək olar ki, ~ 9 dəfə azalmış və yeni maksimumlar (216, 254 nm) əmələ gəlmişdir. > 700 nm spektral sahədə lüminessent həyəcanlanma əyrisinin intensivliyi artır. Eyni zamanda şüalanmadan sonra göstərilən lüminessensiya maksimumları yox olur və zəif intensivlikli yeni maksimumlar (285, 435, 460, 563 nm) yaranır (şək. 3.1.12).



Şək.3.1.12. Balaxanı ağır xam neftin II qrup aromatik komponentinin lüminessent həyəcanlanma (a) və lüminissensiya (b) spektrləri: 1– şüalanmadan əvvəl; 2– 7 saat şüalanmadan sonra

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, apardığımız tədqiqatlarda həm Suraxanı, həm də Balaxanı neftləri üçün fotolüminessensiya metodu ilə aldığımız nəticələrin dəqiqliyinə şübhə qalmaması üçün hər bir lüminessensiya maksimumuna uyğun gələn dalğa uzunluğunda lüminessent həyəcanlanma spektrləri yazılmış və alınan nəticələr UB- spektroskopiya ilə alınan nəticələrlə müqayisə edilmişdir.

Fotolüminessensiya metodları ilə alınan nəticələr UB- spektroskopiya metodu ilə alınan nəticələri təsdiq edərək ağır Balaxanı neftində oksidləşmə proseslərinin mono-, bi- və tritsiklik AK və onların alkiləvəzolunmuş birləşmələrində getdiyini göstərir. Beləliklə, Suraxanı və Balaxanı neftləri komponentlərində fotoşüalanma prosesində udma və lüminessent həyəcanlanma maksimumlarının intensivliklərinin azalması PAK komponentlərinin fotokimyəvi çevrilmələri ilə əlaqədardır. Bu neftlərdə sərbəst radikalların ( $R^\bullet$ ,  $H^\bullet$ ,  $RO^\bullet$  və s. bu EPR-metodu ilə təsdiq edilmişdir [107]) əmələ gəlməsi, həmçinin, onların həyəcanlanmış hallarının

yarınması sayəsində göstərilən maksimumların uzundalğalı spektral sahəyə doğru batoxrom sürüşməsi günəş enerjisindən daha effektiv surətdə istifadə etməyə səbəb olur. Göründüyü kimi, fotoşüalanma təsiri altında tədqiq edilən neftlərin komponentlərinin karbohidrogen hissəsi ciddi dəyişikliyə uğrayır ki, bu da oksigentərkibli maddələrin əmələ gəlməsinə və tsiklik strukturların dəyişməsinə səbəb olur.

### 3.1.2. Suraxanı xam neftlərinin aromatik karbohidrogenlərində gedən fotooksidləşmə proseslərinin dinamikası IQ- və NMR- spektroskopik metodları ilə tədqiqi

Suraxanı və Balaxanı xam neftlərində UB-şüalanma təsiri altında gedən oksidləşmə proseslərinin nəticəsində əmələ gələn məhsulların analizi IQ- spektroskopiya metodu ilə araşdırılmışdır. Bu neftlərin komponentlərində oksidləşmə prosesi karbonil qrupunun optiki sıxlığınının zamandan asılılığı tədqiq edilməklə öyrənilmişdir (şək.3.1.13, 3.1.14, 3.1.15).

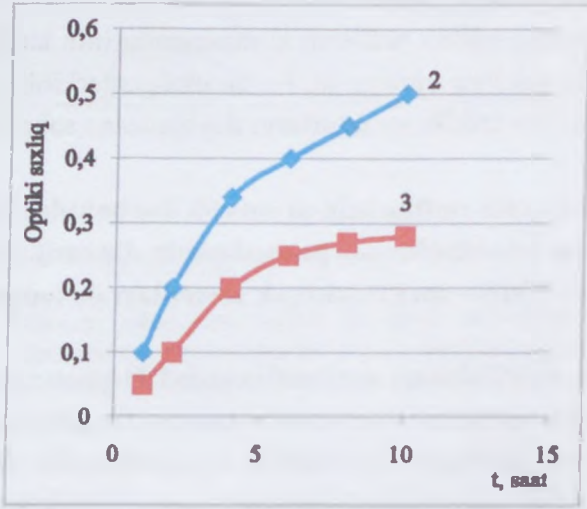
Şək.3.1.14 və 3.1.15 -dən göründüyü kimi, yüngül və ağır Suraxanı xam neftlərində baş verən oksidləşmə prosesləri eyni qanunauyğunluğa tabe olsa da, bu proseslərin getdiyi zaman anları bir-birindən fərqlənir.

Məsələn, III qr.AK komponentlərinin fotooksidləşmə proseslərinin kinetik ayrılmasının müqayisəsindən göründüyü kimi, hər iki Suraxanı quyu neftlərində proses iki mərhələdə gedir: 1-ci mərhələdə oksidləşmə prosesi düzxətli olaraq (yüngül Suraxanı neftində 4 saata, ağır Suraxanı neftində isə 2.5 saata kimi) sürətlə baş verdiyi halda, 2-ci mərhələdə proses zəifləyir, yəni optiki sıxlıq №75348 quyu neftində  $0.32 \pm 0.42$ , ağır neftində isə  $0.15 \pm 0.2$  intervalında dəyişir.

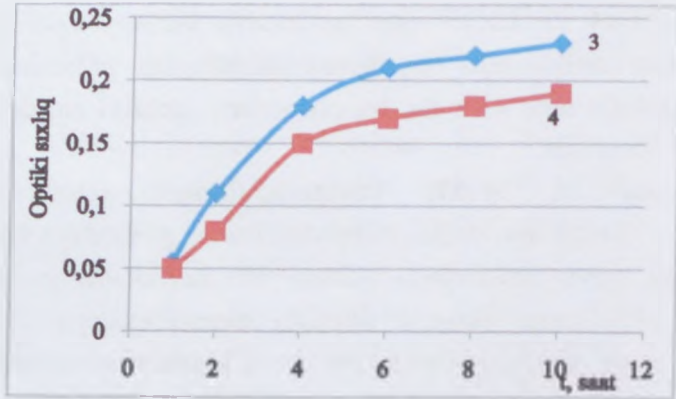
Beləliklə, Suraxanı (quyu 1311 və 75348) neftlərinin III qr.AK



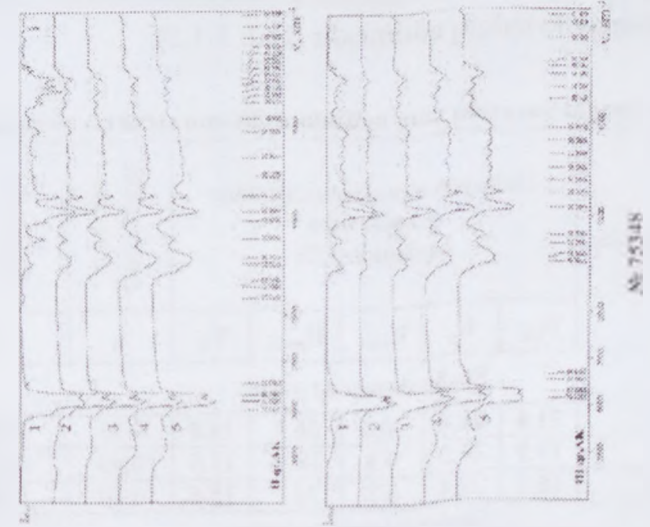
komponentlərinin müqayisəsindən görüldüyü kimi, ağır neftdə fotooksidləşmə prosesi yüngül neftdəkinə nisbətən, demək olar ki, iki dəfə zəif gedir (şək.3.1.14).



Şək.3.1.13. Yüngül Suraxanı xam neftinin II və III qr.AK -nın optiki sıxlıqlarının şüalanma müddətindən asılılıq ayriləri



Şək.3.1.14. Ağır Suraxanı xam neftinin III və IV qr.AK -nın optiki sıxlıqlarının şüalanma müddətindən asılılıq ayriləri



Şək.3.1.15. Suraxanı neftinin müxtəlif müddətlərdə UB- şüa ilə həyacanlandırılmış AK komponentlərinin IQ- spektrləri: 1- şüalanmadan əvvəl; 2- 1 saat şüalanmadan sonra; 3- 2 saat şüalanmadan sonra; 4- 3 saat şüalanmadan sonra; 5- 4 saat şüalanmadan sonra

75348 sayılı Suraxanı quyu nefti və ondan ayrılmış komponentlərdə baş verən fotokimyəvi çevrilmələr, həm də, NMR-metodunun köməyiylə tədqiq edilmişdir (cədv. 3.1.5).

Cədvəl 3.1.5. Yüngül Suraxanı xam neftinin AQK-nın struktur parametrləri

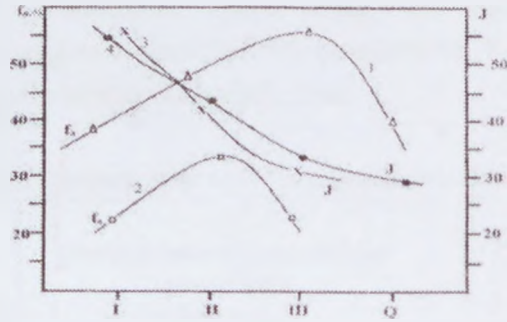
Karbohidrogenlər	Hidrogen atomlarının struktur qruplar üzrə paylanması, %					Aromatiklik dərəcəsi	İzoparafın indeksi
	H <sub>Ar</sub>	H <sub>α</sub>	H <sub>naft</sub>	H <sub>paraf</sub>	H <sub>γ</sub>		
Şüalandırmadan əvvəl							
Iqr.AK	21.8	28.4	10.5	26.4	19.8	0.53	0.50
IIqr.AK	17.9	26.5	9.3	28.4	17.9	0.49	0.87
IIIqr.AK	18.7	28.4	6.3	29.7	15.6	0.50	0.83
Şüalandırmadan sonra							
Iqr.AK	15.8	10.2	20.3	37.9	24.1	0.35	0.53
IIqr.AK	9.8	16.9	19.0	31.6	22.7	0.34	0.48
IIIqr.AK	5.6	8.4	17.7	46.6	21.7	0.25	0.31

Cədvəl 3.1.5-dən görüldüyü kimi, nümunələr UB- şüaların təsirinə məruz qaldıqdan sonra parametrlərin qiymətlərində nəzərə çarpacaq dəyişikliklər baş verir. Belə ki, I qr.AK-ın aromatiklik dərəcəsinə (f<sub>a</sub>) 18%, II qr.AK-ın aromatiklik dərəcəsinə isə 15% azalma qeydə alınmışdır. Ən çox azalma III qr.AK-da müşahidə olunmuşdur, bu halda nümunənin aromatiklik dərəcəsi şüalandırmadan sonra 25% aşağı düşmüşdür. Analoji hadisə alkil zəncirlərin şaxələnmə əmsallarında da baş vermişdir. Ancaq bu halda azalma xətti asılılıq şəklində qeydə alınmışdır (şək.3.1.16 və 3.1.17). Alınan nəticələr digər spektral metodlarla alınan nəticələri təsdiq edir.



Şək.3.1.16. Suraxanı quyu neftlərinin NMR- spektrləri: a) şüasız; b) 7 saat şüalanmadan sonra neftdə fotooksidləşmə prosesi yüngül neftdəkine nisbətən, demək olar ki, iki dəfə zəif gedir.





Şək.3.17. Yüngül Suraxanı neftinin AQK-dan asılı olaraq aromatiklik dərəcəsi ( $f_a$ ) və izoparafin indeksi (J): 1, 3— şüalanmadan əvvəl; 2, 4— şüalanmadan sonra

Ağır Suraxanı xam neftinin AQK-nın struktur parametrləri NMR spektroskopiyaya- sının köməyiylə hesablanmış və nəticələr cədvəl 3.1.6-da verilmişdir.

Cədvəl 3.1.6. Ağır Suraxanı xam neftinin AQK-nın struktur parametrləri

Karbohidrogenlər	Hidrogen atomlarının struktur qruplar üzrə paylanması, %					Aromatiklik dərəcəsi $f_a$	İzoparafin indeksi J
	$H_{Ar}$	$H_a$	$H_{nafi}$	$H_{paraf}$	$H_T$		
Şüalandırmadan əvvəl							
Iqr.AK	9,3	16,1	13,0	39,3	22,3	0,33	0,40
IIqr.AK	15,0	26,4	10,6	28,6	19,4	0,40	0,45
IIIqr.AK	16,0	24,6	11,2	28,6	19,6	0,45	0,46
IVqr.AK	13,6	16,0	9,9	36,1	24,4	0,37	0,45
Şüalandırmadan sonra							
Iqr.AK	7,5	14,1	17,1	34,3	17,1	0,28	0,31
IIqr.AK	12,1	20,0	14,2	23,6	20,0	0,34	0,36
IIIqr.AK	13,2	17,5	12,3	35,1	21,9	0,41	0,42
IVqr.AK	9,7	14,5	12,0	40,6	23,2	0,32	0,38

Araşdırmalar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, I → II → III AQK sırasında aromatiklik dərəcəsi artaraq III qr.AK-da maksimumdan keçir ( $f_a=45\%$ ). IV qr.AK bu qanunauyğunluğa tabe olmur. Digər parametrlərin qiymətləndirəndə də oxşar qanunauyğunluq müşahidə olunur. Buna misal olaraq, hidrogen atomlarının aromatik strukturlarda paylanmasını ( $H_{ar}$ ) və parafin zəncirlərin şaxələnmə dərəcəsinə (J) göstərmək olar. H atomlarının parafin strukturlarındakı payı karbohidrogenlərin yuxarıdakı sırasında, gözlənilmədiyi kimi, minimumdan keçir.

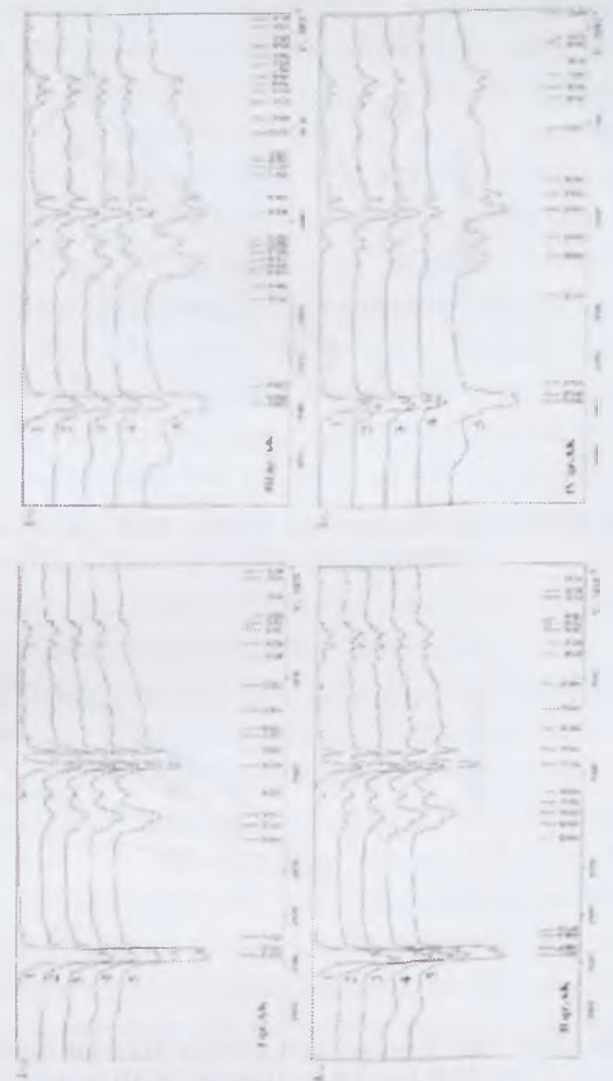
Şüalandırmadan sonra bəzi parametrlərin ( $H_{ar}$ ,  $H_a$ ,  $H_{paraf}$ ) qiymətlərində azalma müşahidə olunur. Başqa sözlə, hidrogen atomlarının nisbi paylanmasındakı dəyişikliklər UB- şüaların təsiri nəticəsində komponentlərdə gedən fotokimyəvi çevrilmələrlə izah oluna bilər.

### 3.1.3. Balaxanı xam neftlərinin aromatik karbohidrogenlərində gedən fotooksidləşmə proseslərinin İQ- və NMR- spektroskopik metodları ilə tədqiqi

Yağlı Balaxanı xam neftinin aromatik qruplarına fotoşüalarla təsir etdikdə, ağır Balaxanı xam neftinin AK-dan fərqli olaraq, İQ- spektrlərdə (I qr.AK nəzərə alınmamaqla) OH qrupunun deformasiya ( $1035, 1186 \text{ sm}^{-1}$ ) və valent ( $3435 \text{ sm}^{-1}$ ) rəqslərinə aid olan udma zolaqları yaranır: II-IV qr.AK-da qeydə alınan və OH qrupuna uyğun gələn udma zolaqlarının intensivliyi III qr.AK-kı OH qrupna aid udma zolağının intensivliyə nisbətən azdır. Bu fakt fotooksidləşmə prosesindən sonra yağlı Balaxanı neftinin III qr.AK komponentində digər AK qrupların nisbətən daha çox aldehid, keton, spirtin əmələ gəldiyini göstərir. Belə ki, aldehidləri ketonlardan fərqləndirən karbonil qrupuna bağlı C-H rabitəsinin valent rəqsinin

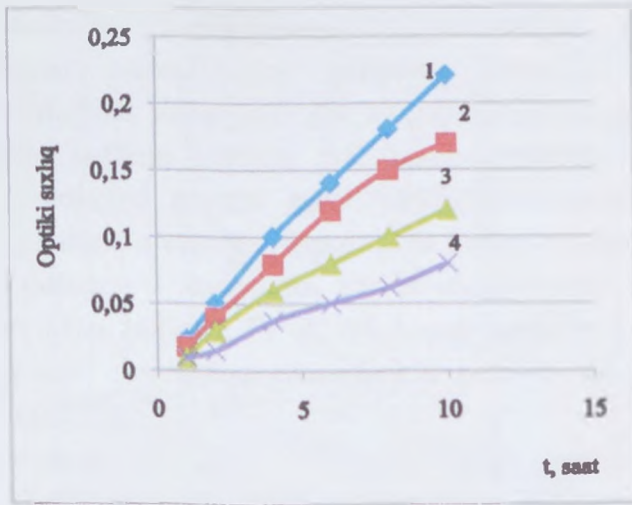
2695-2830  $\text{sm}^{-1}$  orta və güclü intensiv udma zolağının olmasıdır. Buda şüalanma məhsullarının içərisində ketonlarla bərabər aldehidlərin olduğunu sübut edir. Şək 3.1.18 -dən görüldüyü kimi, yağlı Balaxanı neftinin hər bir AK komponentində ilk andan başlayaraq oksidləşmə prosesi gedir. I.akin bu proses I qr.AK komponentində digər qruplara nisbətən daha kəskin şəkildə gedir. II qr.AK-da oksidləşmə 2 saata kimi kəskin olduğu halda, proses 3 saata kimi bir qədər zəifləyir. IV qr. AK komponentində < 2 saat və 2-4 saat arasında oksidləşmə proseslərinin getməsi və ləngiməsi müşahidə olunur.

C=O qrupuna xas olan 1730  $\text{sm}^{-1}$  udma zolağının optiki sıxlığının kəskin artması yan zəncirdəki alkil qruplarının oksidləşərək aldehid və keton əmələ gətirməsi ilə əlaqədardır. Alkil qruplarındakı fotooksidləşmə prosesi radikal-zəncirvari mexanizm üzrə baş verir.

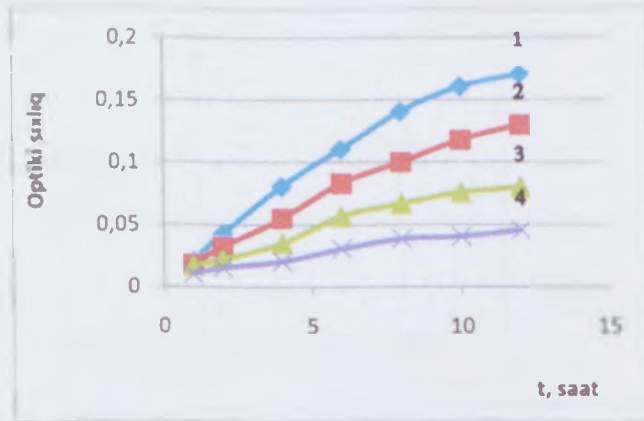


Şək.3.1.18. Yağlı Balaxanı neftinin müxtəlif müddətlərdə UB –şüa ilə həyəcanlandırılmış I-IV qr.AK komponentlərinin İQ- spektrləri: 1- şüalanmadan əvvəl; 2- 1 saat şüalanmadan sonra; 3- 2 saat şüalanmadan sonra; 4- 3 saat şüalanmadan sonra; 5- 4 saat şüalanmadan sonra





Şək.3.1.19. Yağlı Balaxanı xam neftinin AQK-nın fotooksidləşməsinin kinetik əyriləri: 1- I qr.AK, 2- II qr.AK, 3- III qr.AK, 4- IV qr.AK



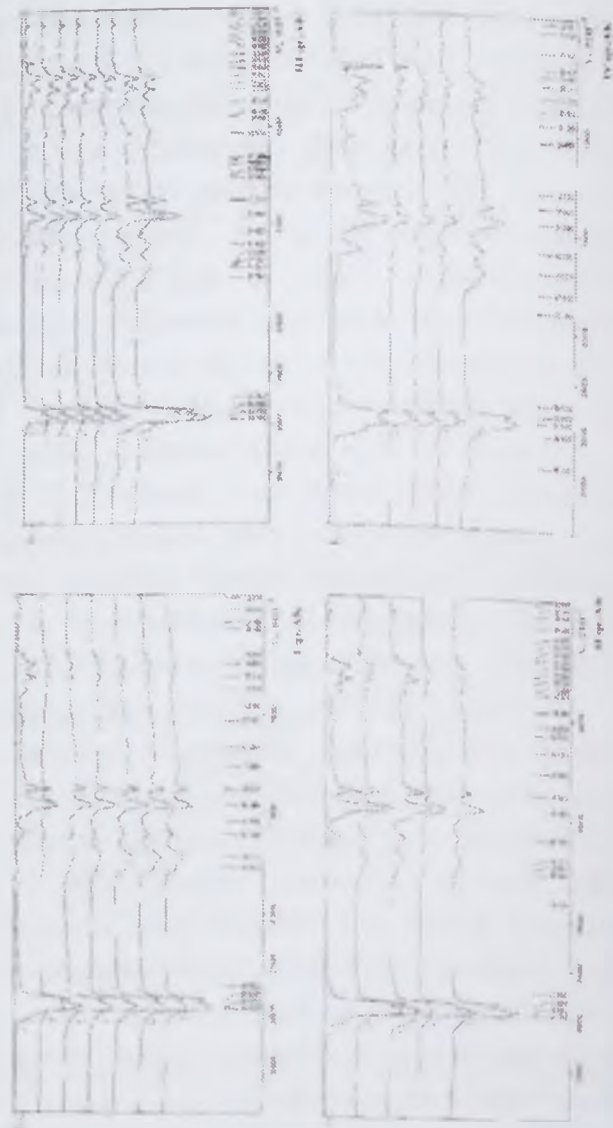
Şək.3.1.20. Ağır Balaxanı xam neftinin AQK-nın fotooksidləşməsinin kinetik əyriləri: 1 qr.AK, 2- II qr.AK, 3- III qr.AK, 4- IV qr.AK

Şək.3.1.19 və 3.1.20 -dən görüldüyü kimi, Suraxanı neftlərindən fərqli olaraq, Balaxanı xam neftlərində oksidləşmə prosesi başlanğıcda hər iki neftdə ləngimə ilə gedir. Yağlı Balaxanı

xam neftinin III qr.AK komponentində bu 4 saata, ağır Balaxanı neftinin III qr.AK komponentində isə 2 saata kimi davam edir. 10 saata kimi davam edən fotooksidləşmə zamanı  $D = 0.12$  (yağlı neft) və  $D = 0.07$  (ağır neft) qiymətlərini alır ki, bu da oksidləşmə prosesinin ağır Balaxanı neftinin III qr.AK komponentində yağlı Balaxanı neftinin III qr.AK komponentindəkinə nisbətən zəif getdiyini göstərir. Yağlı və ağır Balaxanı neftlərinin I qr.AK komponentlərinin oksidləşmə prosesləri bir-birindən fərqlənir: yağlı Balaxanı neftində prosesin başlanğıcında bir qədər ləngimə olduğu halda, ağır neftdə oksidləşmə prosesi 4.5saata kimi artır, prosədə ləngimələr 6 və 10.5 saatda müşahidə edilir, 10.5 saatdan sonra oksidləşmə prosesi kəskin artır. Bu özünü III qr.AK-da da göstərir. Lakin yağlı neftdə olduğu kimi ağır Balaxanı neftində də qrupların sayı artdıqca oksidləşmə prosesi zəifləyir. Ağır Balaxanı neftinin digər AK qruplarında da fotooksidləşmə prosesi yağlı Balaxanı neftinin AK qruplarındakına nisbətən zəifdir (şək.3.1.20).

Biz tədqiq etdiyimiz neftlərdə eyni şəraitdə gedən oksidləşmə prosesini müqayisə etsək, bu prosesin Balaxanı neftlərində Suraxanı neftlərinə nisbətən zəif getdiyini görürük, belə ki, 10 saat müddətində yağlı Balaxanı və ağır neftlərində optiki sıxlıqlar 0.12 və 0.08 olduğu halda, Suraxanı neftlərində, uyğun olaraq, 0.3 və 0.2 olur. IQ-spektrlərin analizi ağır Balaxanı xam neftindən ayrılmış AQK-da AK-ın miqdarının yağlı Balaxanı neftindəkinə nisbətən çox olduğunu göstərir. Yağlı Balaxanı xam neftindən alınmış aromatik qruplarda fotooksidləşmə prosesi, Suraxanı neftində olduğu kimi, ağır Balaxanı neftinə nisbətən sürətlə gedir (şək.3.1.21).

Müəyyən edilmişdir ki, həm Suraxanı, həm də Balaxanı neftlərində oksidləşmə prosesləri aşağıdakı ardıcılıqla gedir I qr.AK > II qr.AK > III qr.AK > IV qr.AK.



Şək.3.1.21. Ağır Balaxanı xam neftinin müxtəlif müddətlərdə UB –şüa ilə həyəcanlandırılmış I-IV AK komponentlərinin İQ-spektrləri: 1- şüalanmadan əvvəl; 2- 30 dəqiqə şüalanmadan sonra; 3- 1 saat şüalanmadan sonra; 4- 2 saat şüalanmadan sonra; 5- 3 saat şüalanmadan sonra; 6- 4 saat şüalanmadan sonra; 7- 5 saat şüalanmadan sonra



Şək.3.1.22. Yağlı Balaxanı xam nefti aromatik komponentlərinin NMR-spektrləri: a) şüasız; b) 7 saat şüalanmadan sonra



Balaxanı neftlərində oksidləşmə prosesi, həm də,  $^1\text{H}$  NMR metodu ilə tədqiq edilmişdir (şək.3.1.22). Yağlı Balaxanı xam neftinin adsorbsiya üsulu ilə ayrılmış AQK-nın tədqiqindən alınan nəticələr cədvəl 3.1.7 – də verilmişdir [18, 195].

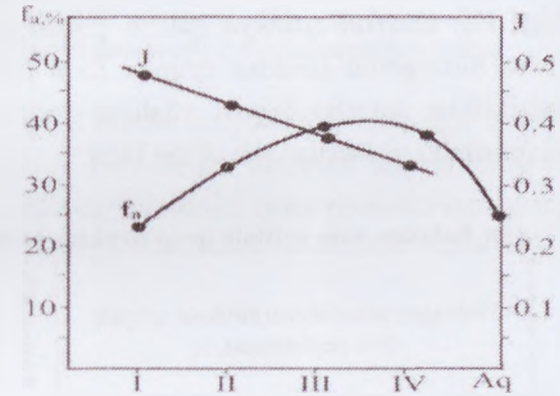
Cədvəl 3.1.7. Yağlı Balaxanı xam neftinin AQK-nın struktur parametrləri

Karbohidrogenlər	Hidrogen atomlarının struktur qruplar üzrə paylanması, %					Aromatiklik dərəcəsi	İzoparafın indeksi
	$H_{Ar}$	$H_Q$	$H_{naft}$	$H_{paraf}$	$H_\gamma$		
Şüalandırmadan əvvəl							
Iqr.AK	4,9	8,9	15,4	41,7	29,1	0,22	0,53
IIqr.AK	11,4	20,3	14,6	32,5	21,2	0,33	0,50
IIIqr.AK	12,4	23,0	14,2	32,1	18,3	0,39	0,53
IVqr.AK	12,0	22,5	13,2	34,9	17,4	0,37	0,51
Şüalandırmadan sonra							
Iqr.AK	3,3	7,7	17,1	43,0	28,9	0,17	0,50
IIqr.AK	6,6	16,9	15,6	37,0	23,9	0,26	0,48
IIIqr.AK	10,1	20,2	18,4	31,1	20,2	0,35	0,56
IVqr.AK	9,2	18,0	16,7	38,5	17,6	0,32	0,44

Cədvəl 3.1.7 - dan göründüyü kimi bu neftdə hidrogen atomlarının çox hissəsi doymuş strukturlarda cəmləşib ( $H_{naft}$ ,  $H_{paraf}$ ,  $H_\gamma$ ,  $H_Q$ ). I-IV qr.AK komponentlərində hidrogenin aromatik strukturlardakı ( $H_{Ar}$ ) payı isə təqribən 5-12 % ətrafında dəyişir. Nümunələrin aromatiklik dərəcəsinə ( $f_a$ ) qrafiki şəkildə təsvir etsək görərik ki,  $f_a$ -nın maksimal qiyməti I-IV qr.AK sırasında III qr.AK-ın payına düşür. Başqa sözlə, aromatiklik dərəcəsi III qr.AK-da maksimumdan keçir (39%). Yüngül AK komponentlərindən ağır karbohidrogenlərə keçdikdə hidrogen atomlarının parafin- naften strukturlarındakı nisbi payı nəzərə çarpacaq dərəcədə azalır (şək.

3.1.22 və 3.1.23). Yağlı Balaxanı neftində parafin zəncirlərinin şaxələnmə dərəcəsi artır, izoparafın indeksi isə əksinə, yuxarıda göstərilən AK sırasında azalır.

Yuxarıda adları çəkilən karbohidrogen qruplarının struktur parametrləri müqayisəli şəkildə şüalandırmadan sonra da tədqiq edilmişdir (cədv. 3.1.7). Araşdırmalar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, komponentlərin aromatiklik dərəcəsi UB-şüaların təsirindən sonra müəyyən qədər azalır (~ 5-7%). Eyni zamanda parafin-naften strukturlarındakı hidrogen atomlarının nisbi payı sinxron olaraq artır (~ 4-5%).



Şək.3.1.23. Yağlı Balaxanı xam neftində aromaik qruplardan(Aq) asılı olaraq aromatiklik dərəcəsi ( $f_a$ ) və izoparafın indeksi (J)

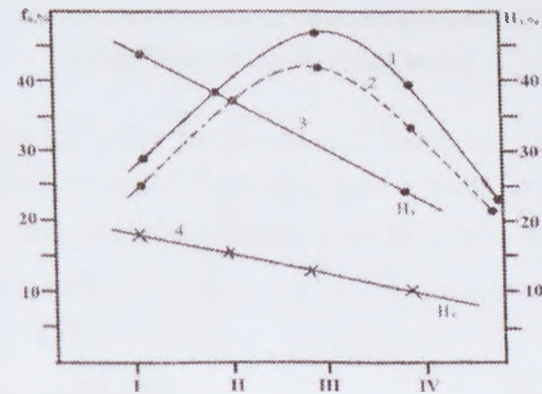
Yağlı Balaxanı xam nefti ilə paralel olaraq ağır Balaxanı xam neftindən ayrılmış aromatik qrup karbohidrogenlərinin struktur parametrləri ultrabənövşəyi şüaların təsirindən əvvəl və sonra tədqiq edilmişdir. Aparılmış hesablamaların nəticələri cədvəl 3.1.8 -də verilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, NMR spektroskopiyanın köməyi ilə aparılan tədqiqatlar şüalanma prosesindən müxtəlif neft komponentlərinin ən mühüm struktur xarakteristikalarında baş verən dəyişmələri təyin etməyə imkan verir (şək.3.1.24 və 3.1.25).

Hidrogen atomlarının müxtəlif struktur qruplar üzrə (aromatik, naften, parafin və s.) paylanmasına nəzər salsaq aydın şəkildə görünür ki, karbohidrogen qruplarının I → II → III sırasında aromatiklik dərəcəsinin qiyməti eksponensial xarakter daşıyır, yəni artaraq III qr.AK komponentində maksimumdan keçir ( $f_a = 0.44$ ).

Cədvəl 3.1.8-də göstərilən sırada digər parametrlərin qiymətlərində şüalandırma prosesindən sonra müəyyən qədər kənarçıxmalar olsa da, ümumi tendensiya məqbul sayıla bilər, başqa sözlə yüngül aromatik qruplardan ağır qruplara keçdikdə həzi struktur qruplarda hidrogenin nisbi payının azalması ( $H_{Ar}$ ,  $H_u$ ) digər qruplarda ( $H_{paraf}$ ,  $H_\gamma$ ) sinxron artmaya gətirib çıxarır. Şüalandırma prosesindən sonra hidrogenin struktur qruplar üzrə paylanmasında baş verən dəyişikliklər ultrabənövşəyi şüaların təsiri nəticəsində AQK-da gedən fotofiziki prosesilə izah oluna bilər.

Cədvəl 3.1.8. Ağır Balaxanı xam neftinin qrup struktur parametrləri

Karbohidrogenlər	Hidrogen atomlarının struktur qruplar üzrə paylanması, %					Aromatiklik dərəcəsi	Izoparafin indeksi
	$H_{Ar}$	$H_u$	$H_{paraf}$	$H_\gamma$	$H_n$		
Şüalandırmadan əvvəl							
parafin-naften	0,4	1,7	16,7	47,7	33,5	izi	0,68
Iqr.AK	9,8	17,2	13,9	36,1	23,0	0,34	0,63
IIqr.AK	12,3	23,8	13,9	29,9	20,1	0,40	0,59
IIIqr.AK	14,6	26,7	12,5	27,9	18,3	0,44	0,83
IVqr.AK	13,5	19,8	13,9	35,9	16,9	0,41	0,87
qətran	6,7	13,0	15,0	42,7	22,6	0,27	0,79
Şüalandırmadan sonra							
Iqr.AK	7,4	13,6	15,6	37,9	25,5	0,28	0,64
IIqr.AK	11,2	22,4	14,5	31,1	20,8	0,37	0,59
IIIqr.AK	14,2	23,9	12,2	28,4	21,3	0,43	0,84
IVqr.AK	10,8	17,3	16,5	39,0	16,4	0,35	0,74



Şək.3.1.24. Ağır Balaxanı xam neftində aromatik qruplardan (Aq) asılı olaraq aromatiklik dərəcəsi ( $f_a$ ) və izoparafin indeksi (J): 1,3-şüalanmadan əvvəl; 2,4-şüalanmadan sonra

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, həm ağır Suraxanı neftində, həm də Balaxanı neftlərində antrasen karbohidrogenləri mövcud olduğu üçün onlarda fotooksidləşmə proseslərinin getdiyini ehtimal etmək olar.

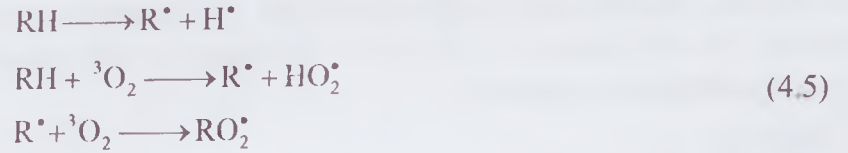




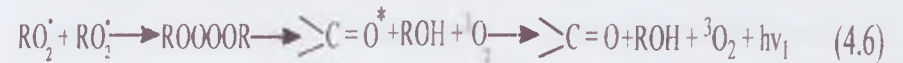
Şək.3.1.25. Ağır Balaxanı xam nefti aromatik komponentlərinin NMR-spektrləri: a) şüasız; b) 7 saat şüalanmadan sonra

### 3.1.4. Fotoşüalanmanın neftin aromatik karbohidrogenlərinin termolüminesensiyasına təsiri

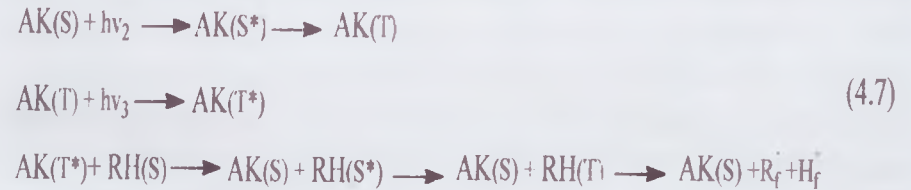
Məlumdur ki, neftin tərkibində zəif hidrogen rabitəsinə malik olan birləşmələrin və molekulyar oksigenin iştirakı ilə zəif energetik təsirin nəticəsində aşağıdakı sxem üzrə  $H^*$ ,  $R^*$ ,  $HO_2^*$  və  $RO_2^*$  radikalları əmələ gəlir:



Oksigenin konsentrasiyası çox olduqda peroksid radikallarının qatılığı alkil radikallarının  $R^*$  qatılığından bir qədər çox olur və onlarda rekombinasiya prosesi baş verir, tetraoksidlər əmələ gəlir [62, 96]. Alınan tetraoksidlər arasıkəsilmədən qızdırıldıqda parçalanır və nəticədə işıqlanma müşahidə olunur ki, bu da termokimyəvi lüminissensiya əyrisi kimi qeydə alınır:



Neftdəki AK-lar TKL prosesində həm aktivator, həm də karbohidrogenləri ikifotonlu mexanizm üzrə parçalayaraq radikallar əmələ gətirməklə fotosensibilizator kimi iştirak edirlər:



Burada, S,  $S^*$ , T və  $T^*$  – uyğun olaraq, AK-ın əsas sinqlet, triplet

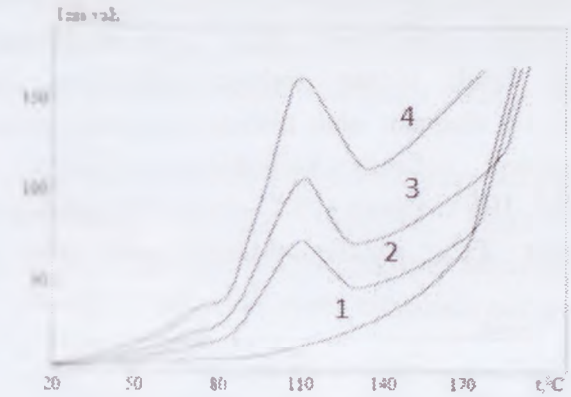
və həyəcanlanmış sinqlet və triplet halları,  $R_f^*$  və  $H_f^*$  isə fotoşüalanma prosesində əmələ gələn radikallardır.

Oksigen mühitində nümunəyə fotoşüalarla təsir etdikdə, TL əyrisində yeni piklər yaranır. Fotoşüaların təsiri (4.6) reaksiyası üzrə əmələ gələn fotooksidlər parçalanaraq işıq kvantlarının ayrılmasına səbəb olur. Bu, fototermokimyəvi (FTKL) lüminessensiyadır. Lakin qeyd etmək lazımdır ki, AK-lar oksigen mühitində birkvantly mexanizmlə oksidləşərək tsiklik peroksidlər əmələ gətirir. Xətti quruluşlu AK-lar (asenlər) molekulyar mexanizmlə oksidləşərək endoperoksidlər əmələ gətirirlər:



Bu reaksiya dönmədir, işıq enerjisi kimyəvi enerji şəklində akkumulyasiya olunur. Sistem qızdırıldıqda akumulyasiya enerjisi işıq şəklində ayrılır. Fenlər isə tsiklik peroksidlər əmələ gətirir, onların parçalanması nəticəsində işıqlanma müşahidə edilmir və bu proses dönməyəndir.

Qaynama temperaturu 100-500°C intervalında dəyişən Suraxanı neftinin əlli dərəcəli fraksiyalarının TKL tədqiq edilmişdir. Bu neftin daha aşağıqaynama temperaturu fraksiyalarında olduğu kimi, 400-450°C fraksiyasında da xüsusi şüalandırma olmadan (ancaq laboratoriya işığı olduğu halda), şək. 3.1.26-dən görüldüyü kimi, 20-200°C temperatur intervalında TKL maksimumu müşahidə edilmir. Lakin adı çəkilən neftin karbohidrogen qalığında (>500°C) işıqlanmanın təsirindən 75 və 110°C intensiv maksimumlar qeydə alınır (şək.3.1.26, əyri 2-4).



Şək.3.1.26. Suraxanı xam neftinin (400- 450°C)- laboratoriya işığı ilə şüalanma, əyri 1- və (> 500°C) qalıqlarının TKL əyriləri: 2- laboratoriya işığı ilə şüalanma (3dəq.), 3- gündüz işığı ilə şüalanma (3 dəq.); 4- cıvə lampası ilə işıqlanma (10san.)

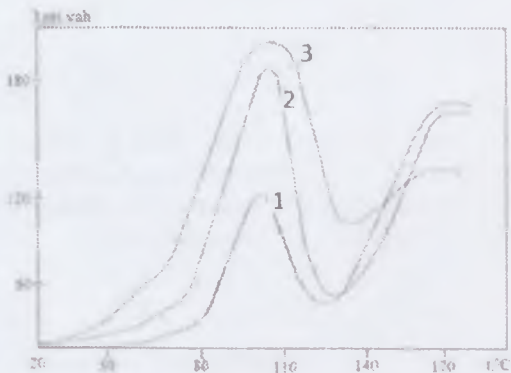
Suraxanı nefti qalığının TKL maksimumlarının intensivliyinin laboratoriya işığından asılı olması bu işığın təsiri altında  $R_f^*$  radikallarının, həmçinin, AK endoperoksidlərinin əmələ gəlməsi fikrini yaratdı. Şüalanmanın rolunu aydınlaşdırmaq üçün əlavə olaraq cıvə lampası və günəş işığı ilə şüalandırılmış Suraxanı nefti nümunələrinin FTKL tədqiq edilmişdir (şək.3.1.26, 1-4 əyriləri). Müəyyən edilmişdir ki, 75 və 110°C TKL maksimumlarının intensivliyi, bir qayda olaraq, laboratoriya işıqlanması olan hala nisbətən artır.

Nəzərə alsaq ki, göstərilən mənbədən düşən işıq əsasən tədqiq edilən neft nümunələrinin ancaq AK-nı həyəcanlandırır, onda belə hesab etmək olar ki, TKL maksimumlarının intensivliyinin artması yalnız fotooksidləşmə prosesinin və işıq enerjisinin akkumulyasiyası ilə əlaqədar olan reaksiyaların hesabına baş verir.

Göstərilən tədqiqatlar Suraxanı nefti ilə müqayisə olunmaq



məqsədlə Naftalan neftində də aparılmışdır. Əvvəllər göstərilmişdir ki, NN-nin distillat fraksiyaları digər quyu neftlərinin analoji fraksiyalarından fərqli olaraq sərbəst radikallara və onların rekombinasiyası ilə əlaqədar olan nisbətən aşağıtemperaturlu TKL malikdir. Suraxanı neftinin karbohidrogen qalığı ( $>500^{\circ}\text{C}$ ) maksimumları 65,  $105^{\circ}\text{C}$  (əlavə  $175^{\circ}\text{C}$  -də də TKL piki qeydə alınır) olmaqla intensiv TKL maksimumlarına malikdir (şək.3.1.27, əyri1-3).



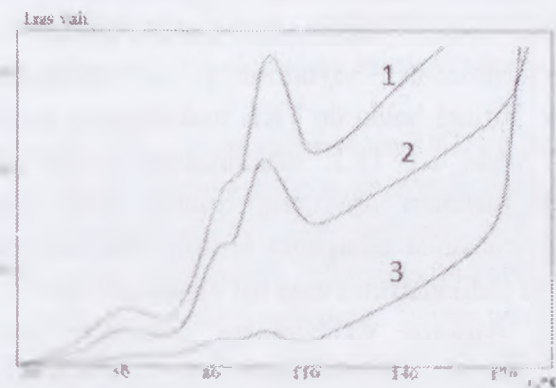
Şək.3.1.27. Naftalan neftinin karbohidrogen qalığının ( $>500^{\circ}\text{C}$ ) TKL ayrılması: 1- laboratoriya işığının təsirindən sonra (3dəq.); 2- gündüz işığından sonra (3 dəq.); 3- civə lampası ilə işıqlandırılmadan (10san.) sonra

Axırıncı pik, həmçinin, NN-nin qaynama temperaturu  $200-500^{\circ}\text{C}$  intervalında olan fotoşüalandırılmış distillat fraksiyalarında da müşahidə edilmişdir. Bu göstərilən faktı verilmiş neftin bioloji aktivliyi (BA) ilə əlaqələndirməyə imkan verir.

Suraxanı neftinin karbohidrogen qalığında günəş şüası ilə 3 dəqiqə müddətində şüalandırılmadan sonra daha aşağıtemperaturlu maksimumların intensivliyinin artması NN-nin karbohidrogen qalığında da müşahidə edilir. (şək.3.1.26, əyri 3). Naftalan neftinin karbohidrogen qalığını civə lampası ilə 10san. şüalandırdıqdan sonra

TKL maksimumlarının intensivliyi kifayət qədər böyüyür.  $175^{\circ}\text{C}$  -dəki TKL maksimumunun intensivliyi azalır ki, bu da fotoşüalandırılmış NN-nin BA-nın aşağıtemperaturlu 65 və  $105^{\circ}\text{C}$  TKL maksimumları ilə əlaqədar olduğunu ehtimal etmək imkanını verir.

Suraxanı nefti ilə müqayisə edilmək məqsədilə götürülən digər neft ağır Abşeron neftidir. Göstərilən neftin karbohidrogen qalığının( $>500^{\circ}\text{C}$ ) TKL-nın tədqiqi zamanı laboratoriya şəraitində işıqlanma halında üç zəif maksimum müşahidə edilmişdir: 55, 90 və  $103^{\circ}\text{C}$  (şək. 3.1.28, əyri1-3).



Şək.3.1.28. Abşeron neftinin karbohidrogen qalığının ( $>500^{\circ}\text{C}$  fr.) TKL ayrılması: 1- laboratoriya işığının təsirindən sonra (3dəq.); 2- gündüz işığından sonra (3 dəq.); 3- civə lampası ilə işıqlandırıldıqdan (10san.) sonra.

Abşeron neftinin ağır karbohidrogen qalığında maksimumların aşağıtemperaturlu spektral sahəyə doğru sürüşməsinə, Suraxanı və Naftalan neftlərindən fərqli olaraq, ehtimal ki, maksimumların  $105$  və  $110^{\circ}\text{C}$  parçalanmasını bu neftin karbohidrogenlərinin daha yüksək molekül kütləsinə malik olması ilə əlaqələndirmək olar. Civə lampası və gündüz işığı ilə şüalandırıldıqdan sonra göstərilən maksimumların

intensivliyi artır. Maksimumun intensivliyinin artması daha çox  $103^{\circ}\text{C}$  temperaturda baş verir. Abşeron nefti qalığı üçün laboratoriya işıqlanması şəraitində müşahidə edilən TKL maksimumları, həm də, Suraxanı nefti qalığında qeydə alınır. Bu tədqiq edilən neft qalıqlarının eksperimentə hazırlanması zamanı onların laboratoriya işıqlanması şəraitində işıq enerjisini udduğunu göstərir ki, bu da TKL maksimumlarının meydana çıxması üçün kifayətdir.

Yuxarıda göstərilənlərin təsdiq edilməsi üçün laboratoriya işıqlanmasından təcrid edilmiş xüsusi təcrübələr qoyulmuşdur. Bunun üçün Abşeron nefti qalığını şüalanmadan əvvəl və sonra TKL-i iki dəfə ardıcıl yazılmışdır: qızdırıldıqdan sonra nümunə küvetdən çıxarılmadan soyudulmuş və oksigen mühitində saxlanılmışdır. Birinci halda üç TKL maksimumu müşahidə edildiyi halda, ikinci halda iki TKL maksimumu qeydə alınmışdır. Bu eksperimentlər nisbətən aşağıtemperaturlu TKL maksimumunun ( $55^{\circ}\text{C}$ ) formalaşmasında oksigenlə termiki təsir zamanı generasiya olunan peroksid radikallarının əsas rol oynaması fikrini təsdiq edir.

Suraxanı, Abşeron və Naftalan neftlərinin ağır qalıqlarının TKL-nin tədqiqi üzrə aparılan eksperimentlər (şüalanmadan əvvəl və sonra) temperatur maksimumlarına və intensivliklər nisbətində görə bu neftlərin TKL-də bir çox oxşarlığın olduğunu göstərir. Bu karbohidrogen qalıqları hibrid quruluşludur, onların əsas hissəsi tərkib və quruluşları yaxın zəif rabitəli C–H əlaqəsi olan komponentlərdən ibarətdir. Nəzərə alsaq ki, qatransızlaşdırılma və asfaltsızlaşdırılma proseslərindən sonra neft karbohidrogenlərinin tərkibi və strukturu daha yaxındır, onlar, həmçinin, bioloji aktiv maddə kimi istifadə oluna bilər. Aparılan təcrübələr tədqiq edilən neftlərin bütün karbohidrogen qalıqlarının termokimyəvi lüminessensiyasının eyni mexanizmə malik olduğunu göstərir.

Neft karbohidrogenlərinə fotoşüalanmanın təsirinin tədqiqi

öyrənilən neftlərin bir çox distillat fraksiyalarından fərqli olaraq, onların TKL maksimumlarının nisbətən aşağıtemperaturlu spektral sahədə olduğunu göstərir. Elektron udmasına aid spektral sahədə həyəcanlandırılma zamanı generasiya olunan peroksid radikallarının rekombinasiyası nəticəsində alınan AK endoperoksidlərinin parçalanması nəticəsində görünən spektral sahəyə uyğun gələn işıq kvantı ayrılır. Beləliklə, bu bir çox neft karbohidrogenlərindən istifadə etməklə akkumulyasiya olunan işıq, o cümlədən, günəş enerjisi əsasında alternativ işıq mənbələrini yaratmağa imkan verir.

### 3.1.5. Mayefazalı oksidləşmə reaksiyalarında ağır neft qalıqlarının rolunun termokimyəvi lüminessensiya ilə tədqiqi

Məlumdur ki, daha aşağıtemperaturlu TKL və bu zaman gedən oksidləşmə reaksiyası effektiv atomar hidrogen donorunu saxlayan birləşmələrdə müşahidə edilir. Bu neft və neft məhsullarının tərkibinə daxil olub, mütəhərrik atomunu saxlayan bəzi AK-ın mayefazalı oksidləşmə reaksiyalarında iştirak edərək, nisbətən aşağıtemperaturlu TKL-in yaranmasına səbəb olduğunu göstərir.

Müxtəlif yataq neftləri fraksiyalarının tərkibinə daxil olan AK-ın tərkibinin və strukturunun analizi qaynama temperaturu böyüdükcə zəif hidrogen rabitəli komponentlərin miqdarının, həmçinin, daha az enerjili ( $40\text{--}420\text{ kC/mol}$ ) C–C rabitəli fraqmentlərin artdığını göstərir [131, 147].

Neftin daha yüksək qaynama temperaturlu fraksiyalarının karbohidrogenlərinin TKL böyük maraq kəsb edir. Bu karbohidrogenlər qaynama temperaturu  $\sim 500^{\circ}\text{C}$  olan fraksiyaların tərkibinə daxildir və onların əsas hissəsini QAM təşkil edir. QAM effektiv oksidləşmə inhibitorlarıdır. Bu səbəbdən neft qalıqlarının tərkibinə daxil olan karbohidrogenlərin TKL-nin öyrənilməsi üçün



onları ГОСТ 11858-66 üzrə QAM-dan təmizlənmək lazımdır.

İlk dəfə olaraq, Suraxanı və Balaxanı neftlərinin karbohidrogenlərinin öyrənilməsi üzrə TKL metodu ilə apardığımız tədqiqatlar vasitəsilə (neft yatağından asılı olmayaraq) göstərilən neftlərin otaq temperaturundan başlayaraq TKL fotonlarını effektiv generasiya etməsi sübut edilmişdir.

Bu işdə qarşıya qoyduğumuz tədqiqatın məqsədi TKL metodu ilə mayefazalı oksidləşmə proseslərində neft əsaslı inisiatorlardan istifadə etməklə bəzi birləşmələrin oksidləşmə reaksiyalarının temperaturunu aşağı salmaq olmuşdur. Çünki, hal-hazırda müxtəlif sənaye sahələrində, kənd təsərrüfatında, biologiyada, tibbdə və s. mayefazalı oksidləşmə yolu ilə çoxlu sayda maddələr alınır. Onların yumşaq şəraitdə, az enerji sərf etməklə alınması aktual problemlərdən biridir.

Karbohidrogenlərin (RH) və onların törəmələrinin mayefazalı oksidləşmə reaksiyalarının mexanizmi yaxşı öyrənilmişdir: bu reaksiya zəncirvari radikal mexanizmi üzrə gedir və kifayət qədər yüksək temperaturda çoxmərhələli olur. Mülayim (orta) temperaturlarda isə reaksiyanın başlanğıc mərhələsində ROOH hidroperoksidinin yaranması baş verir.

Üzvi birləşmələrin zəncirvari oksidləşmə reaksiyalarının xarakteri və onun temperatur intervalı C–H və C–C rabitələrinin əlaqə enerjisindən asılıdır. Məlumdur ki, bir çox təbii və bioloji aktiv birləşmələrin tərkibində bəzi C–H rabitələrinin enerjisi böyük deyil və mülayim temperaturlarda mayefazalı oksidləşmə prosesində onların asanlıqla qırılması və müxtəlif oksigentərkibli birləşmələrin əmələ gəlməsi baş verir. Belə C–H rabitələrinə atomar hidrogen donoru olan zəif hidrogen əlaqəli bir çox üzvi birləşmələr malikdirlər. Belə birləşmələrə xüsusilə izoparafinləri, alkilnaftenləri, karkas və kondensasiya olunmuş naftenaromatik karbohidrogenləri,

asetalları, efirləri, spirtləri, aldehidləri, ketonları, karbon turşularını və s. aid etmək olar. Bu birləşmələr molekulyar oksigen mühitində cüzi energetik təsirə məruz qaldıqda onların molekulunda R–H rabitəsi qırılaraq R• radikallarını generasiya edir

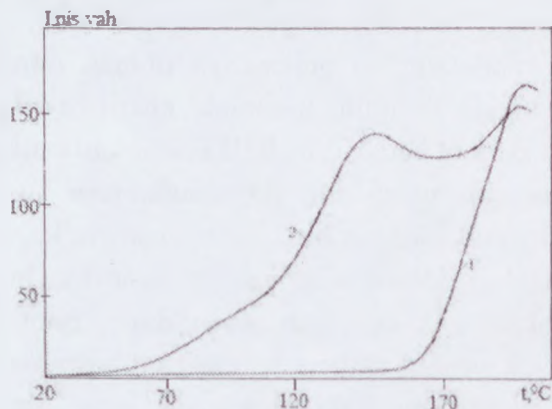
Qırılan rabitələrin və generasiya olunan tetraoksidlərin zəif rabitələrinin enerji fərqinin hesabına enerji ayrılır və bu fərq təxminən 420 kC/mol bərabərdir. Belə enerji karbonil birləşmələrinin molekullarının və oksigenin həyəcənlanması üçün kifayətdir. Həyəcənlanmış molekulaların bir hissəsi elektron keçidinin enerjisini şüa, yəni kimyəvi lüminessensiya ilə itirir ki, bu yalnız aralıq peroksid radikallarının generasiyasının deyil, həm də ekzotermik reaksiyaların elementar aktlarında elektron-həyəcənlanmış halların əmələ gəldiyini göstərir. Belə ki, kimyəvi enerjinin işıq enerjisinə çevrilməsi baş verir. Molekulyar strukturlarda sərbəst radikalların əmələ gəlməsinin ilkin mərhələsi ionlaşdırıcı radiasiyanın, UB-şüanın, istiliyin və s.-nin arasıkəsilmədən təsiri hesabına baş verir.

Bir çox üzvi birləşmələri molekulyar oksigenin iştirakı ilə 200<sup>0</sup>C temperatura kimi qızdırdıqda KL müşahidə edilmişdir. Lakin zəncirvari reaksiya ilə əlaqədar olan oksidləşmə proseslərinin otaq temperaturundan başlayaraq kifayət qədər yüngül şəraitlərdə aparılması böyük maraq doğurur. Təəssüf olsun ki, belə birləşmələr və onların xammal mənbələri olduqca azdır.

Böyük xammal mənbələrinə malik olan neft və neft məhsullarının tərkibinə fiziki-kimyəvi xassələri böyük həddə dəyişən çoxlu sayda komponentlərin daxil olmasını nəzərə alaraq, bu komponentlərin arasından nisbətən aşağıtemperaturlu mayefazalı oksidləşmə reaksiyalarının inisiatorlarının axtarılıb tapılması məqsədilə eksperimentlər aparmışıq.

Tədqiqat obyektini kimi daha yüngül (170-270°C – vazelin yağı)

və ağır (400-450°C – Suraxanı nefti) fraksiyalarından və >500°C Abşeron nefti qalıqından istifadə edilmişdir. Aşağıda vazelin yağının TKL əyrisi verilmişdir (şək. 3.1.29).



Şək.3.1.29. Vazelin yağına (170–270°C) Abşeron nefti qalığının > 500°C fraksiyası əlavə edilməzdən əvvəl (1) və sonra (2) TKL əyriləri.

Geniş temperatur intervalında (20–150°C) bu yağın TKL əyrisində maksimumlar qeydə alınmır. Maksimumlar yalnız 165°C temperaturdan başlayaraq qeydə alınır və 218°C temperatura kimi intensivliyi kəskin artır, 218°C-də TKL maksimumu müşahidə edilir.

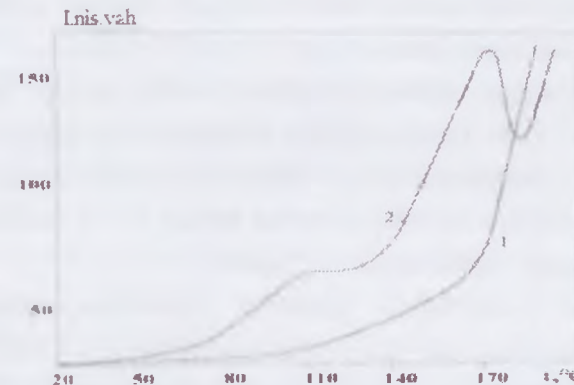
Başqa neft məhsullarına nisbətən vazelin yağının TKL maksimumunun yarımının kiçik olması bu maddədə yalnız birli və ikili karbon atomlarının C–H rabitələrinin olmasını göstərir. Bundan başqa, birli karbon atomunun C–H rabitəsinin qırılması ilə əlaqədar olan TKL maksimumları daha yüksək temperaturlarda meydana çıxır.

Neft qalıqları karbohidrogenləri ən azenerjili C–H rabitələrinə malik olduğu üçün, aşağıtemperaturlu mayefazalı oksidləşmə reaksiyalarının effektiv inisiatorları kimi xidmət edə bilər.

Bu fikri təsdiq etmək üçün vazelin yağına 0.2 %küt. Abşeron

neftinin karbohidrogen qalığını əlavə etməklə TKL öyrənmişik (şək.3.1.29, əyri 2). Bu halda iki 90°C və 165°C temperaturda TKL maksimumları müşahidə edilir, daha aşağıtemperaturlu maksimumun formalaşması 20°C-dən başlayır. Oksidləşmə nəticəsində əmələ gəlmiş tetraoksidlərin parçalanması zamanı alınan işıqlanma TKL maksimumlarını yaradır.

Həmçinin, Suraxanı neftinin 400-450°C fraksiyasına inisiator kimi >500°C Abşeron nefti qalığı əlavə edilməklə TKL öyrənilmişdir (şək. 3.1.30). Bu fraksiyanın TKL əyrisində temperaturu >185°C olan bir maksimum müşahidə edilir.



Şək.3.1.30. Suraxanı neftinin (400–450°C) fraksiyasına Abşeron nefti qalığının > 500°C fraksiyası əlavə edilməzdən əvvəl (1) və sonra (2) TKL əyriləri

Lakin Abşeron neftinin karbohidrogen qalığı əlavə edildikdən sonra 20-180°C temperatur sahəsindəki TKL-in intensivliyi kifayət qədər artır, 105 və 170°C-də iki maksimum qeydə alınır.

Yuxarıda göstərilmiş neft fraksiyalarına başqa yataq neftləri (Naftalan, Balaxanı, Suraxanı) qalıqlarının karbohidrogenləri əlavə edilməklə də TKL tədqiq edilmişdir. Aşkar edilmişdir ki, bu



karbohidrogenlər neft yatağından və neftlərin fiziki-kimyəvi xassələrindən asılı olmayaraq, bir qayda olaraq, götürülən fraksiyaların TKL intensivliyini artırır. Bu eksperimental faktlar, göründüyü kimi, istifadə etdiyimiz bütün neft qalıqları komponentlərinin tərkiblərinin yaxın, həm də zəif C–H və C–C rabitəli hibrid quruluşlu olması ilə xarakterizə olunur. Belə birləşmələr molekulyar oksigenin iştirakı ilə zəif O–O rabitəli peroksidləri əmələ gətirir.

Neft məhsullarına cüzi miqdarda başqa neft məhsulunu əlavə etməklə TKL temperaturunun aşağı salınması və intensivliyinin artırılması, nəinki, praktiki, həm də böyük nəzəri əhəmiyyətə malikdir. Aşağıtemperaturlu mayefazalı oksidləşmə reaksiyalarının effektiv inisiatorları kimi ağır neft qalıqlarından ayrılmış karbohidrogenlərdən istifadə edilməsi, neftin bioloji aktivliyi ilə əlaqədar olan TKL intensivliyinin artırılmasına, termooksidləşmə proseslərinin temperaturunun aşağı salınma effektivliyinin məqsədyönlü şəkildə tənzimlənməsinə imkan verən üsulların işlənilib hazırlanması üçün böyük imkanlar yaradır.

Beləliklə, müxtəlif neftlərin peroksid radikallarının generasiyası ilə əlaqədar olan yüksəktemperaturlu ( $>185^{\circ}\text{C}$ ) TKL maksimumlarına malik aşağı və yüksəkqaynama temperaturlu distillat fraksiyalarının TKL-nın öyrənilməsi üzrə alınan eksperimental nəticələr göstərir ki, onlara müxtəlif yataqların neft qalıqlarından ( $>500^{\circ}\text{C}$ ) ayrılmış və radikalların generasiyasının inisiatorları olan karbohidrogenləri az miqdarda 10.2% küt. əlavə edilməsi  $20^{\circ}\text{C}$ -dən başlayaraq TKL temperaturunun aşağı düşməsinə səbəb olur. Bu böyük xammal mənbəyinə malik olan neft qalıqları karbohidrogenlərinin yumşaq şəraitlərdə oksidləşmə reaksiyalarının effektiv inisiatorlarının olmasını göstərir.

### 3.1.6. Balaxanı xam nefti aromatik qrup karbohidrogenlərinin foto- və termolüminessensiyası və onların oksidləşmə proseslərinin mərhələləri

ANQ-nın spesifik xüsusiyyətləri (distillat fraksiyalarından fərqli olaraq daha mürəkkəb tərkibə və struktura malik olub, fiziki-kimyəvi xarakteristikalarının geniş diapozonda dəyişməsi və s) onlardan görünən lüminessensiyaya malik olan lüminoforlar, işıq enerjisinin akkumulyatorları, üzvi birləşmələrin parçalanma sensibilizatorları, işıq stabilizatorları, kapilyar defektoskopiya penetrantları, polimerlər üçün lüminessent boyalar, fotoxrom materiallar və s. kimi istifadə edilməsinin yeni imkanlarını açır.

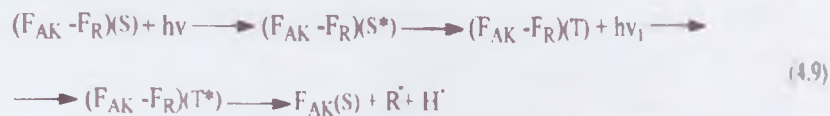
Spektral-lüminessent xassələrin mexanizmlərinin izah edilməsi üçün tərkibi yalnız AK-dan ibarət olan neft sistemləri böyük rol oynayır. Bu zaman tərkibində üç və daha çox həlqəli AK-ı saxlayan və görünən lüminessensiyaya malik olan AK-lar böyük praktiki məna kəsb edir.

Aparığımız tədqiqatların nəticəsində ilkin neft məhsullarında neftin AK-in, praktiki olaraq, əsasən alkiləvəz olunmuş karbohidrogenlərdən ibarət olduğu təyin edilmişdir. Burada əvəz olunmamış AK-lar az miqdardadır. Qeyd etmək lazımdır ki, lüminessensiyanın rənginin dəyişməsində əvəzedicilər böyük rol oynayır. Ağır Balaxanı xam neftinin I–IV qr.AK əsasında olan lüminoforların əksəriyyəti mavi, firuzə və sarı rəngli lüminessensiya işığını verirlər. Lakin bir çox neft lüminoforları kimi, bu lüminoforlar da foto- və termiki çevrilmə proseslərinə məruz qalırlar, bu onların lüminessensiyasının intensivliyinin azalmasına gətirir. Bu səbəbdən biz ağır Balaxanı xam neftinin I–IV qr.AK qruplarının foto- və termiki oksidləşməsi proseslərini kimyəvi lüminessensiya TKL və FTKL metodları ilə tədqiq etmişik.

Göstərilən karbohidrogen qruplarının termiki oksidləşməsinin xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, onlarda əvəzediciyə məxsus α-karbon atomuna aid C–H rabitəsinin enerjisi aromatik nüvələrin miqdarı artdıqca azalır. Termiki oksidləşmədən fərqli olaraq, fotoşüalandırılmış AK-da aromatik nüvələrin kondensasiya dərəcəsi artdıqca onların triplet halının enerjisi azalır, bu da alkil zəncirinə ötürülən enerjinin azalmasına və sistemin fotooksidləşmə dərəcəsinin zəifləməsinə səbəb olur. Bu xüsusiyyət yuxarıda göstərilən AK qruplarına edilən termiki və fototəsirlərlə əlaqədardır və bu zaman baş verən oksidləşmə onların kimyəvi lüminessensiyasının xarakterinə təsir edir.

Ağır Balaxanı neftinin I–IV qr.AK-nın civa lampası (PRK-2) ilə şüalandırılması zamanı UBI-1 (buraxma oblastı: 240-400 nm) işıq filtrindən istifadə edilmişdir. Bu neftin I qr AK görünən spektral sahədə lüminessensiya vermir, II qr.AK göy-mavi rəngli zəif lüminessensiya verdiyi halda, III və IV qr.AK-lar, uyğun olaraq, intensiv firuzə və sarı rəngli lüminessensiya işığına malikdirlər.

Yuxarıda §3.1.4-də fotoşüalanmanın ağır neft qalıqlarının fotolüminessensiyasına təsir mexanizmi müzakirə edilmişdir. Lakin, tədqiq etdilərən sistemin yalnız alkiləvəzölünmüş AK-dan ibarət olduğunu nəzərə alsaq, onda molekul daxili enerji ötürülməsi baş verir, reaksiyanı belə yazmaq olar:



Burada,  $F_{AK}$  – AK fraqmenti,  $F_R$  – alkil fraqmentidir.

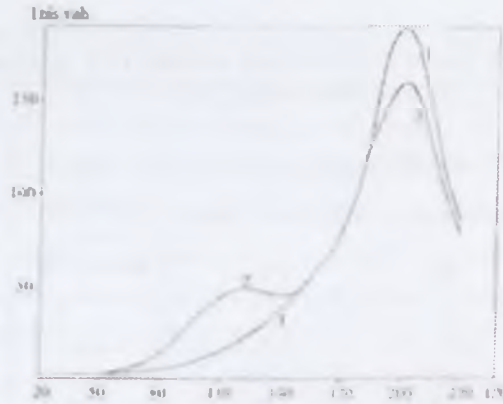
Ağır Balaxanı xam neftinin I–IV qr.AK komponentlərinin TKL və FTKL-nin öyrənilməsi üzrə aparılan tədqiqatlar həm maksimumların sayının, həm də onların intensivliklərinin fərqli olduğunu göstərir (cədv. 3.1.9).

Cədvəl 3.1.9. Ağır Balaxanı xam neftinin I-IV aromatik qrup komponentlərinin TKL və FTKL

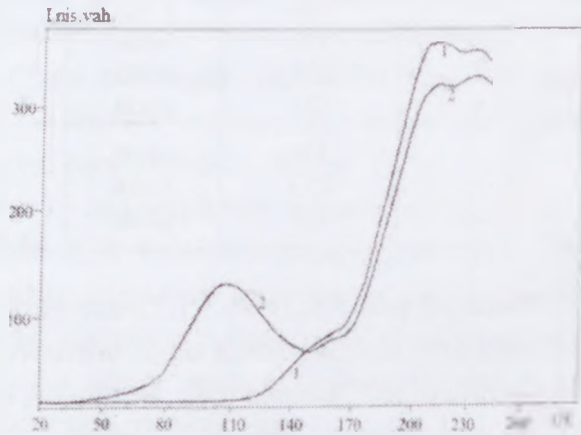
AK qrupları	KL maksimumlarının yeri, °C		TKL maksimumlarının intensivliyi	Fotoşüalanma dan sonra TKL maksimumlarının intensivliyinin dəyişməsi
	TKL	FTKL		
I qr.AK	206	120	zəif	artma
	218	206	zəif	azalma
	254	218	zəif	azalma
II qr.AK	197	120	orta	artma
		197	orta	azalma
III qr.AK	172	120	güclü	artma
	230	172	orta	azalma
	251	230	güclü	azalma
IV qr.AK	213	120	güclü	artma
	256	213	güclü	azalma

Cədvəl 3.1.9-dan və şəkl. 3.1.31 və 3.1.32-dən göründüyü kimi, bu qrupların TKL-nə foto təsirdən sonra onun intensivliyi azalır və yeni FTKL maksimumu (120°C) əmələ gəlir. Bütün AK qrupları üzrə yalnız bir FTKL maksimumu müşahidə edildiyi halda, TKL maksimumların sayı birdən üçə kimi dəyişir. Bu qruplar, nəinki, TKL maksimumlarının sayına, həm də, onların intensivliklərinə görə bir-birindən fərqlənirlər. I və III qr.AK komponentlərinin TKL maksimumlarının sayının dəyişməsi səbəbinə aşağıda baxılacaqdır.





Şək.3.1.31. Ağır Balaxanı xam neftinin II qr.AK komponentinin TKL (1) və FTKL (2) Ekspozisiya müddəti 10 san.



Şək.3.1.32. Ağır Balaxanı xam neftinin III qr.AK komponentinin TKL (1) və FTKL (2) Ekspozisiya müddəti 10 san.

Ağır Balaxanı neftinin I–IV qr. AK komponentləri üçün TKL və FTKL üzrə alınan nəticələrin analiz edilib neftin təkrar emal məhsulları üçün olan nəticələrlə müqayisəsi göstərir ki, onların xüsusiyyətlərinin izah edilməsi üçün bir neçə faktın nəzərə alınmasının lazım olduğunu göstərir. Bunlardan biri bu maddələrin

tərkibindəki müxtəlif sinif üzvi birləşmələrlə, digəri isə termiki- və fototermiki oksidləşmə prosesi zamanı molekulyar oksigenin iştirak etdiyi mərhələlərin miqdarı ilə əlaqədardır. KKAQ və APQ-nın tərkibində parafin-naften, aromatik, olefin karbohidrogenlərinin sayı FTKL maksimumlarının sayına uyğundur və hər bir üzvi birləşmə sinfinin oksidləşməsinin özünəməxsus temperatur oblastı vardır. Bu, həm də, bütün qrup AK-lar üçün olan FTKL-lərə aiddir. Qrupların sayının və qaynama temperaturlarının dəyişməsinə baxmayaraq, geniş temperatur intervalında yalnız bir FTKL maksimumu ( $120^{\circ}\text{C}$ ) qeydə alınır. Bununla belə, üzvi birləşmələrin sayı ilə FTKL maksimumları arasındakı uyğunluğun olmasına baxmayaraq, TKL müşahidə edilmir. Eyni üzvi birləşmələrlə xarakterizə olunan dörd qrup AK da maksimumların sayı 1-3 kimi dəyişir. I–III, IV, II qrup AK-lar üçün TKL maksimumlarının sayının FTKL maksimumlarının sayına nisbəti, uyğun olaraq, 3, 2, 1-dir.

Neftin ikinci emal məhsulları və xüsusən də, onların əsasında alınan lüminoforlar üçün müşahidə edilən bir TKL maksimumu FTKL üçün olan maksimumların 3 sayından kifayət qədər azdır.

Ağır Balaxanı neftinin I–IV qr.AK üçün TKL və FTKL üzrə alınan nəticələrin neftin ikinci emal məhsullarınıninkinə uyğun gəlməməsinin izah edilməsi üçün fotoşüadən əvvəl və sonra termiki oksidləşmə prosesində oksidləşmə zamanı istifadə olunan həll olunmuş oksigenin sərf edilməsi mərhələlərini nəzərə almaq lazımdır. Neftin təkrar emal məhsullarında oksidləşmə prosesində həll olmuş oksigen əsasən 3 FTKL maksimumunun formalaşmasına, qalanı isə daha bir yüksəktemperaturlu TKL maksimumunun yaranmasına sərf olunur. Neftin ikinci emal məhsullarının yüksəktemperaturlu TKL maksimumlarının miqdarının nisbətən az olmasının ikinci səbəbi AK əvəzedicilərinin əsasən qısa alkil qruplarından ibarət olması və az miqdarda olefinlərin olmasıdır.

TKL maksimumlarının sayının dəyişməsi də böyük maraq doğurur, bu II qr.AK üçün daha az, I və III qr.AK-lar üçün daha çoxdur (cədvəl 4.9, şəkl.4.30 və 4.31). I–IV qr.AK-ın udma spektrlərinin öyrənilməsi (III Fəsil,§3.10) göstərir ki, II qrup AK komponentində TKL maksimumlarının sayının kəskin azalmasının səbəbi bu komponentdə fenantren karbohidrogenlərinin (257 nm) olmasıdır. Tritsiklik karbohidrogenlər sırasında triplet halında ən böyük yaşama müddətinə (3.1 san.) malik olan fenantren karbohidrogenləri laboratoriyada zəif işıqlanmanın təsiri altında fotokimyəvi proseslərin getməsinə səbəb olur.

Molekulyar oksigenin iştirakı ilə fenantrenin fotoksidləşməsi nəticəsində tsiklik peroksidlər və xinonlar əmələ gəlir ki, bu fenantren karbohidrogenlərinin konsentrasiyasının azalmasına, həmçinin, TKL maksimumlarının sayının aşağı düşməsinə səbəb olur.

Ağır Balaxanı xam neftinin I–V qr.AK-nın udma spektrlərindən görüldüyü kimi, III, IV qr.AK-da fenantren karbohidrogenlərinə aid udma zolaqları II qr. AK-ya uyğun gələn udma zolaqlarına nisbətən daha intensivdir. Eyni zamanda, III və IV qr.AK-da əvəz olunmuş antrasen karbohidrogenlərinə məxsus udma zolaqları ( $\lambda_{\text{mak}} = 380, 400 \text{ nm}$ ) qeydə alınır. Bu zaman, çox ehtimal ki, enerji fenantren karbohidrogenlərindən antrasen karbohidrogenlərinə ötürülərək, onların həyacanlanmış halının yaşama müddətini azaldır. Bunun III və IV qr.AK- da II qr.AK-ya nisbətən TKL maksimumlarının sayının artmasının əsas səbəblərindən biri olduğu ehtimal olunur. II qr.AK-ya nisbətən I qr.AK-da bir neçə TKL maksimumunun müəyyən edilməsi, öyrənilən AK qruplarının TKL-lərinə təsir edən daha bir naməlum mexanizmin olduğunu göstərir.

Bu qrupların TKL intensivliklərinin dəyişməsi

fotolüminissensiya intensivliyi ilə kimyəvi lüminissensiya arasında müəyyən korreliyasıyanın olması ilə xarakterizə olunur. Aşkar edilmişdir ki, IV qr. AK-da TKL və FTKL maksimumlarının intensivliyi təxminən III qr.AK-kı kimidir, bu onun parlaq fotolüminissensiyaya malik olması ilə uyğunlaşır [85].

Beləliklə, hal-hazırkı işdə aparılan eksperimentlər sayəsində alınan nəticələr göstərir ki, böyük xammal mənbəyi və parlaq fotolüminissensiyaya malik olan ağır Balaxanı neftinin III və IV qr.AK-ı əsasında naqilsiz və istiliksiz “soyuq” işıq mənbələri hazırlamaq olar.

### **3.1.7 Balaxanı xam nefti qalıqları karbohidrogenlərinin fotoksidləşmə- sinə antioksidantların təsirinin kimyəvi lüminissensiya ilə tədqiqi**

Məlumdur ki, üzvi birləşmələrin oksidləşməsi, o cümlədən, Günəş işığının təsiri altında baş verən fotooksidləşmə prosesi bir çox hallarda arzu olunmaz və zərərliyə gətirib çıxardır. Bu səbəbdən oksidləşmə prosesinin sürətinin azaldılması üçün antioksidantlardan istifadə edilir.

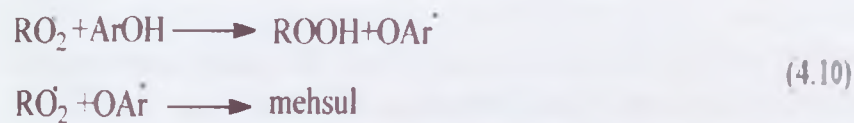
Neft karbohidrogenləri molekulyar oksigenlə uzunmüddətli təmasda olduqda həm onların fotolüminissensiyasının, həm də, bu karbohidrogenlərin udduğu işıq enerjisinin dənən akkumulyasiyasının effektivliyi azalır. Bu xüsusilə fotooksidləşmə prosesi zamanı baş verdiyindən onların antioksidantlarla stabilləşdirilməsi məsələsi qarşıya çıxır. Göstərilən məsələnin həlli zamanı istifadə edilən TKL və FTKL metodları antioksidantların effektivliyinin və onların qeyri-izotermiki qızdırılması zamanı temperatur asılılıqlarının ekspres təyini üçün ən həssas, sadə, yüksək dəqiqliyə malik və olduqca səmərəli metodlardır.



Neft karbohidrogenlərinin ayrı-ayrı komponentlərinə antioksidantların təsir mexanizminin öyrənilməsi üçün oksidləşmə prosesinin əsas mərhələlərinə nəzər yetirək (§3.1.4). PNK-nın (RH) oksidləşməsi zəncirvari mexanizmlə baş verir.

Bu karbohidrogenlərin FTKL zamanı reaksiyalarda  $R^{\bullet}$  radikalı, həm də, fotoşüalanma prosesində əmələ gəlir və reaksiyaların sxemi dəyişməz qalır [46, 47]. Lakin aromatik karbohidrogenlərin fotooksidləşməsinə antioksidantların təsir mexanizmi onların tərkibindən və strukturundan asılıdır. Strukturda mütəhərrik hidrogen atomlarının mövcud olması (əvəz olunmuş flüorenlər, tetralinlər, indanlar, asenaftenlər və s.) praktiki olaraq radikal mexanizmi ilə gedən reaksiyalarının sxemini dəyişmir. Eyni zamanda sistemdəki üç- və daha yüksək həlqəli kondensasiya olunmuş AK-ın sərbəst radikalın iştirakı olmadan oksidləşməsi molekulyar mexanizm üzrə gedir (reak. 3.7).

Termo və fotooksidləşmə zamanı  $RO_2^{\bullet}$  radikalının əmələ gəlməsinin qarşısını maddəyə aromatik antioksidantlar əlavə etməklə (ArOH) almaq olar, bunlar aşağıdakı iki mexanizmlə təsir edir:



Inhibitorların antioksidant aktivliyinin ölçüsü kimi onların KL-nı söndürmə dərəcəsi götürülür.

Balaxanı xam nefti qalıq (>500°C) karbohidrogenlərinə heksilfenol və 3- metilheksen-3 izopropil fenol əlavə edildikdən əvvəl və sonra TKL əyrisində zəif maksimumlar (60 və 90°C) qeydə alınmışdır. Eksperiment zamanı nümunələr qaranlıq mühitdə xüsusi olaraq hazırlandıqda bu maksimumlar aradan çıxır ki, bu da qeydə

alınan maksimumların laboratoriya işıqlanmasının təsiri altında yarandığı fikrini deməyə əsas verir. Laboratoriya işıqlanması təsir edən nümunələrə 0.5% antioksidant əlavə edildikdən sonra yazılan TKL əyrisində 60 və 90°C maksimumlarının intensivliyi kifayət qədər azalmış olur.

Zəif laboratoriya işıqlanması olduqda hər iki antioksidantın təsiri eynidir. FTKL intensivliyinin artırılması məqsədilə nümunələr civə lampasının işığı ilə 20 san. müddətində şüalandırıldıqda FTKL maksimumlarının 60 və 90°C temperaturlarda intensivliyi kifayət qədər artır. Lakin nümunəyə antioksidantların əlavə edilməsi FTKL maksimumlarının intensivliyinin olduqca aşağı düşməsinə səbəb olur. Lakin şüalanmanın dozasını artırmaqla bu düşməni kompensasiya etmək və göstərilən sistemlərin işığa qarşı yüksək stabilliyini təmin etmək olar.

Apardığımız eksperimentlərin nəticəsində aşkar edilmişdir ki, yağlı Balaxanı nefti qalıq (> 500°C) karbohidrogenlərini gündüz işığı ilə 180 san. işıqlandırdıqda dönmən akkumulyasiyanın kifayət qədər yüksək effektivliyini əldə etmək olur. Qeyd edək ki, günəş enerjisi akkumulyasiyasının analoji effektivliyi başqa neft yataqları qalıqlarının AK üçün də müşahidə edilmişdir.

Beləliklə, Balaxanı xam nefti misalında ANQ-nın aromatik karbohidrogenlərinin fotooksidləşmə prosesi tədqiq edilmiş və onun əsasında ikinci emal məhsullarından KKAQ və APQ-dən alınan lüminoforlara nisbətən daha stabil NL-nın alınması üçün antioksidantların təsir mexanizmi öyrənilmişdir.

Beləliklə, bu fəsildə Suraxanı və Balaxanı xam neftləri və onların adsorbsiya yolu ilə ayrılmış komponentlərində fotoşüalanmadan sonra baş verən fotokimyəvi çevrilmələr, onların mexanizmləri UB-, İQ-, NMR- spektroskopiyaya və lüminessensiya metodları ilə tədqiq edilmiş, fotooksidləşmə prosesinin zamandan

asılı olaraq kinetikası öyrənilmiş və bu proseslərin mexanizmləri verilmişdir. Tədqiq edilən neft komponentlərinin spektral xarakteristikalarında baş verən dəyişikliklər araşdırılmış, uyğun gələn parametrlərin (aromatiklik dərəcəsi, şaxələnmə dərəcəsi və s.) qiymətləri hesablanmışdır. Göstərilən neftlərin karbohidrogen qalıqlarının həyəcanlanmadan sonra TKL və FTKL-nin intensivliklərinin artmasının fotooksidləşmə prosesi və işıq enerjisinin akkumulyasiyası ilə əlaqədar olması müəyyən edilmişdir. Aşkar edilmişdir ki, xam neftlərin ağır AQK-m (III və IV) və onların ANQ-nın əsasında daha stabil NL-nın almaq və soyuq işıq mənbələrini işləyib hazırlamaq mümkündür. Mayefazalı oksidləşmə inisiatorlarından istifadə etməklə oksidləşmə yolu ilə az enerji sərf etməklə yumşaq şəraitdə bəzi məqsədyönlü maddələrin alınmasının mümkün olması göstərilmişdir.

### **3.1.8. Xam neftlərin foto- və termofotooksidləşməsinin nəticəsində onların tərkibində gedən kimyəvi çevrilmə proseslərinin araşdırılması sahəsində alınan ən mühüm nəticələr və neftlərin tətbiq sahələrinin araşdırılması**

İlk dəfə olaraq, maye adsorbsiyalı xromatoqrafiya üsulu ilə karbohidrogen qrup tərkiblərinə ayrılmış Suraxanı və Balaxanı yataq neftlərinin fiziki-kimyəvi, spektral-lüminessent və termiki xassələri, strukturları müasir, yüksəkhəssaslıqlı cihazların köməyiylə tədqiq edilmiş və onların əsasən mono-, di- və trialkiləvəzölünmüş aromatik karbohidrogenlərdən ibarət olduğu müəyyən edilmişdir. Aşkar edilmişdir ki, aromatik qrup karbohidrogen komponentləri üçün ən çox ehtimal olunan quruluş alifatik əvəzləyiciləri C<sub>12</sub>-dən çox olmayan kondensləşmiş bi- və tritsiklik naften-aromatik strukturlar sayıla bilər.

Aparılan spektral tədqiqatlar yağlı və ağır Balaxanı quyu neftlərinin udma spektrlərinin “qırmızı” sərhədinin 700 nm-ə kimi davam etdiyini göstərir. Hər iki neftin AQK-nın qrupların sıra sayı artdıqca aromatiklik əmsalı və şaxələnmə dərəcəsi böyüyür. Balaxanı neftinin izoquruluşlu AK-nın miqdarı Suraxanı neftindəkindən çoxdur. Balaxanı yağlı neftində PK (82,1%) üstünlük təşkil etdiyi halda, Suraxanı yüngül neftində NK-lar daha çoxdur (56,2%). Göstərilən neftlərdə, həmçinin, tsikloheksan, tsiklopentan və onların homoloqları, dekalın, xolestan, stiqmastan, hopan birləşmələri də aşkar edilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, tədqiq etdiyimiz neftlər və onların aromatik komponentləri tərəfindən udulan işıq kvantlarının enerjisi kaskad şəklində aşağı molekullu AK-dan yüksək molekullu AK-a ötürülür və vizual olaraq sonuncunun lüminessensiya işığı müşahidə edilir. Bu neftlər dəyişkən lüminessensiya xüsusiyyətinə malikdirlər ki, bu da onların tətbiq sahələrini genişləndirir.

Suraxanı və Balaxanı xam neftlərinin aromatik qrup karbohidrogenlərinə ultrabənövşəyi şüalarla təsir etdikdə hər iki neftdə oksidləşmə prosesi aşağıdakı ardıcılıqla gedir: I qr.AK > II qr.AK > III qr.AK > IV qr.AK. Şüaların fotokimyəvi təsiri nəticəsində bu qrup karbohidrogenlərdə hidrogen atomlarının paylanma balansını tənzimləmək mümkündür. Bu eksperimental fakt praktiki əhəmiyyət kəsb edir və texnoloji sxemlərdə istifadə oluna bilər.

Fotooksidləşmədən sonra xam neftlərin spektral xarakteristikalarında ciddi dəyişikliklər baş verdiyi aşkar edilmişdir: şüalanma müddəti artdıqca AK-ın oksidləşməsi nəticəsində udma spektrləri hipsoxrom və batoxrom olaraq sürüşür, yeni udma maksimumları əmələ gəlir və ən yüksəkenerjili udma zolağının (benzol karbohidrogeninə uyğun) optiki sıxlığı artır. Yeni əmələ



gələn birləşmələr (xinonlar, endoperoksidlər və s.) üçün reaksiyaların mexanizmləri verilmiş və karbonil qruplarının optiki sıxlığının zamandan asılılığına əsasən oksidləşmə prosesinin dinamikası öyrənilmişdir.

Fotoşüalanmış Suraxanı və Balaxanı xam neftlərinin karbohidrogen qalıqlarının TKL və FTKL maksimumlarının intensivliklərinin artmasının fotooksidləşmə və işıq enerjisinin akkumulyasiyası ilə əlaqədar olduğu müəyyən edilmişdir. Xam neftlərin ağır qruplarının aromatik karbohidrogenləri əsasında alınan NL-ı neftin ikinci emal məhsullarından alınan NL nisbətən daha stabildir və zəhərliliyi azdır. Yüngül AQK-dan mayefazalı oksidləşmə proseslərində az enerji sərf etməklə yumşaq şəraitdə bəzi məqsədyönlü maddələrin alınmasında fotosensibilizator kimi istifadə etmək olar.

Suraxanı və Balaxanı xam neftləri və onlardan ayrılmış AQK-dan müxtəlif sənaye sahələrində (neft kimya, əczaçılıq və s.) xammal kimi tətbiq olunan karbohidrogenlərin alınması üçün istifadə etmək məqsədəuyğundur.

Ağır Suraxanı və Balaxanı xam neftlərindən ayrılan III və IV qr.AK və ağır neft qalıqları (ANQ) rəngli-lüminessent, kapilyar defektoskopiya sahəsində tətbiq olunan NL-nın alınmasında istifadə oluna bilər (NL-nın tətbiqinə dair sınaq aktı mövcuddur).

## ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Abbasov V.M., Ağaev E.İ., İsayeva G.Ə. Ağ naftalan və onun əsasında dərman preparatları istehsalının perspektivləri / Azərbaycan əczaçılarının I beynəlxalq konqresinin tezisləri. Bakı: Elm, 1998, s.8
2. Abbasov V.M., Cəfərova R.Ə., Yolçuyeva Ü.C., Salmanova Ç.Q. və s. Suraxanı quyu neftinin komponent tərkibinin və termiki çevrilmə proseslərinin tədqiqi // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, №3, 2016, s.45-48
3. Abbasov V.M., Məmmədov D.N., Abbasov M.M., Musayev C.C. Neft kimyası və neftin ilkin emalı. Bakı, 2007, 286s.
4. Cəfərova R.Ə. Neft lüminoforlarında fotofiziki və fotokimyəvi proseslər: Kimya elm. dok. ... dis. Bakı, 2005, 252s.
5. Cəfərova R.Ə. Ultrabənövşəyi spektroskopiya və kimyəvi birləşmələrin tədqiqində onun rolu: dərs vəsaiti. Bakı, 2012, 228 s.
6. Cəfərova R.Ə., Musayev C.C., Sultanov S.Ə., və s. Raket mühərrikləri üçün yüksəksıxlıqlı karbohidrogenlərin sintezi və yanacaq kimi tədqiqi. Bakı: Elm, 2009, 278 s.
7. Əliyeva S.Q. Azərbaycan neftlərindən perspektiv reaktiv yanacaqlarının və hidravlik mayenin baza məhsulunun alınması: Tex.elm.dok. ...dis. avtoref. Bakı, 2009, 44s.
8. Əliyeva S.Q., Qurbanov H.N., Cəfərova R.Ə. və b. C<sub>5</sub> – C<sub>6</sub> alitsiklik neopoliol efirlərinin əlavəsilə hidrotəmizlənmiş dizel yanacaqlarının termooksidləşmə stabilliyinin artırılması // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, 2016, №5, s.38-41
9. Həşimov H.H. Azərbaycan neftləri. Bakı: Elm, 1982, 570 s
10. İsayeva G.Ə. Müalicəvi Naftalan neftinin və onun hidrogenləşmə məhsullarının struktur tərkibinin tədqiqi və

keyfiyyəti: Kimya üzrə fəls. dok. ... dis. avtoref. Bakı, 2003, 27s.

11. Quliyeva G.M. Suraxanı yatağı neftlərinin fiziki-kimyəvi xassələri və bioloji aktivliyinin tədqiqi: Kimya üzrə fəlsəfə dok. ... dis., Bakı, 2012, 120s.
12. Məmmədov Ə.P., Salmanova Ç.Q., Cəfərova R.Ə., Yolçuyeva Ü.C. Neft fraksiyalarının foto- və termikioksidləşmə prosesinin elementar mərhələləri və onların kimyəvi lüminessensiyası / Akademik B.Q. Zeynalovun 100-illik yubileyinə həsr edilmiş "Mürəkkəb kondensasiyalı sistemlərdə neftkimyəvi sintez və kataliz" adlı Beynəlxalq Elmi-Texniki Konfransın məruzələrinin tezisləri, Azərbaycan MEA-nın Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, 2017, s.191
13. Məhərrəmov A.M., Bayramov M.R., Məmmədov İ.Q. Nüvə maqnit rezonansı spektroskopiyasında müasir metodlar: Ali məktəblər üçün dərs vəsaiti. Bakı: BDU, 2006, 138 s.
14. Rüstəmov M.İ., Həsənov A.H., Sultanov S.Ə. Raket və reaktiv yanacaqları. Bakı: Elm, 2005, 94 s.
15. Səmədova F.İ., Abdullayeva Y.Ə., Ələkbərova N.H. Neftlərin mənşəyindən asılı olaraq yanacaq və yağ fraksiyalarında aromatik karbohidrogenlərin paylanması // Neft emalı və neft kimyası, 2009, №1, s. 47-51
16. Səmədova F.İ., Hüseynova B.Ə., Martinova Q.S. və b. Azəri yatağı neftinin karbohidrogen tərkibi // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2007, №11-12, s.39-42
17. Yolçuyeva Ü.C., Cəfərova R.Ə., Əhmədbəyova S.F. və b. Yüksək qaynama temperaturu Suraxanı yatağının xam neftinin spektral-lüminessent xassəsi / Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-ci ildönümünə həsr olunmuş "Müasir biologiya və kimyanın aktual problemləri" adlı elmi-praktik konfransın materialları. Gəncə, 2015, s.266-269

18. Yolçuyeva Ü.C., Əliyev B.M., Cəfərova R.Ə., Məmmədov A.M. Balaxanı neftinin doymuş və aromatik karbohidrogenlərinin PMR üsulu ilə tədqiqi / IX Məmmədəliyev adına Beynəlxalq Neftkimya konfransının materialları. Bakı 2016, s.38
19. Yolçuyeva Ü.C., R.Ə.Cəfərova, Abdullayeva Y.Ə., Mahmudov H.V. və b. Suraxanı nefti fraksiyalarında aromatik karbohidrogenlərin spektral analizi // Gənc alimlərin əsərləri, 2014, №10, s.48-52
20. Аббасов В.М., Исаева Г.А., Алиев Б.М., и др. Структурно-групповой состав насыщенных и ароматических фракций лечебной нафталанской нефти / Материалы IV Международной конференции. Химия нефти и газа. Томск, 2000, том 1, с.150 -152
21. Аббасов В.М., Мамедов А.П., Джафарова Р.А. и др. Хемилюминесценция и свободные радикалы в лечебной Нафталанской нефти // Процессы Нефтехимии и Нефтепереработки, 2007, №4, с.19 – 30
22. Аббасов В.М., Мамедов А.П., Наджафова Г.А. и др. Фото- и хемилюминесценция лечебной Нафталанской нефти и передача энергии между ее компонентами // Нефтепереработка и нефтехимия, 2013, №8, с.11-18.
23. Аббасов В.М., Самедова Ф.И., Гулиева Г.М., Алиев Б.М. Нефти отдельных скважин Сураханского месторождения // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2002, №4, с.34-38
24. Аббасов В.М., Самедова Ф.И., Йолчуева У.Дж., Джафарова Р.А. и др. Изучение структурно-группового состава насыщенных и ароматических углеводородов Сураханской нефти методом ПМР спектроскопии // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, №1, 2015, с.26-30
25. Аббасова Д.Р. Фактор радиационной деградации



- полициклических ароматических углеводородов и нефтягязненных почвах афтореф. дисс. ... док. филос. по хим. наук. Баку, 2012, 26с.
26. Абдурафикова И.М., Каюкова Г.Л., Вандюкова И.И. Исследование состава асфальтенов и продуктов их фракционирования методом ИК-Фурье спектроскопии // Вестник КГТУ, 2011, № 9, с.179-183
27. Абдрафикова И.М., Рамазанова А.И., Каюкова Г.Л. и др. Структурно-групповой состав продуктов конверсии тяжелой Апшальчинской нефти методом ИК-Фурье-спектроскопии // Вестник КГТУ, 2013, №7, с.237-242
28. Адигезалова В.А. Исторические факты применения Нафталанской нефти в медицине и изучения ее влияния на организм // История науки и техники, №2, 2009, с. 58-60
29. Александрович Ф.Д., Ивановна С.Л., Сергеевна О.В., Константиновна А.Л. Фотостимуляция оксигеназной активности почвенной микрофлоры красным монохроматическим светом // В мире научных открытий, 2010, №2-1, с.49-53
30. Алексеевич К.А., Николаевич З.А., Станиславовна В.С., Петровна П.Л. Моделирование спектров люминесценции растворов нефти // Вестник ТГУ, серия «Экология и природопользование», 2011, №5, с.56-62
31. Анисимова Н.А. Идентификация органических соединений. учебное пособие (для студентов, обучающихся по специальности «химия»). Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2009. 95 с.
32. Астахов А. Анализ нефтепродуктов с помощью хроматографических методов // Аналитика, 2013, Т.3, №10, с.48-53

33. Афанасьев Е.С., Римаренко Б.И. Смолы в процессах формирования водонефтяных эмульсий // В мире научных открытий, 2010, Ч. 15, №4, с.29-31
34. Афанасьев Е.С., Римаренко Б.И., Ясьян Ю.П., Горлов С.Г. Влияние ультразвукового воздействия на процесс разрушения водонефтяных эмульсий // Нефтепереработка и нефтехимия, 2009, №9, с.39-41
35. Ахмедбекова С.Ф., Салманова Ч.К., Зейналов Э.Б. и др. Влияние фотооблучения на ангиокислительные свойства вторичных смол и асфальтенов // Нефтехимия, 2009, №3, с.253-257
36. Алумов Г.Г., Агаева Р.М., Меджидов А.А. и др. Углеводородный состав Нафталанской лечебной нефти // Азербайджанский химический журнал, 1976, №1, с.88 – 93
37. Бабаев Ф.Р., Мартынова Г.С. Углеводородный состав нефтей морских месторождений Южно-Каспийской впадины // Геология, Геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2013, №6, с.38-41
38. Бадмаев Ч.М., Тавунова Т.А. Исследование алкановых углеводородов во фракции 150-350<sup>0</sup>С нефти Состинского месторождения // Естественные науки, 2013, №4, с.111-118
39. Бадмаев Ч.М., Церен-Убушиева Д.В. Углеводородный состав нефти Состинского месторождения. // Естественные науки, 2013, №4, с.118-126
40. Баженова О.К., Бурлин Ю.К., Соколов Б.А., Хаин В.Е. Геология и геохимия нефти и газа. М.: Изд. Московского Университета, 2012, 432 с.
41. Байбекова Л.Р., Шарифуллин А.В., Фаррахова Л.И., Хамидуллин Р.Ф. Особенности состава и структуры асфальтено-смоло-парафиновых отложений Татарстана //

42. Беккер Г.О. Введение в фотохимию органических соединений. Л.: Химия, 1976, 380с.
43. Белов С.Г., Наумчик Г.О. Определение глубины деструкции органических соединений методом УФ-спектрометрии // Вестник БГТУ 2013, №2, с.46-50
44. Богомолов Л.И., Темялко М.Б., Хотынцева Л.И. Современные методы исследования нефтей: справочно-методическое пособие. Л.: Недра, 1984, 430с.
45. Бурыкин М.Б., Рохина Е.Ф. Исследование углеводородного состава нефти Верхнечонского месторождения хроматографическими методами // Вестник ИГТУ, 2013, №11, с.244-249
46. Василев Р.Ф., Вепринцев Т.Л., Долматова Л.С. и др. Кинетика окси- хемилюминесценции этилбензола в присутствии антиоксидантов из тканей морского беспозвоночного EUPENTASTA FRAUDATA PICH. Оценка содержания и реакционной способности природных антиоксидантов // Кинетика и катализ, 2014, Т.5, №2, с. 157-162
47. Василев Р.Ф., Трофимов А.В. Образование диоксетанов при окислении углеводородов, ингибированном фенолами // Кинетика и катализ, 2009, Т.50, №4, с.562-564
48. Вержичинская С. В., Синицин С.А., Дигуров Н.Г. Химия и технология нефти и газа: учеб. пособие. Москва: Форум, 2012, 400 с.
49. Винокуров В.А., Фролов В.И., Крестовников М.П. Исследование влияния волнового воздействия на нефти // Нефтепереработка и нефтехимия, 2012, №8, с.3-8
50. Волкова Е.В., Рогачева С.М., Ограднова М. И и др.

Применение метода твердофазной люминесценции для определения индикаторных соотношений полициклических ароматических углеводородов // Известия Саратовского Университета, серия «Химия. Биология. Экология», 2016, №4, с.377-382

51. Гируц М.В. Дифференциация нефтей и конденсатов по распределению насыщенных углеводородов. Сообщение 1: Типы нефтей, определяемые газожидкостной хроматографией // Нефтехимия, 2013, №4, с.243-248
52. Глаголева О.Ф., Капустин В.М. Технология переработки нефти. Первичная переработка нефтию. М.: Химия, 2007, 400 с.
53. Головки А.К., Головки Ю.А., Горбунова Л.В. и др. Углеводородный состав типичных нефтей Сахалина // Нефтехимия, 2004, №2, с.89-102
54. Головки А.К., Певнева Г.С., Горбунова Л.В. и др. Нефти Северо-Восточного Китая // Нефтехимия, 2002, т.42, №2, с.83-89
55. Головки А.К., Певнева Г.С., Горбунова Л.В. и др. Углеводородный состав нефтей шельфовых месторождений Вьетнама // Нефтехимия, 2003, №1, с.13-22
56. Головки А.К., Певнева Г.С., Камьянов В.Ф. и др. Насыщенные углеводороды в мезозойских нефтях Монголии // Нефтехимия, 2004, №6, с.428-435
57. Головки Ю.А., Воронцовская Н.Г., Певнева Г.С., Головки А.К. Нефтяные нафтеномоно- и нафтенобиарены // Нефтехимия, 2006, №2, с.89-99
58. Гусейнова Б.А., Самедова Ф.И., Алиева Ф.З. Закономерности распределения насыщенных углеводородов в нефтях Азербайджана // Азербайджанское нефтяное хозяйство, 2010,



59. Гусейнова Б.А., Самедова Ф.И., Садыгов Н.М., Гасанова Г.М. Исследование микроэлементного состава конденсата месторождения Азербайджана «Булла-Дениз» // Нефтепереработка и нефтехимия, 2017, №7, с.13-15
60. Гуссамов И.И., Петров С.М., Ибрагимова Д.А. и др. Структурно-групповой состав высоковязкой нефти Апальчинского месторождения // Вестник КГУ, 2014, Т.17, №7, с.248-251
61. Джафарова Р.А. Аккумуляция и передача энергии в нефтяных люминофорах // Нефтехимия, 2004, № 2, с.156-160
62. Джафарова Р.А., Мамедов А.П., Салманова Ч.К., Йолчуева У.Дж. и др. Фотолюминесценция углеводородов Сураханской нефти и передача энергии между их компонентами / IV Международная научная конференция молодых исследователей. Баку, Университет Кавказа, 2016 с.229-231
63. Джафарова Р.А., Наджафова М.А., Йолчуева У.Дж., Абдуллаева Ю.А. Физико-химические исследования нефти Сураханского месторождения // Нефтепереработка и нефтехимия, №3, 2015, с.26-28
64. Джафарова Р.А., Самедова Ф.И., Йолчуева У.Дж. и др. Исследование полициклических ароматических углеводородов нефти месторождения Сураханы методом люминесценции // Азербайджанское нефтяное хозяйство. №11, 2015, с.39-44
65. Дячук О.А., Губина Т.И., Мельников Г.В. Люминесцентные методы определения полициклических ароматических углеводородов в оценке экологического состояния среды //

66. Журавлев В. А. Основы нефтепереработки и нефтехимии: учеб. пособие. КузГТУ: Кемерово, 2014, 243 с.
67. Заикин В.Г. Хромаго-масс-спектрометрия в России // Аналитическая химия, 2011, №11, с.1205-1209
68. Захарченко М.В., Люшин М.М., Мустафина Э.А. Соединения металлов в нефтях месторождений Оренбуржья // НефтеГазоХимия, 2015, №1, с.61-63
69. Знаменчиков Александр Николаевич. Определение структурно-группового состава и общего содержания углеводородов в нефтях и нефтяных загрязнениях спектральными методами: Автореф. дисс. док. хим. наук. Тюмень, 2012, 24с.
70. Иванов К.С., Федоров Ю.П., Петров Л.А., Шишмаков А.Б. О природе биомаркеров нефтей // Доклады академии наук, №2, 2010, с.227-231
71. Иванов М.Е., Бельшина Ю.Н. Метод обработки результатов люминесцентного анализа полиароматических углеводородов, типичных для товарных нефтепродуктов для целей идентификации // Санкт-Петербург, Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности, 2012, №21, с.44-50
72. Иванова Л.В., Сафиева Р.З., Кошелев В.Н. ИК-спектрометрия в анализе нефти и нефтепродуктов // Вестник Башкирского университета, 2008. №4, с.869-874
73. Иванова Л.В., Горладзе Г.Н., Кошелев В.Н. Определение массового содержания твердых парафинов в нефти методом капиллярной газожидкостной хроматографии // Труды Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина, 2011. №3, с.61-68

74. Иванова Л.В., Кошелев В.Н., Иванова А.А. и др. ИК-спектрометрия в анализе нефтей (на примере нефтей Волгоградской области) // Бутлеровские сообщения, 2012. №3, с.120-124
75. Ильичев И.С., Лазарев М.А., Щеналов А.А. Основы физико-химического анализа продуктов нефтепереработки и нефтехимического синтеза: электронный учебно-методический комплекс. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010, с.162
76. Йолчуева У. Д., Джафарова Р.А. Люминесцирующие ароматические углеводороды масляной нефти района Балаханы Апшеронского полуострова Азербайджана // Бутлеровские сообщения, 2017, №9, с.27-32
77. Йолчуева У.Дж., Джафарова Р.А., Алиев Б.М., Мамедов А.М. и др. Особенности углеводородного состава нефти Сураханского месторождения Азербайджана / Международная конференция "Каспийское море: прошлое, настоящее, будущее". Дагистан, Г.Махачкала, 2014, с.326
78. Йолчуева У.Дж., Джафарова Р.А., Алиев Б.М., Рашидова С.Ю. Современные возможности спектроскопии ЯМР для структурно-группового анализа нефтяных компонентов / Материалы II Республиканской конференции «Органические реагенты в аналитической химии» посвященной 100 летнему юбилею профессора А.А.Вердизаде. Баку, 2014, s.178-180
79. Йолчуева У.Дж., Джафарова Р.А., Ахмедбекова С.Ф. и др. Нативные Сураханские нефти, их исследование и пути рационального использования // Химические проблемы, 2015, №3, с.306-312
80. Йолчуева У.Дж., Джафарова Р.А., Наджафова М.А.,

- Азизбейли Э.И. и др. Исследования нефти Сураханского месторождения / XXVIII Симпозиума "Современная химическая физика". г.Туапсе 2016, с.92
81. Калабин Г.А., Кушнарв Д.В., Баженов Б.А. и др. Количественный анализ многокомпонентных смесей нефтепродуктов совокупностью методов спектроскопии ЯМР и масс-спектропии // Нефтехимия, 2005, №6, с.417-427
82. Камьянов В.Ф., Головки А.К., Горбунова Л.В. Углеводородный состав нефтей как основа их химической классификации // Нефтехимия, 2007, №3, с. 163-171
83. Кириллова Е.А., Маряхина В.С. Методы спектрального анализа: учебное пособие. Оренбург: ОГУ, 2013, 105с.
84. Кошелев В.Н., Гордадзе Г.Н., Рябов В.Д., Чернова О.Б. Превращение нефтей при внутрислоевом горении и длительном контакте с внешней средой // Химия и технология топлив и масел, 2005, №2, с.20-21
85. Красовицкий Б.М. Болотин Б.М. Органические люминофоры. Л.: Химия. 1976. 341с.
86. Крылов В. А., Мосягин П. В., Крылов А. В. и др. Влияние света люминесцентных ламп на стабильность образцов, содержащих полициклические ароматические углеводороды // Вестн. Нижегород. ун-та им. Н. И. Лобачевского, 2010, № 4, с.79-85
87. Кудрявцев А.А., Знаменчиков А.Н., Волкова С.С. и др. Моделирование спектров люминесценции растворов нефти // Вестник ТГУ, 2011, №5, с.56-62
88. Кудрявцев А.А., Знаменчиков А.Н., Волкова С.С. и др. Модельная смесь углеводородов для ИК-спектрофотометрии и флуориметрии нефтепродуктов //



89. Кулиев А.М., Левшина А.М., Бузова Н.Г. и др. Исследование состава нафтеновых углеводородов Нафталанской нефти и разработка технологии их выделения / Материалы республиканской научной конференции по Нафталану «Актуальные вопросы нафталанотерапии». Баку: Елм, 1982, с.14
90. Кулиев А.М., Левшина А.М., Шепелева Т.В. Исследование углеводородов фракции 450-500<sup>0</sup>С Нафталанской нефти // Доклады АН Азерб. ССР, 1980, №10, с.50 – 53
91. Кулиев А.М., Петров А.А., Шепелева Т.М. и др. Стераны Нафталанской нефти // Азербайджанский химический журнал, 1984, №2, с.48-53
92. Купцов А.Х., Арбузова Т.В. Исследование тяжелых фракций нефти методом Фурье – спектроскопии КР ближнего ИК диапазона // Нефтехимия, 2011, № 3, С. 214–222
93. Лютоев А. А., Смирнов Ю. Г., Ивенина И. В. Извлечение эмульгированных примесей нефти из воды при помощи высокодисперсных частиц магнетита // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, 2014, №4, с.40-45
94. Маггераммов А.М., Ахмедова А.Р., Ахмедова Н.Ф. Нефтехимия и нефтепереработка: учебник для высших учебных заведений. Баку: БГУ, 2009, 660с.
95. Мамедов А.Н. Фото- и радиотермолюминесценция нефтяных люминофоров и их спектрально-люминесцентные свойства: Автореф. дис. ... канд. хим. наук, Баку, 2007, 26с.
96. Мамедов А.П., Салманова Ч.К., Джафарова Р.А., Йолчуева У.Дж. и др. Влияние фотооблучения на

термохемилюминесценцию углеводородов тяжелых нефтяных остатков // Мир Нефтепродуктов, №3, 2016, с.24-29

97. Мамедов А.П., Джафарова Р.А., Наджафова М.А., Салманова Ч.К. Спектрально-люминесцентные свойства, ЭПР и фотохимия нефтепродуктов. Баку, 2014, 255с.
98. Мамедов А.П., Салманова Ч.К., Ахмедбекова С.Ф.и др. Фото- хемилюминесценция углеводородов фракций Абшеронской нефти и обратимое аккумулятивное имитирование световой энергии // АвтоГазоЗаправочный Комплекс+ Альтернативное топливо, 2017, №3, с.130-135
99. Мартынова Г.С., Исмаилов Э.Г., Сулейманов Ш.Ш. и др. Исследование компонентного состава и термодинамических характеристик азербайджанской нефти месторождений Азери, Чыраг // Азербайджанское нефтяное хозяйство, 2009, №6, с.57-59
100. Методы оптической спектроскопии: Методическое пособие к задачам спецпрактикума кафедры химии нефти и органического катализа / Под ред. И.И. Кулаковой, О.А. Фёдоровой, А.В. Хорошутина. М.: Химического факультета МГУ, 2015, 117 с.
101. Мильман Б.Л. Развитие новых подходов к масс-спектрометрической и хромато-масс-спектрометрической идентификации органических соединений: Автореферат дисс. доктора хим. наук. СПб., 2006, 21с.
102. Мир-Бабаев М.Ф. Краткая история азербайджанской нефти. Баку, 2010, 101 с.
103. Мурадов А.П., Анисимов А.В. Химический состав лечебной Нафталанской нефти // Вестник Московского Университета, 2006, №3, с.226-229

104. Мусина Наталья Сергеевна Разработка способов определения элементного и углеводородного состава тяжелых нефтяных остатков: автореф. дисс. канд. хим., 2014, 26 с.
105. Мустафина Э.А., Полетаева О.Ю., Рольник Л.З., Металлосоединения нефтей, их практические свойства и возможность выделения из нефтей и нефтяных вод // Нефтепереработка и нефтехимия, 2016, №5, с.16-18
106. Наджафова М.А. Высокмолекулярные компоненты смолы пиролиза — фотосенсибилизаторы разложения алифатических спиртов и жидких парафинов // Нефтехимия, 2006, №3, с.217-220
107. Наджафова М.А. Сенсибилизированная генерация свободных радикалов и их гибель при фотооблучении тяжелых нефтяных остатков: Автореф. дис. ... док. хим. наук, Баку, 2009, 45с.
108. Наджафова М.А., Абдуллаева Ю.А., Шахвердиева А.Ф. Исследование методом ЭПР керосиновых и дизельных фракций Абшеронской нефти // АвтоГазоЗаправочный Комплекс+ Альтернативное топливо, 2017, №4, с.173-176
109. Надиров Н.К., Низовкин В.М., Суриков Т.П., Куанышев Б.И. Электромагнитные излучения и их воздействие на окружающую среду / Материалы V Казахстанско-Рос. Междунар. конф. Атырау, 2005, с. 194-197
110. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений: практическое руководство. М.: Мир, 1985, 210с.
111. Насиров Р.Р., Вазир И.Ю., Копашева А.А., Куспанова Б.К., Технология получения данных о металлоносности добываемых нефтей методами ЭПР-спектроскопии и

- рентгенофлуоресцентного анализа // Геология, география и глобальная энергия, 2010, №2, с.102-106
112. Нурмухаметов Р.Н. Поглощение и люминесценция ароматических соединений. М.: Химия, 1971. 215с.
113. Ожегов Э.А., Дементьев Ф.А., Ловчиков В.А. Люминесцентные характеристики экстрактов полиядерных ароматических углеводородов для идентификации нефти // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности" (<http://ipb.mos.ru/ttb>), 2013, № 5, с.1-7
114. Паринаго О.П. Химический состав нефти. Обнаружение и идентификация непредельных углеводородов. Нефтехимия, 1999, №5, с.328-338
115. Певнева Г.С., Воронцовская Н.Г., Головки Ю.А., Головки А.К. Нафтеноароматические углеводороды нефтей различного генезиса. // Геология и геофизика, 2010, № 3, с.375-383
116. Певнева Г.С., Головки А.К., Иванова Е.В. и др. Ароматические углеводороды в Монгольских нефтях // Нефтехимия, 2005, № 5, с.323-330
117. Петров С.М., Халикова Д.А., Абдельсалам Я.И. и др. Потенциал высоковязкой нефти Ашальчинского месторождения как сырья для нефтепереработки // Вестник КГУ, 2013, Т.16, №18, с.261-265
118. Покопова Ю.В. Нефтяные остатки. С-Пб.: Рикон. 2008. 156 с.
119. Пономарева Г.А., Панкратьев П.В., Хальзов А.А. Микроэлементный Состав Нефти Оренбургских Месторождений // Вестник ОГУ, 2012, №1, с.164-171
120. Преч Э., Бюльманн Ф., Аффольтер К. Определение строения органических соединений: Таблицы спектральных данных. М.: Мир, 2006. 438с.



121. Рамазанова П.А., Хибиев Х.С., Маллаев А.Р. Сравнительный анализ состава и свойств нефтей и их светлых фракций из различных месторождений северного Кавказа // Вестник Дагестанского государственного университета. 2012, №6, с.228-233
122. Романова Г.В., Юсупова Т.Н., Ганеева Ю.М. и др. Дифференциация нефтей месторождений Самарской области по химическому составу и физико-химическим свойствам // Нефтехимия, 2015, №3, с.191-196
123. Руденко М.Ф., Сурков М.И., Надиров Н.К. Флуоресцентный анализ нефтепродуктов / Доклады шестых Международных научных Надировских чтений. Алматы-Актау, 2008, с.372-378
124. Руденко М.Ф., Сурков М.И., Савенкова И.В. Некоторые результаты исследований по фотообработке углеводородного сырья // Вестник АГТУ., серия «Добыча и переработка нефти и газа», 2008, №6, с.148-152
125. Садыков Б.Р., Стариков В.П., Садыков Р.Х., Калабин Г.А. Определение фракционного состава товарной нефти из количественных спектров ЯМР // Нефтехимия. 2012, №1, с.22-27
126. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. М: Химия, 1991, 448с.
127. Салманова Ч.К. Фотоокисление компонентов тяжелых нефтяных остатков и их антиокислительные свойства: дис. ... докт. хим. наук. Баку, 2011, 272с.
128. Салманова Ч.К. Фотоокислительные превращения нефтяного люминофора, полученного из тяжелой смолы пиролиза // Нефтехимия. 2005, №2, с.151-156
129. Салманова Ч.К., Ахмедбекова С.Ф., Мамедов А.П. и др.

- Превращения смолисто-асфальтеновых веществ при фотооблучении // Химия и технология топлив и масел, 2007, №5, с.39-42
130. Салманова Ч.К., Джафарова Р.А., Мусаев Дж. Дж. и др. Термолюминесценция фотооблученных нефтяных люминофоров пирозного происхождения // Химия высоких энергий, 2009, №5, с.465-472
131. Салманова Ч.К., Мамедов А.П., Джафарова Р.А., Йолчуева У.Дж. и др. Термохемиллюминесценция нефтепродуктов в реакциях жидкофазного инициированного окисления // Мир нефтепродуктов, №11, 2015, с.33-37
132. Самедова Ф. И., Абдуллаева Ю.А., Зейналова С.А. и др. Нефть месторождения Чираг // Химия и технология топлив и масел, 2004, №6, с.35-38
133. Самедова Ф.И. Азербайджанские нефти и их компонентный состав. Баку: Элм, 2002, 252с.
134. Самедова Ф.И. Высоковязкие нефти Азербайджана и закономерности изменения их свойств // Азербайджанское нефтяное хозяйство, 2007, №4, с.99-101
135. Самедова Ф.И. Нефти Азербайджана. Баку: Элм, 2011, 410с.
136. Самедова Ф.И., Гусейнова Б.А., Алиева Ф.З. Особенности группового и гомологического состава ароматических углеводородов ряда нефтей Азербайджана // Нефтехимия, 2009, №6, с.481-487
137. Самедова Ф.И., Мир-Бабаев М.Ф. Высокомолекулярные гетероатомные соединения нефтей Азербайджана. Баку: Нефис, 1992, с.137
138. Самедова Ф.И., Наджафова М.А., Абдуллаева Ю.А., Ахмедбекова С.Ф., Шахвердиева А.Ф. Физико-химическое исследование нефти Апшерон и ее остаточных фракций //

- Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2015, №12, с.10-12
139. Самедова Ф.И., Наджафова М.А., Ахмедбекова С.Ф. и др. Изучение состава и свойств нефти месторождения Абшерон и ее остаточных фракций // Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо, 2015, №4, с.14-16
140. Самедова Ф.И., Рашидова С.Ю. Пути рационального использования тяжелых остатков нефтей Азербайджана // Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2014, №4, с.389-391
141. Сергун В.П., Коваленко Е.Ю., Сагаченко Т.А. Состав низкомолекулярных соединений асфальтенов тяжелой нефти месторождения // Нефтехимия, 2014, №2, с.83
142. Серебренникова О.В., Савиных Ю.В., Стахина Л.Д. Геохимические характеристики нефтей и рассеянного органического вещества пород фундамента месторождения Белый Тигр (Вьетнам) // Современные проблемы науки и образования, 2012, №4, с.326
143. Смирнов М.Б., Ванюкова Н.А. Закономерности распределения и степень взаимосвязи основных структурно-групповых параметров состава нефтей западной Сибири по данным ЯМР // Нефтехимия, 2014, №1, с.17-28
144. Смирнов М.Б., Мелихов В.А., Ванюкова Н.А. Полное отнесение сигналов  $^{13}\text{C}$  ЯМР метилзамещенных алканов и моно-*n*-алкилзамещенных моноциклических углеводородов во фракциях насыщенных углеводородов нефтей, образующих аддукт с карбамидом // Нефтехимия, 2005, №6, с.428-436
145. Тимурзиев А.И. Современное состояние теории происхождения и практики поисков нефти: тезисы к

- созданию научной теории прогнозирования и поисков глубинной нефти // Глубинная нефть, 2013, №1, с.18-44
146. Тульватулина Н.З., Ганеева Ю.М., Юсупова Т.Н. и др. Особенности состава асфальтенов в нефтях из карбонатных отложений месторождений республики Татарстан / Материалы VIII Международной конференции «Химия нефти и газа» Томск 2012 с.44-47
147. Утебаев У.А., Каменский А.А., Машукова Г.А. и др. Фотохимическое расщепление нефтей и нефтяных остатков // Нефтепереработка, 1990, №11, с.21-24
148. Халикова Д.А., Тухватуллина А.З., Ганеева Ю.М., Юсупова Т.Н. Особенности влияния состава нефтей месторождений Киргизии на формирование их физико-химических свойств // Вестник Казанского технологического университета, 2009, №5, с.349-357
149. Химия нефти и газа / Под ред. В.А. Проскурякова, А. Е. Дранкина. Л.: Химия, 2009, 448 с.
150. Шахвердиева А.Ф., Наджафова М.А., Салманова Ч.К. и др. Перспективы современных физических методов для исследования нефти морского месторождения Абшерон // Нефтепереработка и нефтехимия, 2017, №7., с.5-12
151. Шахвердиева А.Ф., Наджафова М.А., Салманова Ч.К. и др. Фракции Абшеронской нефти и перспективы их использования // АвтоГазоЗаправочный Комплекс+ Альтернативное топливо, 2016, №5, с.36-40
152. Шишкин Ю.Л. Определение температур помутнения и застывания дизельных топлив на фотоколориметре // Химия и технология топлив и масел, 2007, №4, с.48-52
153. Шленский О.Ф. Углубление крекинга тяжелого нефтяного сырья // Химия и технология топлив и масел, 2006, №2,



154. Эдилашвили И.Л. Фотоокислительные превращения и стабилизация нефтяных масел // Нефтехимия. 1982, №4, с.525-527
155. Эженова Т.А., Викторовна Ч.Т., Юрьевна К.Е., Анатольевна С.Т. Химический состав нефти краинского месторождения // Известия Томского политехнического университета, 2015, №2, с.48-55
156. Эрдниева О.Г., Кекеев Б.Э. Определение ароматических углеводородов в нефти Состинского месторождения // Естественные науки. 2013, №4, с.176-183
157. Эрдниева О.Г., Дербетов А.Б. Углеводородный состав нефти Улан-Хольского месторождения // Естественные науки, 2013, №4, с.168-176
158. Якимова Л.С. Метод УФ-спектроскопии и его применение в органической и физической химии: учебно-методическое пособие. Казань: Казанский университет, 2015, 19 с.
159. Abdul Gani Abdul Jameel, Luyma M. Elbaz, Abdul-Hamid Emwas etc Calculation of average molecular parameters, functional groups, and a surrogate molecule for heavy fuel oils using  $^1\text{H}$  and  $^{13}\text{C}$  NMR spectroscopy // Energy Fuels, 2016, V.30, pp 3894-3905
160. Abdul Gani Abdul Jameel, Yunqing Han, Omar Brignoli and all Heavy fuel oil pyrolysis and combustion: kinetics and evolved gases investigated by TGA-FTIR // Journal of analytical and applied pyrolysis, 2017, v.127, pp.183-195
161. Alan A. Herod Limitations of mass spectrometric methods for the characterization of polydisperse materials // Rapid Communications in Mass Spectrometry, 2010, v.24, pp.2507-2519

162. Al-Lihaibi SS. Photo-oxidation products of petroleum hydrocarbons in the Eastern Red Sea coastal waters.// Environ Int., 2003, v.28, pp.573-579
163. Carmen Salinero, Xesus Feas, Mansilla Pedro J. et. al.  $^1\text{H}$ -Nuclear Magnetic Resonance Analysis of the Triacylglyceride Composition of Cold-Pressed Oil from *Camellia japonica* // Molecules, 2012, №17, p.p. 6716-6727
164. Chang S. Hsu, Christopher L. Hendrickson, Ryan P. Rodgers et al. Petroleomics: advanced molecular probe for petroleum heavy ends, J Mass Spectrom., 2011, V.4, pp.337-343 282B 166
165. Evdokimov Igor N., Losev Alexandr P. Potential of Uv-Visible absorption spectroscopy for characterizing crude petroleum oils // Oil and Gas Business, 2007, №1, p.p. 1-21
166. Hongtao Yu Environmental carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons: photochemistry and phototoxicity // J Environ Sci Health C Environ Carcinog Ecotoxicol Rev., 2002, v.20, pp. 149-183
167. Ishaq M., Ahmed I., Saeed Kh. et. al. Spectroscopic and Chromatographic Identification of Hydrocarbon Group Types in Pakistani Crude Oils // Journal of the Chinese Chemical Society, 2003, v. 50, pp.1023-1029
168. James G. Speight Analysis and Properties of Fluids // Handbook of Hydraulic Fracturing, 2016, v.1, pp.91-124
169. James G. Speight The Chemistry and Technology of Petroleum: fifth Edition. Taylor, Francis group, 2014, 953p.
170. Karaca F., Morgan T. J., George A. et. al. Molecular mass ranges of coal tar pitch fractions by mass spectrometry and size-exclusion chromatography. // Rapid Communications in Mass Spectrometry, 2009, v.23, pp.2087-2098
171. Kok M. V., Gul K.G. Combustion characteristics and kinetic

analysis of Turkish crude oils and their SARA fractions by DSC // *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2013, v. 114, pp. 269-275

172. Kok MV. Characterization of medium and heavy crude oils using thermal analysis techniques // *Fuel Process Technol*, 2011, v.92, pp.1026-2031
173. Kok MV. Effect of pressure and particle size on the thermal cracking of light crude oils in sandstone matrix // *J Therm Anal Calorim*, 2009, v.97, pp.403-407
174. Laura V. C., Flavio V. Fractionation and Characterization of Mexican Crude Oils // *Energy Fuels*, 2009, v. 23(3), pp 1603-1609
175. Luke N. Ukiwe, Ubazue U. Egereonu, Pascal C. Njoku et. al. Polycyclic aromatic hydrocarbons degradation techniques: a Review // *International Journal of Chemistry*, v.5, 2013, pp.43-55
176. Maki H., Sasaki T., Harayama S. Photo-oxidation of biodegraded crude oil and toxicity of the photo-oxidized products // *Chemosphere*, 2001, v.44(5), pp.1145-1151
177. Michelle G. Mothe, Carlos H.M. Carvalho, Eliana F.C. Servulo, Cheila G. Mothe Kinetic study of heavy crude oils by thermal analysis // *Therm Anal Calorim*, 2013, v.111, pp.663-668
178. Mohinpey N., Murugan P., Mani T. Comparative kinetics and thermal behavior: the study of crude oils derived from Fosterton and Neilburg fields of Saskatchewan // *Energy Fuels*, 2011, v.24, pp.1640-1645
179. Nensirati Binti Supahan Determination of metals: nickel, chromium, copper, zinc and cadmium (Ni, Cr, Cu, Zn and Cd) in crude oil samples. Universiti Malaya: original literary work declaration, 2014, 116p.

180. Odeunmi E.O., Adeniyi S.A. Infrared and ultraviolet spectrophotometric analysis of chromatographic fractions of crude oils and petroleum products // *Chemical Society of Ethiopia*, 2007, v.21, №1, p.135-140
181. Peng-Gang Liu, Wan-Fen Pu, Ji-Hui Ni et. al. Thermal investigation on crude oil oxidation kinetics through TG/DTG and DTA tests // *Petroleum Science and Technology*, 2016, v.34, pp.685-692
182. Richards S.A., Hollerton J.C. Essential practical NMR for organic chemistry. United Kingdom: A John Wiley and Sons, 2011, p.p.215
183. Robert M. Garrett, Ingrid J. Pickering, Copper E. Haith. Roger C. Prince Photooxidation of crude oils // *Environmental science and technology*, 1998, v.38, pp.3719-3723
184. Ronaldo G. dos Santos, Janeth A. Vidal Vargas, Osvaldo V. Trevisan Thermal analysis and combustion kinetic of heavy oils and their asphaltene and maltene fractions using accelerating rate calorimetry // *Energy Fuels*, 2014, v.28, pp.7140-7148
185. Savinykh Y.V., Nghia N.Ch., Dong T.L. Geochemical characteristics of the petroleum from White Tiger oil field, Vietnam / 21st International meeting on organic geochemistry. Krakow, Poland, 2003, p. 11
186. Savinykh Y.V., Hai V.V., Serebrennikova O.V., Stakhina L.D. Compositional features of hydrocarbons in crude oils from South Vietnam and West Siberia // *Journal of Siberian Federal University*, 2012, v5, №1, pp.41-51
187. Shishkin Yu.L. Fractional and component analysis of crude oils by the method of dynamic microdistillation- Differential scanning calorimetry coupled with thermogravimetry / *Thermochimica Acta*, 2006, v.441, pp.162-167



188. Steffens J., Landulfo E., Courrol L.C., Guardani R. Application of fluorescence to the study of crude petroleum // *Journal of fluorescence*, 2011, T.21, №3, pp.859-864
189. Taghvaei Ganjali S., Nahri Niknafs B., Khosvari M. Photooxidation of crude petroleum mal tenic fraction in natural simulated conditions and structural elucidation of photo products // *Iranian journal of environmental health science and engineering*, 2007, v.4, pp.37-42
190. Tovar L.P., Maciel M.R., Araujo A.S. et. al. Kinetic study on catalytic cracking of Brazilian high-boiling-point petroleum fractions // *Therm Anal Calorim*, 2012, v.110, pp.1267-1281
191. Xiaohua Fan, Youqing Fei, Lei Chen et. al. Structural Analysis of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Abundant in Coal Tar Pitch // *Energy Fuels*, 2017, v. 31, pp. 4694-4704
192. Yolchuyeva U.J., Aliyev B.M., Jafarova R.A. Investigation of the separated aromatic and saturated hydrocarbons of Surakhani oil by the adsorbing method / III International scientific conference of Yong Researchers, Baku, 2015, s.176
193. Yolchuyeva U.J., Guliyeva G.M. Jafarova R.A. Chemical composition of Surakhani Oil well 75348 / Azerbaijan National Academy of sciences council of young scientists and specialists, ANAS-70. International Multidisciplinary Forum. Baku 2015, p.131
194. Yolchuyeva U.J., Jafarova R.A., Akmedbekova S.F., Salmanova Ch.G., Aliev B.M., Namazov A.A. Research the Chemical composition of Surakhani and Balakhani oil fields by using IR, NMR –spectroscopic methods // *Jour. Of Qafqaz University, Chemistry and Biology*, 2016, №1, pp.21-26
195. Yolchuyeva U.J., Jafarova R.A., Namazov A.A The research of Balakhani oil by using nuclear magnetic resonance

- spectroscopy / 6<sup>th</sup>Rostocker International Conference: “Termophysical Properties for Technical Thermodynamics”. Germany, Rostock, 2017, p.83
196. Yolchuyeva U.J., Jafarova R.A., Namazov A.A, Azizbeyli E.I. The comparative identification of Surakhani and Balakhani oils / 3rd International Turkic World conference on chemical sciences and technologies, Baku 2017, p.274
197. Yolchuyeva U.J., Jafarova R.A., Namazov A.A, Huseynova M.E. The chromatographic research of the structure-group content of the Surakhani and Balakhani Well Oils and Naturally occurring reactions in it // *Engineering Research and Advanced Technology*, v.02, 2016, pp.53-57
198. Yolchuyeva U.J., Jafarova R.A., Rzayeva N.A., Abbasova N.A. The spectral analysis of hydrocarbons in the oil from the well 1311 of Surakhani field / Europa Cat XII Congress on Catalysis “Catalysis: Balancing the use of fossil and renewable resources”. Russia, Kazan, 2015, p.144
199. Yolchuyeva U.J., Jafarova R.F., Akhmadbayova S.F., Salmanova Ch.G. Suraxani neftinin struktur-qrup tərkibinin spektral üsullarla tədqiqi / I st International Scientific Conference of young scientists and specialists “The role of multidisciplinary approach in solution of actual Problems of fundamental and applied sciences (earth, technical and chemical)”. Baku 2014, p.442
200. Metin Balcı Nükleer Manyetik Rezonans Spektroskopisi. Türkiye: ODTÜ, 2011, 452s.

## MÜNDƏRİCAT

Ön söz.....	3
Qısaldılmış sözlər.....	5
FƏSİL I. Xam neftlərin fiziki-kimyəvi, spektral-lüminessent xassələrinin və onların aromatik karbohidrogenlərində gedən fotokimyəvi çevrilmələr (icmal), giriş.....	7
1.1. Neftlərin tərkibi, fiziki-kimyəvi göstəriciləri və təsnifatı	8
1.2. Neft və neft məhsullarının tərkibi və xassələrinin öyrənilməsi üzrə aparılan spektroskopik tədqiqatlar.....	11
1.3. Azərbaycan neftləri və onların tədqiqinin perspektiv inkişafı.....	20
1.4. Neft və neft məhsullarında fotokimyəvi proseslərin öyrənilməsi sahəsində aparılan elmi tədqiqatlar.....	31
FƏSİL II. Abşeron yarımadasının Suraxanı və Balaxanı yataqları neftlərinin fiziki-kimyəvi və spektral-lüminessent və termiki xassələri.....	43
Bölmə I. Abşeron yarımadasının Suraxanı və Balaxanı yataqları neftlərinin fiziki-kimyəvi və spektral-lüminessent xassələri .....	59
2.1.1. Suraxanı xam neftlərinin aromatik karbohidrogenlərinin UB-, İQ-spektroskopik və vizual tədqiqinin nəticələri.....	59
2.1.2. Lüminessensiya metodu vasitəsilə ağır Suraxanı xam neftinin politsiklik aromatik karbohidrogenlərinin tədqiqi ....	77
2.1.3. Yüngül Suraxanı neftinin adsorbsiya üsulu ilə ayrılmış politsiklik aromatik və doymuş karbohidrogenlərinin <sup>1</sup> H NMR metodu ilə tədqiqi.....	87
2.1.4. Ağır Suraxanı yatağı neftinin aromatik karbohidrogenlərinin UB- və <sup>1</sup> H NMR- metodları ilə birgə spektroskopik tədqiqi .....	90
2.1.5. Ağır Suraxanı və yağlı Balaxanı xam neftlərinin kimyəvi tərkibləri.....	95
2.1.6. Ağır Suraxanı neftinin 50 <sup>0</sup> C fraksiyalarında aromatik karbohidrogenlərin spektral üsullarla tədqiqi.....	102

2.1.7. Nativ neftlərdə EPR- spektroskopiya metodu ilə asfaltenlərin tədqiqi.....	106
2.1.8. Yağlı Balaxanı neftinin lüminessensiyaedici aromatik karbohidrogenləri.....	110
2.1.9. Suraxanı və Balaxanı quyu neftlərinin struktur-qrup tərkibinin xromatoqrafik tədqiqi və onun tərkibində təbii şəraitdə gedən bəzi reaksiyalar.....	119
2.1.10. Ağır Balaxanı xam nefti və onun aromatik qrup komponentlərinin spektral-lüminessent xassələri.....	124
2.1.11. Suraxanı və Balaxanı neftlərinin tədqiqindən alınan nəticələrin müqayisəli təhlili.....	129
Bölmə II. Xam neft və onun aromatik qrup karbohidrogenlərinin termiki xassələrinin tədqiqi.....	136
2.2.1. Yüngül Suraxanı xam neftinin komponent tərkiblərinin və termiki çevrilmə proseslərinin tədqiqi.....	137
2.2.2. Ağır Suraxanı neftinin III qr.AK. komponentinin tərkibinin temperaturdan asılılığı.....	142
2.2.3. Ağır Balaxanı xam neftinin aromatik qrup karbohidrogenlərinin (I- IV qr.AK ) tərkibinin differensial .skanlaşdırıcı kalotimetriya metodu ilə tədqiqi.....	147
Fəsil III. Bölmə I. Azərbaycan neftlərində fotosüaların təsiri ilə gedən kimyəvi çevrilmə prosesləri.....	156
3.1.1. Suraxanı və Balaxanı təbii quyu neftləri və onların AK komponentlərində fotosüalanmadan sonra gedən proseslərin UB- və lüminessensiya metodları ilə tədqiqi.....	156
3.1.2. Suraxanı xam neftlərinin aromatik karbohidrogenlərində gedən fotooksidləşmə proseslərinin dinamikasının öyrənilməsində spektral İQ- və NMR metodların rolu.....	187
3.1.3. Balaxanı xam neftlərinin aromatik karbohidrogenlərində gedən fotooksidləşmə prosesləri.....	193
3.1.5. Mayefazalı oksidləşmə reaksiyalarında ağır neft qalıqlarının rolunun termokimyəvi lüminessensiya ilə tədqiqi.....	211



3.1.6. Balaxanı xam nefti aromatik qrup karbohidrogenlərinin foto- və termolü-minessensiyası və onların oksidləşmə proseslərinin mərhələləri.....	217
3.1.7. Balaxanı xam nefti qalıqları karbohidrogenlərinin fotoksidləşməsinə antioksidantların təsirinin kimyəvi lüminissensiya ilə tədqiqi.....	223
3.1.8. Xam neftlərin foto- və termofotooksidləşməsinin nəticəsində onların tərkibində gedən kimyəvi çevrilmə proseslərinin araşdırılması sahəsində alınan ən mühüm nəticələr və onların tətbiq sahələrinin araşdırılması.....	226
Ədəbiyyat siyahısı.....	229

**V.M.Abbasov, R.Ə.Cəfərova, Ü.C.Yolçuyeva,  
Ç.Q.Salmanova, G.S.Muxtarova, Z.Z.Ağamaliyev,  
S.Y.Rəşidova, A.M.Məmmədov**

**XAM NEFTLƏRİN STRUKTUR-QRUP  
TƏRKİBLƏRİ, XÜSUSİYYƏTLƏRİ VƏ ONLARDA  
GEDƏN FOTOKİMYƏVİ VƏ TERMİKİ  
ÇEVİRİLMƏLƏR**

Nəşriyyatın direktoru: M.Ə.Şəfiyev

“Müəllim” nəşriyyatında çap olunmuşdur.

Tel: (+99412) 555 15 60

E-mail: [muallim.mmc@gmail.com](mailto:muallim.mmc@gmail.com)

Çapa imzalanıb: 28.02.2020-ci il

Həcmi: 16.2 ç.v. Formatı 60x841/16

Sifariş 67. Tirajı: 200 nüsxə