

## NEFTQAZKONDENSAT YATAQLARININ İŞLƏNİLMƏ ZAMANI LAY FLÜİDLƏRİNİN TERMODİNAMİK XASSƏLƏRİNİN EKSPERİMENTAL VƏ NƏZƏRİ TƏDQIQI

Tahirov C.N., Kərimov A.Q., Tahirova S.A.

Neftqazkondensat yataqları nəinki flüidlərinin vəziyyəti, tərkibi və yatma şəraitlərinə, sonrakı işlənilmə prosesindəki davranışına həm də texnoloji nöqteyi-nəzərdən təbii karbohidrogen yataqlarının ən mürəkkəb tipini təqdim edir. Belə yataqların işlənməsi bir tərəfdən, neft və qaz yataqları arasında mümkün olan qazohidrodinamik qarşılıqlı təsir, özü də, onların kontaktlarının çətin nəzarət olunan hərəkəti və lay flüidlərinin intensiv faza çevrilmələri, onların tərkiblərinin fiziki xassələrinin və onlarla doymanın dəyişməsi, digər tərəfdən - effektiv tərzdə yüksək təzyiqlərdə işləyən quyuların məhsulunun yığılması, ayrılması və istifadəsi üçün mədənlərin texnoloji sistemlərlə abadlaşdırılmasının zəruriyyəti ilə mürəkkəbləşir. Onlara həm neft və həm də qazkondensat yataqlarının işlənilmə xüsusiyyətləri xasdır. Lakin neftqazkondensat yataqları onların şərti işlənilmə sistemlərinin seçilməsinə yol verir. Bu onların fiziki-geoloji xüsusiyyətlərinin və üç müxtəlif məhsulların - neftin, qazın, kondensatın hasilatlarının növbələşməsinin və templərinin dəyişməsi arasında olan qarşılıqlı əlaqələrlə şərtlənir. Bununla əlaqədar olaraq neftqaz və qaz-kondensat yataqlarının işlənilməsinin məlum texnoloji sxemlərinin neftqazkondensat yataqları üçün bilavasitə istifadəsi mümkün olmur.

Neftqazkondensat yataqlarının istismarının təcrübəsində ən çox yayılan onların təbii rejimlərdə işlənilməsinin sistemləridir, özü də neftin ya qazın qabaqlayıcı hasilatı ilə.

Xaricdə bir sıra neftqazkondensat yataqlarının qazın yenidən dövriyyəsinin yaxud sulaşmanın müxtəlif modifikasiyalarının köməyiylə lay təzyiqinin saxlanması sistemləri tətbiq edilir.

Neftqazkondensat yataqları onunla səciyyəolənir ki, layı doyduran karbohidrogenlər işlənilmənin başlanmasınadək termodinamik tarazlıq halında olan ikifazlı sistemi yaradırlar. Lay flüidlərinin doyma və ya kondensatlaşmanın başlanması təzyiqləri adətən öz aralarında bərabərdirlər və lay təzyiqinə yaxındırlar. Lay flüidlərinin başlanğıc lay təzyiqi, temperaturu və lay flüidlərinin tərkibi olduqca geniş hədlərdə dəyişir. Yataqdan yatağa faza çevrilmələrinin intensivliyi də dəyişə bilər. Bütün neftqazkondensat yataqlarında başlanğıc lay təzyiqlərinin anomal yüksək qiymətlərini qeyd etmək lazımdır. Təzyiqin və temperaturun düşməsilə qazdan kondensat çökür, neftdən isə həll olmuş qaz ayrılır, bu da kollektorun doymasına, neftin və qazın fiziki xassələrinin dəyişməsinə gətirib çıxarır.

Neftqazkondensat yataqlarının mühüm xüsusiyyəti qazkondensat zonasında kollektorların qalığı neftlə mümkün olan doymasıdır. Hesab edilir ki, doyması 20%-ə qədər və çox olan, dəfn edilmiş neft, neftqazkondensat yataqlarının işlənilməsi zamanı [3] baş verən termodinamiki və süzülmə proseslərində fəal iştirak edir.

Neftqazkondensat yataqlarında həm də neft arazolaqlarının yatma şəraitləri özünəməxsus müxtəlif şəkilli formaya və ölçülərə malikdir. Bir qrup yataqlarda onlar qazkondensat papağının altında tam yatır, başqalarında strukturun ayrı-ayrı sahələrində yerləşmişdir. Geniş hüdudlarda müxtəlif yataqlar üzrə neftin, qazın və kondensatın ehtiyatları, qazla və neftlə doymuş intervalların, ara zolağında neftin ehtiyatları özünü tez-tez dar zolaqlarla qaz papağında və onun altında yatmış su ilə təqdim edirlər. Onların qazılması və istismarı xeyli çətinliklərlə qarşılaşır [4,5].

Qaz papağının tükənmə rejimində qabaqlayıcı işlənilməsi zamanı neft arazolağı layın qazladoyma zonasına həmlə edə bilər, arazolağının qabaqlayıcı işlənilməsində qaz-neft kontaktının ümumi enməsi qazın lokal həmləsi ilə mürəkkəbləşə bilər.

Yatağın hər iki hissələrinin eyni zamanda tükənməsi zamanı qaz neft təmas xəttinin yaranması ilə, ikinci sıralı qaz papaqlarının

struktur üzrə aşağıya yaxud yuxarıya lokal yerdəyişməsi müşahidə olunur. Bütün variantlarda bu hadisələr faza çevrilmələrilə birlikdə, son yekunda neftin və kondensatın layda xeyli itkilərinə gətirir [6].

Ümumiyyətlə, tükənmə rejimlərində işlənmə sistemlərini qiymətləndirərək qeyd etmək lazımdır ki, onlar lay flüidlərinin kifayət qədər çıxarılması əmsallarını təmin etmir, yataqların intensiv istismarına imkan vermir. Flüidlərdən birinin çıxarılma əmsalının yüksəldilməsi qalanların əlavə itkilərinə gətirir.

Neftqazkondensat yataqlarının işlənməsinin müxtəlif variantlarının geoloji-texniki və iqtisadi təhlilinin aparılması üçün və buna əsasən ən səmərəli variantın seçilməsinin layda baş verən proseslərin mexanizmi barədə və onların əsas göstəricilərinin dəyişmə dinamikasını təyin edən amillər haqqında kifayət qədər tam təsəvvürə malik olmaq lazımdır. Bu verilənlər neftqazkondensat sistemlərinin süzülməsinin və termodinamik çevrilmələrinin tədqiqi yolu ilə alınə bilərlər, özü də kütlə mübadiləsilə. Belə tədqiqatlar analitik və eksperimental üsullarla aparılə bilərlər.

Layda baş verən proseslərin göstəriciləri dinamikasının hesablanması üçün mövcud olan riyazi modellər diffuziya, kapilyar qüvvələr, qeyribərabər çəkilik, qravitasiya kimi göstəricilərinin proseslərin mexanizminə xeyli çox təsir göstərən bir sıra amilləri nəzərə alınırlar.

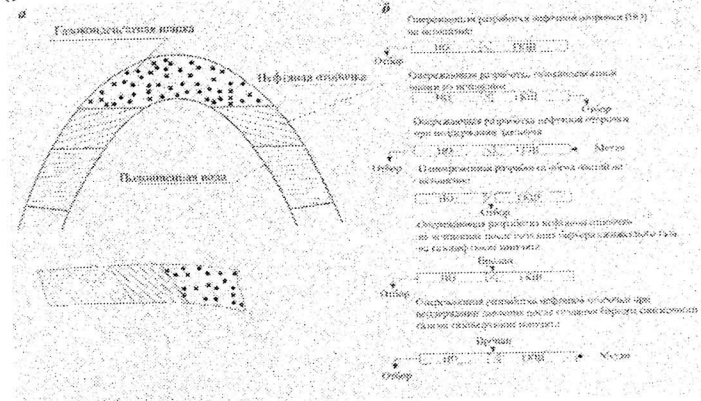
Hal-hazırda eksperimental üsul bu mürəkkəb proseslərin öyrənilməsi üçün daha üstündür.

Buna baxmayaraq hazırkı məqalədə həm eksperimental, həm də nəzəri usullarla tədqiqi məsələlərinə baxılma cəhdi öz əksini tapmışdır.

Neftqazkondensat və qaz-kondensat yataqlarının işlənməsi-nin müxtəlif variantlarında baş verən proseslərin mexanizmi təcrübi bə nəzəri yollarla öyrənilmişdir.

Təcrübələrdə, neftqazkondensat layının işlənməsinin aşağıdakı mümkün olan sxemləri modelləşdirilmişdir:

- \* təzyiğin saxlanılması zamanı neft arazolağının tükənmə rejimində və qabaqlayıcı işlənməsi;
- \* tükənmə rejimində qaz papağının qabaqlayıcı işlənməsi;
- \* tükənmə rejimində layın hər iki hissəsinin qazneft kontaktından flüidin alınması ilə qabaqlayıcı işlənməsi;
- \* qazneft kontaktı sahəsində mayələşdirilmiş qaz sipərinin yaradılmasından sonra neft arazolağının qabaqlayıcı işlənməsi (şək.1).

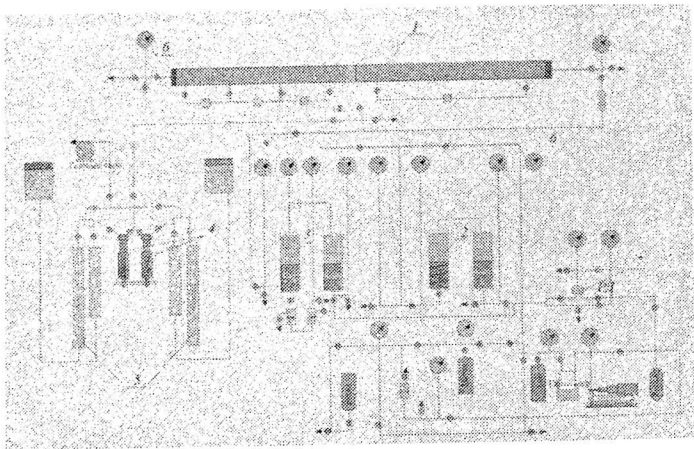


Şək. 1. Neftqazkondensat yatağının elementlərinin sxematik təsviri  
 a) Qazkondensat papağı. Neft arazolağı. Daban suyu.  
 b) Neft arazolağının (NAZ) tükənməyə işlənməsi.

#### Qaz-kondensat papağının tükənməyə işlənməsi

Təzyiğin saxlanılması zamanı neft arazolağının qabaqlayıcı işlənməsi. Hər iki hissənin eyni vaxtda tükənməyə işlənməsi. Qazneft kontaktında mayələşdirilmiş qazın sipərinin yaradılmasından sonra neft arazolağının tükənməyə işlənməsi. Qaz neft təmas xəttində mayələşdirilmiş qaz sipərinin yaradılmasından sonra lay təzyiqinin saxlanılması ilə neft arazolağının qabaqlayıcı işlənməsi.

Tədqiqatlar aparılan qurğunun sxemi şək.2-də göstərilmişdir. Qurğu aşağıdakı əsas qovşaqlardan ibarətdir: layın modelləri, maye və qaz çoxkomponentli qarışıqların hazırlanması üçün sistemlər (qidalayıcı sistem), qəbul sistemi, ölçü-tənzimləyici aparatlar, yüksək təzyiqli kompressor, termostatlar və s. Xətti, horizontal yerləşmiş lay modeli 1 iki hissədən ibarətdir: bir hissə qaz kondensat papağını modelləşdirir, digər - neft arazolağını. Hər iki hissə ventillə vasitəsilə öz aralarında hidravlik üsulla birləşdirilmişdir, özü də onlardan hər biri qəbul və qidalayıcı sistemlərlə əlaqəlidir.



Şək. 2. Neftqazkondensat sistemlərinin süzülməsinin tədqiqi üzrə eksperimental qurğunun sxemi

Neftqazkondensat yataqlarının müxtəlif variantlarının həm tükənmə rejimində, həm də qazın, suyun və digər sıxışdırıcı agentlərin vurulması yolu ilə təzyiğin verilmiş səviyyədə saxlanması ilə işlənilməsinin modelləşdirilməsinə imkan verir.

Neftqazkondensat layının modeli 728 sm ümumi uzunluğa malikdir, sementlənmiş kvars qumu ilə doldurulmuşdur. Məsə-

məli mühit təxminən  $0,5 \text{ mkm}^2$ -liq keçiriciliyə,  $0,3$  məsa-məliyə malikdir, cəm məsamələr həcmi  $2760 \text{ sm}^3$ -dir, lay modeli hissələrinin məsamələr həcmi  $860$  və  $1900 \text{ sm}^3$  təşkil edir. Məsaməli mühitdə dəfn edilmiş su olmamışdır. Lay modeli hissələrinin müxtəlif məsamə həcmi qazkondensat papağının və neft arazolağının məsamə həcmi iki fərqli münasibətlərində təcrübələri aparmağa imkan verir.

Pistonla və qarışdırıcı ilə təchiz edilmiş bomba-qarışdırıcı işçi flüidlərin hazırlanması üçün? qazkondensatın qaz papağı üçün və maye qarışığın neft arazolağı üçün xidmət edir.

Qarışdırıcının ölçücü tərtibatı ona daxil edilən mayeləşdirilmiş karbohidrogenin həcmi dozalamaya imkan verir. Qarışığın verilmiş tərkibinin hazırlanması, lay modelinin uyğun hissələrinin kifayət qədər miqdarda doldurulması üçün lazımdır. Qurğunun qidalayıcı sistemə həm də sıxıcı tutum 3 daxildir. Qarışdırıcının və sıxıcı tutumun pistonları kompressordan daxil olan sıxılmış azotla hərəkət edir.

Azotun karbohidrogen qarışığına düşməsinə aradan qaldırmaq üçün, bomba-qarışdırıcı və sıxıcı tutum qliserinlə doldurulmuş aralıq tutumları ilə birləşdirilmişdir.

Qəbul sistemə daxilirlər: həcmi  $150 \text{ sm}^3$ -dək olan, növbəli işləyən iki vertikal yerləşmiş pres 4, qazı atmosfer şəraitlərində yığmaq üçün xidmət edən qazölçənlər 5. Hər bir pres vizual kamerli başlıqla təchiz edilmişdir. Bu imkan verir ki, presi buraxanda onun tərkibindəki qaz və maye fazalarını ayırsın. Qaz və maye fazalarının həcmi ölçülməsi üçün elektromexaniki qeydə alma tərtibatı istifadə edilir. Preslərdə və kommunikasiyalarda "ölü" həcmi minimuma endirilməsinə xüsusi diqqət yetirilmişdir.

Preslər elektromexaniki intiqalla hərəkətə gətirilir. Xüsusi tərtibat, alının sürətinin hamar tənzimlənməsinə və onun qiymətinin verilmiş səviyyədə dəqiq saxlanmasına imkan verir. Təzyiğin ölçülməsi üçün nümunəvi manometrlərdən 6 istifadə edilmişdir. Layın modelinin hər bir hissəsində təzyiq düşküllərini ölçmə hədləri  $0,04 \text{ MPa}$  olan BMD diferensial manometr ilə ölçülmüşdür. Layın modelində və qarışdırıcıda bir neçə nöqtədə temperatur azinersiyalı

xromel-kopel termocütlərinin köməyi ilə ölçülmüşdür, hansılar ki, çoxnöqtəli birləşdiricilərlə ötürücü potensiometrlə birləşdirilmişdirlər. Sıxıcı tutumun qarışdırıcısında və qurğunun digər qovşaqlarında sabit təzyiqlik, təzyiqlik tənzimləyicisi 7 ilə saxlanılmışdır. Qurğunun əsas qovşaqları su sistemi ilə termostatlandırılmışdır. İstilik verimini azaltmaq üçün bütün qızdırılan qovşaqlar istilik izolyasiyasına malikdirlər. Əsas diqqət bomba-qarışdırıcıdakı ventilin qızdırılmasına yetirilmişdir, hansından təhlil üçün nümunələrin götürülməsi yerinə yetirilib. Droselləmə prosesində kondensatın temperaturunun düşməsinin qarşısını almaq üçün bu ventil xüsusi termostatla 80 °C temperaturadək qızdırılır.

Fazalararası kütlə mübadiləsinin və faza keçidləri proseslərinin dəqiq izləməsinə təmin edən işçi mayelər kimi kimyəvi təmiz mayelər (metan, etan, propan, butan, dekan) istifadə olunmuşdur.

Bütün təcrübələr 150 m/saat-a bərabər sabit olan sürətində, qaz-kondensat papağının və neft haşiyəsinin müxtəlif həcmində aparılmışdır. Sürətin seçilmiş qiyməti mümkün olan natural qiymətlərin hüdudlarındadır. Bu sürətdə eksperimentlərin hazırlanması və aparılması 5-6 günlük fasiləsiz iş tələb edir. İşlənilmənin hər bir tədqiq edilmiş variantı üzrə təcrübələrin seriyası aparılmışdır, nəticələri 5÷7% dəqiqliklə əldə edilmişdir.

Hər bir sxem üçün prosesin əsas göstəricilərinin dəyişmə dinamikasını əks etdirən eksperimental asılılıqlar alınmışdır – təzyiqlərin, maye və qaz hasilatlarının, onların tərkiblərinin, kondensat veriminin vaxtdan asılı olaraq dəyişməsi.

Lay modelinin qazkondensat hissəsinin qabaqlayıcı işlənilməsində tükənmə rejimində və hər iki hissələrin eyni zamanda tükənməsində mayenin çıxarılması və kondensat verimi minimaldır.

Neft arazolağının qabaqlayıcı tükənməsində çıxarılan mayenin həcmi nümunənin məsamələr həcmindən 38%-ə çatmışdır. Eksperimentlər göstərdi ki, neft arazolağının 0,7 P<sub>lik</sub> təzyiqində qabaqlayıcı tükənməsindən sonra, lay təzyiqinin saxlanması çıxarılan mayenin və komponent veriminin həcmindən artmasına gətirir. Neft-qazkondensat sisteminin ən çox intensiv çıxarılması layın işlə-

nilməsini qaz-neft kontaktı sahəsində mayeləşmiş qazın neft haşiyəsi məsamələrinin həcmindən 5%-ə qədər həcmində bayerin yara-dılması təcrübələrində əldə edilmişdir.

Lay qarışığını şərti olaraq iki toplananlara ayırmaq olar: birincisi-C<sub>5</sub> komponentlərinin qrupu + yuxarılar (sonra C<sub>5+</sub>), ikincisi - o, komponentlərin çoxluğu ki, bunlardan hər biri təmiz şəkildə standart şəraitlərdə (0,1 MPa və 20°C) təmiz qazdır. Komponentlərin bu qrupu həll olmuş qaz adlanır. O, əsasən metandan, etandan, propandan və butandan ibarətdir. Xeyli çox miqdarda həm də karbon dioksidi, hidrogen sulfid, azot iştirak edə bilərlər.

Həll olmuş qazın neftdə miqdarının xarakteristikası üçün “qaz tutumu” anlayışını tətbiq edirlər. “Qaz” komponentlərinin qrupu ilə standart şəraitlərdə tutan həcm C<sub>5+</sub> qrupu komponentlərinin kütləsinə nisbəti kimi potensial qaz tutumunun ölçü vahidi m<sup>3</sup>/T- dur.

Təbii qazlar üç qrupa bölünürlər: 1. Təmiz qaz yataqlarından hasil edilən qazlar. Onlar özlərilə “quru”qazı təqdim edirlər, praktiki olaraq, C<sub>5+</sub> qrupu karbohidrogenlərinə malik deyildirlər.

2. Qazkondensat yataqlarından hasil edilən qazlar. Lay KH qarışıqlarını o vaxt qazkondensatlara aid edirlər, təbii qazların C<sub>5+</sub> qrupu komponentlərinin miqdarı elə həcmdə olur ki, layda təzyiqlin izotermik aşağı düşməsi zamanı maye fazasının kondensatlaşması baş verir.

3. Mədən separasiyasında hasil edilən lay neftindən xaric olan qazlar neft qazları adlanır. Öz xassələrinə görə onlar qazkondensat yataqlarından hasil edilən qazlara yaxındırlar və metanla yanaşı xeyli miqdarda etana, propana, butanlara və C<sub>5+</sub> qrupunun hər hansı miqdarda yüngül qaynayan karbohidrogenlərinə malikdir.

Lay şəraitlərində onlar qaz komponentlərinin və onda həll olmuş C<sub>5+</sub> qrupu karbohidrogenlərin qarışığından ibarətdirlər. Standart şəraitlərə gətirəndə quru qazkondensat qarışığı qaza və stabil kondensata separasiya olunur (sonra – kondensata),

əsasən  $C_{5-}$  qrupunun karbohidrogenlərindən və tərkibində az miqdarda həll olmuş “qaz” komponentlərindən ibarət olur.

$C_{5-}$  qrupunun karbohidrogenlərin qazkondensat qarışıqında həll olunanların miqdarının xarakteristikası üçün “ $C_{5+}$  qrupunun potensial miqdarı” anlayışını tətbiq edirlər. Fərz edilərək ki, 1 mol qazkondensat qarışıqı standart şəraitlərdə  $0,02404m^3$ , potensial  $C_{5+}$  miqdarını bu düsturla hesablayırlar:

$$\Pi_1 = z_{C_{5+}} M_{C_{5+}} / 0,02404 \quad (1)$$

burada  $\Pi_1$  – lay qazının potensial miqdarı  $q/m^3$ -lə hesablanır,  $z_{C_{5+}}$  -  $C_{5+}$ -in mol payıdır, özü də qazkondensat qarışıqının tərkibində,  $M_{C_{5+}}$  -  $C_{5+}$  qrupunun molyar kütləsidir,  $q/mol$  ilə.

Əgər  $C_{5+}$  qrupunun kütləsi deyil, amma standart şəraitlərdə onun həcmi istifadə edilərsə, onda  $\Pi_1$ -i  $\rho_{C_{5+}}$ -ə bölərək, lay qazının  $sm^3/m^3$ -lərlə potensial miqdarını alırıq.

Mühəndis təcrübəsində həm də quru qaza “ $C_{5+}$ -in potensial miqdarı” anlayışını istifadə edirlər. O, fiziki tərəfdən çox əsaslandırılmışdır və onunla fərqlənir ki, qrupun kütləsini yaxud standart şəraitlərdə lay qarışıqının  $C_{5+}$  qrupu komponentlərinə malik olmayan həcminə aid edirlər:

$$\Pi_2 = z_{C_{5+}} M_{C_{5+}} / 0,02404 \quad (2)$$

burada quru qazın  $\Pi_2$ -si  $q/m^3$ -lərlə hesablanır.

Qazkondensat qarışıqında  $C_{5+}$ -in potensial miqdarı – mühəndis təcrübəsində neftin qaz tutumunda olduğu kimi mühüm xarakteristikaya malikdir. Düsturlar (1) və (2)-nin müqayisəsi göstərir ki, quru qaz potensial miqdarı, “döndərilmiş” qaz miqdarıdır.

Qazkondensat qarışıqlarının  $C_{5+}$  qrupunun potensial miqdarı vahiddən yüz-ə qədər  $q/m^3$ -lərdəki qiymətlər ala bilər ki, bu da

əsas amillərdən biridir və kondensatlaşmanın başlanması təzyiqlərin vahiddən onlarla MPa-ədək dəyişməsi diapazonunu təşkil edir.

Lay qarışıqı 15 komponentlərdən ibarət olan sistemlərlə modeləşdirilmişdir, özü də  $C_{5+}$  qrupu 9 komponentlərlə - fraksiyalarla təqdim edilmişdir, fraksiyon qovmanın verilənlərlə uyğunluqda və aşağıda şərh edilmiş lay qarışıqının modelinin tərtib edilməsi üsulu ilə hal tənliyinin istifadəsi zamanı.

Faza tarazlığının və çoxkomponentli sistemin istilik-fiziki xassələrinin modelləşdirilməsi üçün hal tənliyinin istifadəsi zamanı bu qarışıqı xarakterizə edən aşağıdakı verilənlər lazımdır: mol komponent tərkibi, hər bir komponentin xassələri – kritik təzyiq və temperatur, asentrik amil, komponentlərin binar qarışıqlı təsirinə əmsalları.

Neft və qazkondensat qarışıqları - bu, müxtəlif quruluşlu karbohidrogenlərin və qeyri-karbohidrogen komponentlərin böyük sayından ibarət olan olduqca mürəkkəb sistemlərdir, onda faza halının hesablamalarında lay qarışıqlarının modellərini istifadə edirlər. Adətən modellərdə real komponentlər bunlardır:  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $CH_4$ ,  $C_2H_6$ ,  $C_3H_8$ ,  $i-C_4H_{10}$ ,  $n-C_4H_{10}$ .

Yüksək qaynayan  $C_{5+}$  karbohidrogenlərin qrupu fraksiyalarına ayrılır, bunlardan hər birinə sistemin komponenti kimi baxılır. Belə yanaşma imkan verir ki, qarışıqın komponentlərinin düşünülmüş miqdarı ilə əməliyyat aparasan, özü də praktiki olaraq sistemin faza tarazlığının və fazaların istilik-fiziki xassələrinin şərhində dəqiqliyin itkisi olmadan. Daha çox ağır karbohidrogenlər az intensivliklə buxar fazasına buxarlandığı üçün, onda  $C_{5+}$  qrupunun tərkibi və xassələri tarazlaşmış fazalarda buxar maye tarazlığında olduqca çox fərqlənirlər (böhran yaxını sahəsi müstəsna olmaqla).  $C_{5+}$  qrupunun fraksiyalara ayrılması bu problemi həll etməyə və buxarla maye fazaları arasında həm miqdar münasibətini, həm də onların tərkiblərini və fiziki xassələrini düzgün yazmağa imkan verir.



Lay qarışığının tərkibində komponentlərin fraksiyalarının mol payı standart fiziki-kimyəvi laboratoriya tədqiqatları əsasında təyin edilir. Lakin qazkondensat və neft sistemlərinin laboratoriya tədqiqatlarının metodik qaydası müxtəlifdir, ona görə əvvəlcə qazkondensat, sonra isə neft sisteminə baxılır.

Lay qazkondensat sisteminin tərkibini quyuların mədən tədqiqatlarının qazkondensatlılığı və xammal kondensatının və separasiya qazının götürülmüş nümunələrinin sonralar laboratoriya fiziki-kimyəvi tədqiqatlarının aparılması nəticəsində alırlar. Lay qazkondensat qarışığının tərkibinin təyin edilmə metodikası (lay qazının) təlimatlarda ətraflı şərh edilmişdir. Yekunda aşağıdakı verilənlər əldə edilir:

- lay qazının mol tərkibi  $z_i$ , qeyri-karbohidrogen komponentlərin paylarını daxil edən karbohidrogenlərin pentanlaradək daxil olmaqla  $C_{6+}$  qrupunun yuxarıları;

- $C_{5+}$  qrupunun lay qazında potensial miqdarı  $\Pi_{C_{5+}}$ ;

- separasiya qazlarının komponent tərkibi  $y_i^{re}$ , deqazasiyanın  $y_1^{rd}$  və butansızlaşdırmanın  $y_i^{rb}$ , həm də bu qazların  $n^{re}$ ,  $n^{rd}$ ,  $n^{rb}$  z

- separasiya qazının 1000q-moluna düşən molların miqdarı;

- standart şəraitlərdə sıxlıq və butansızlaşdırılmış kondensatın (DBK) molekulyar kütləsi; butansızlaşdırılmış kondensatın fraksiya tərkibinin təyininin nəticələri (hər DBK-nın ümumi 10% -i ayrılır) və əgər DBK tədqiqatının verilənləri həqiqi qaynama temperaturu üzrə vardiylarsa qaynayan fraksiyaların standart şəraitlərdə sıxlığının və molekulyar kütləsinin təyini (QHT,  $10^0$  C-dən bir fraksiya ayrılır).

Lay qazının  $C_{5+}$  qrupu tərkibində fraksiyaların komponentlərin mol payının təyini üçün hesablamalar aşağıdakı ardıcılıqla aparılır:

1. DBK N - fraksiyalarını ayırırlar. Prinsipcə DBK-nın fraksiyalara ayrılması ixtiyari ola bilər. Başlıcası odur ki, standart şəraitlərdə fraksiyanın molekulyar kütləsi və orta qaynama

temperaturu məlum olsun, yaxud təyin edilə bilsin. Adətən bu, fraksiyanın ümumi qaynamanın hər 10 %-dən bir uyğun gələnləridir. Axırncı fraksiya bir qayda olaraq, qaynamayan qalığa uyğun gəlir. İtkiləri (adətən, ümumilə, 2% ətrafında) birincisinə, ən çox uçağan fraksiyasına əlavə edirlər.

2. Fraksiya  $i$ -nin sıxlığı  $20^0$  C-də və 0,101325 MPa-da. Həmin şəraitlərdə distillə olunmuş suyun sıxlığına aid ediləni ( $\rho_4^{20}$ ) " $i$ " ilə işarə edək. Bu kəmiyyət ölçüsüzdür və ədədi halda fraksiyanın  $q/sm^3$  - lərlə sıxlığına bərabərdir.

Əgər ayrılmış 1, ..., N-1 fraksiyalarının sıxlığı ( $\rho_4^{20}$ ) və molekulyar kütləsi  $M_i$  məlumdurlarsa, onda onları qovma verilənlərinə görə təyin edirlər, harada ki,  $\rho_4^{20}$  və  $M$  təyin edilir, hər 10 dərəcəli fraksiyanın və beləliklə, p.1-də ayrılmış hər fraksiya üçün onun qaynamasının başlanğıc və son temperaturlarını nəzərə almaqla uyğun qiymətlərini hesablamaq olar, yaxud da, eksperimental verilənlərin olmadığı halda, aşağıdakı kimi. Cədvəl 1-də olan fraksiyalar SCN qrupunu əmələ gətirirlər (abbreviatura Standart Carbon Number, yəni standart nömrələrlə karbonun fraksiyaları). Fraksiyaların qaynama hədləri elə seçilmişdir ki, hər bir intervalda yuxarı hədd qaynama temperaturuna  $+0.5^0$  C bərabər olsun.

$$\text{Beləliklə, } 0,5^0\text{C} + t_{qay}[n - C_{n-1}H_{2(n-1)+2}] < \\ t_{qay} C_n \text{ fraksiyanın } \leq 0,5^0\text{C} + t_{qay}[n - C_n H_{2n+2}].$$

Fraksiyaların sıxlığını orta qaynama temperaturu ilə uyğunluqda cədvəl qiymətlərinin interpoliyası ilə təyin edilə bilər.

Axırncı fraksiyanın sıxlığını ( $\rho_4^{20}$ )<sub>N</sub> DBK-nın məlum sıxlığı üzrə bütövlükdə və qalan fraksiyalar ( $\rho_4^{20}$ ),  $i = 1, N - 1$ -nin sıxlığının qiymətləri üzrə hesablamaq olar. Uyğun ifadələr aşağıdakı kimi alınır.

Fərz edirik ki, fraksiyaların qarışığı üçün Amaqa qanunu, yəni  $V = \sum_{i=1}^N V_i$  doğrudur. Onda bərabərlik  $\frac{1}{(\rho_4^{20})_{DBK}} =$

$$\sum_{i=1}^N \frac{g_i}{(\rho_4^{20})} \text{ yerinə yetirilir.}$$

*i*-ci fraksiyanın kütlə  $g_i$  və həcmi  $V_i$  payları arasındakı

$$g_i = V_i(\rho_4^{20})_i / \sum_{i=1}^N V_i(\rho_4^{20})_j$$

əlaqəsini nəzərə alaraq, aşağıdakı asılılığa malik oluruz:

$$(\rho_4^{20})_i = \sum_{i=1}^N V_i(\rho_4^{20})_j$$

Buradan  $(\rho_4^{20})_N$  kəmiyyətinin hesablanması üçün ifadəni alırıq:

$$(\rho_4^{20})_N = \frac{(\rho_4^{20})_{DBK} - \sum_{i=1}^N V_i(\rho_4^{20})_j}{V_N}$$

Fraksiyaların molyar kütləsinin qiymətləri Smit-Vatsonun klassik nomogramı üzrə alınmış qiymətlərlə yaxşı uyğunlaşır ki, bu da karbohidrogen fraksiyalarının sıxlığı, qaynama temperaturu və molyar kütləsi arasındakı əlaqəni müəyyən edir [8]. Verilmiş nomogram bir neçə müəlliflə aproksimasiya edilmişdir. Hesablamaların nəticələrinin müqayisəsi fraksiyaların molyar kütləsinin hesablanması üçün aşağıdakı asılılıqları təklif etməyə imkan verir:

$$\rho_4^{20} \leq 0,9 \text{ olanda } M = 5,805 \cdot 10^{-5} \left[ T_b^{2,3776} / (\rho_{15,5}^{15,5})^{0,9371} \right] \quad (3)$$

$$\rho_4^{20} > 0,9 \text{ olanda } M = 2,452 \cdot 10^{-7} \left[ T_b^{3,2156} / (\rho_{15,5}^{15,5})^{0,9371} \right] \quad (4)$$

Cədvəl 1

Təbii karbohidrogen sistemlərinin  $C_{5+}$  qrupu fraksiyalarının xassələri

Karbohidrogen fraksiyası	Qaynama hədləri, °C		Orta qaynama temperaturu, °C	Standart şəraitlərdə sıxlıq, q/sm <sup>3</sup>	Molekul -yar kütlə, q/mol
	əvvəl	son			
C <sub>5</sub>	qaynam əvvəli	36,5	32	0,634	72,2
C <sub>6</sub>	36,5	69,2	63,9	0,685	84
C <sub>7</sub>	69,2	98,9	91,9	0,722	96
C <sub>8</sub>	98,9	126,1	116,7	0,745	107
C <sub>9</sub>	126,1	151,3	142,2	0,764	121

C <sub>10</sub>	151,3	174,6	165,8	0,778	134
C <sub>11</sub>	174,6	196,4	187,2	0,789	147
C <sub>12</sub>	196,4	216,8	208,3	0,800	161
C <sub>13</sub>	216,8	235,9	227,2	0,811	175
C <sub>14</sub>	235,9	253,9	246,4	0,822	190
C <sub>15</sub>	253,9	271,1	266	0,832	206
C <sub>16</sub>	271,1	287,3	283	0,839	222
C <sub>17</sub>	287,3	303	300	0,847	237
C <sub>18</sub>	303	317	313	0,852	251
C <sub>19</sub>	317	331	325	0,857	263
C <sub>20</sub>	331	344	338	0,862	275
C <sub>21</sub>	344	357	351	0,867	291
C <sub>22</sub>	357	369	363	0,872	305
C <sub>23</sub>	369	381	375	0,877	318
C <sub>24</sub>	381	392	386	0,881	331
C <sub>25</sub>	392	402	397	0,885	345
C <sub>26</sub>	402	413	408	0,889	359
C <sub>27</sub>	413	423	419	0,893	374
C <sub>28</sub>	423	432	429	0,896	388
C <sub>29</sub>	432	441	438	0,899	402
C <sub>30</sub>	441	450	446	0,902	416

Sonuncu fraksiyanın molyar kütləsi aşağıdakı kimi müəyyən edilir.

Təyini üzrə  $M_{DBK} = \sum_{i=1}^N x_i M_i$ , burada  $M_{DBK}$  – DBK-nın mol kütləsi,  $x_i$  – *i*-ci fraksiyanın mol payı,  $N$  – DBK-nın fraksiyalarının sayıdır.

$x_i = [(\rho_4^{20})_i V_i / M_i] / \sum_{i=1}^N (\rho_4^{20})_i V_i / M_i$ , olduğu üçün, onda əvvəlki düsturla yerinə qoyaraq, alırıq:

$$M_{DBK} = \sum_{i=1}^N \frac{(\rho_4^{20})_i M_i}{\sum_{j=1}^N (\rho_4^{20})_j V_j / M_j} = \frac{\sum_{i=1}^N (\rho_4^{20})_i V_i}{\sum_{i=1}^N \rho_j V_j / M_j}$$

$$\frac{(\rho_4^{20})_{DBK}}{\sum_{j=1}^N (\rho_4^{20})_j V_j / M_j + (\rho_4^{20})_N V_N / M_N}$$

və yekunda

$$M_N = \frac{(\rho_4^{20})_N V_N}{M_{\text{DBK}} - \sum_{j=1}^N (\rho_4^{20})_j V_j / M_j} \quad (5)$$

Sonuncu fraksiyanın orta qaynama temperaturunu (K) qiymətləndirmək üçün sıxlıqdan asılılıqda (3), (4) ifadələrindən isti-fadə edirik:

$$(\rho_4^{20})_N \leq 0,9 \quad T_b = 60,5 \cdot M^{0,4206} (\rho_{15,5}^{15,5})_N^{0,3941} \quad (6)$$

$$(\rho_4^{20})_N > 0,9 \quad T_b = 113,7 \cdot M^{0,311} (\rho_{15,5}^{15,5})_N^{0,2914} \quad (7)$$

3. DBK-da hər fraksiyanın mol payını hesablayaq:

$$x_i^{\text{DBK}} = \frac{(\rho_4^{20})_i V_i / M_i}{\sum_{j=1}^N (\rho_4^{20})_j V_j / M_j} \quad (8)$$

Beləliklə, DBK-nın hər fraksiyasının xassələri və onun mol fraksiya tərkibi məlumdur (sıxlıq  $\rho_4^{20}$ , molyar kütlə və orta qaynama temperaturu).

### Nəticə

1. Neftqazkondensat yataqlarının işlənilməsinin variantlarının modelləşdirilmə və lay flüidlərinin faza keçidlərini izləməyə imkan verən qurğu yaradılmışdır.

2. Neftqazkondensat sistemlərinin nəzəri modelləşdirilməsi üsullarının istifadəsi cəhdinə başlanmışdır.

3. Hər iki üsulla alınan nəticələrdən yataqların geokəşfiyyatında, ilkin və sonrakı işlənilməsində karbohidrogen xammalının ehtiyatlarının hesablanması, yataqların abadlaşdırılmasında tam istifadə oluna bilər.

### Ədəbiyyat

1. Справочник по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных пластов и скважин. М., «Недра», а 1989 г.

2. Розенберг М.Д., Кундин С.А. Многофазная многокомпонентная фильтрация при добыче нефти и газа. М., «Недра», 1976 г., 511 с.