

## İşlənmiş son mərhələsində layda çökmüş yüngül karbohidrogen mayenin hasil edilməsi üçün rasional suvurma üsulunun işlənməsi

N.N. Həmidov, t.e.n.  
"Neftqazemittədqıqatlayıha" İnstitutu

e-mail: natiq.hamidov@socar.az

**Açar sözlər:** yataq, lay, işlənmə, quyu, suvurma, polimer-dispers sistem, məsələli mühit, keçiricilik, neftvermə əmsalı.

DOI.10.37474/0365-8554/2020-11-30-36

Разработка рационального метода закачки воды для добычи легкой углеводородной жидкости, выпавшей в пласт на последней стадии разработки  
Н.Н. Гамидов, т.н.н.  
НИПИнефтегаз

**Ключевые слова:** месторождение, пласт, разработка, скважина, заводление, полимерно-дисперсная система, пористая среда, проницаемость, нефтеотдача.

Исследованы трудности при добыче жидких углеводородов, становившихся неподвижными в результате ретроградных явлений или процесса дегазации на последней стадии разработки газоконденсатных, газоконденсатно-нефтяных или легких нефтяных месторождений, эксплуатирующихся в режиме истощения и изучено влияние усовершенствованного метода закачки воды, считающегося самым эффективным для неогорючих пластов.

Для повышения эффективности процесса закачки воды, предложена новая полимерно-дисперсная система, которая закачивается в пласт в виде оторочки в малых пропорциях, тем самым селективно закрывая зоны высокой проницаемости, увеличивая зону охвата закачиваемых пластов. На основе полиакриламида и отобранных бентонитовых глин Азербайджанского месторождения Даш Салахлы, включающих в себя наночастицы, был создан новый состав полимерно-дисперсной системы, а также изучена эффективность данной системы в условиях лабораторных исследований. Для проверки эффективности нового состава была создана физическая модель пласта на основе условий подобия, а эксперименты проводились по специальной процедуре.

Development of rational method of water injection for production of light hydrocarbon fluid deposited in reservoir in the last exploitation phase

N.N. Hamidov, Cand. in Tech. Sc.  
"Oil-Gas Scientific Research Project" Institute

**Keywords:** field, reservoir, exploitation, well, water injection, polymer-disperse system, porous medium, permeability, oil recovery rate.

The complications in production of liquid hydrocarbons became immovable due to the retrograde phenomenon or degassing process in the last stage phase of exploitation of gascondensate, gascondensate-oil or light oil fields, operated in depletion mode have been researched and the impact of advanced method of water injection considered as the most efficient for heterogeneous formation studied as well.

For the efficiency increase of water injection process, a new polymer-disperse system injected into the reservoir in small doses as a bank, therefore selectively closing the zones with high permeability and increasing the cover zone of injected reservoirs is proposed. Based on the polyacrylamide and taken bentonite clay samples from Dash Salakhly field of Azerbaijan including the nanoparticles, a new composition of polymer-disperse system has been developed, as well as the efficiency of the system in laboratory investigations studied. To control the effectiveness of the new composition, a physical reservoir model based on similar conditions has been developed and the experiments carried out through a special procedure.

Məlumdur ki, qaz-kondensat yataqlarının işlənməsi, xüsusən də lay yüksək təzyiqlə və temperaturata malik olduqda əlavə təsir üsulları nəzərə alınmadan layihələndirilir. Bunun əsas səbəbi belə termobarik şəraitdə laya təsir üsullarının böyük vəsait və mürəkkəb yerləşdirə avadanlıq tələb etməsidir. Lakin qaz-kondensat yataqlarının tətbiqində istismar retroqrad proseslər hesabına bir sıra mürəkkəbləşmələrə və kondensat ehtiyatının layda itirilməsinə səbəb olur.

Çoxsaylı tədqiqat işlərinin təhlili nəticəsində lay təzyiqinin azalması zamanı yaranan retroqrad kondensatın hidrodinamik proseslərdə iştirak etmə xarakterinə görə layı üç zonaya ayırmaq olar: quyudibi və ya quyu gövdəsi; quyudibi drenaj və quyudibinə süzülmə sərhədlərindən kənarda qalan.

Tükənmə zamanı üçüncü zonada təzyiqlə zəifləyən asılı olaraq səlis və nisbətən kiçik sürətlə azalır və sistemin retroqrad kondensasiya təzyiqinin qiymətində çatdıqda kondensatın çökməsi bütün lay boyu başlanır. Həmin sahələrdən quyu zonalarına süzülmə yataq üzrə flüidün mümkün istiqamətlərdə genişlənməsi və layın elastiklik qiymətlərinin hesabına baş verdiyindən çökmüş kondensatın hidrodinamik proseslərdə iştirakı zəif olur. Beləliklə, yatağın və hissələrinə çökmə kondensat məsələli mühitin kəndəsata doymasını istismar boyu təcridən artırır [1–3].

Burada məsələli mühitin təsiri də nəzərə alınmalıdır. Aparılmış tədqiqatlarla əsasən sahədə retroqrad kondensasiya lay təzyiqinin retroqrad kondensasiya təzyiqindən (pVT bombasında tə-

yin edilməsi) 20–25 % böyük qiymətlərdə süxur səthi hesabına yaranır [1–3]. Bu maye kütləsi yatağın qalnlığı, vertikal keçiricilik və süxur səthi ilə əlaqə dərəcəsindən asılı olaraq, qravitasiya qiymətlərinin təsiri altında layın dəbabinə doğru süzülərək çətin çıxarıla bilən ehtiyatın miqdarını artırır.

Rasional planlaşdırma üsulu ilə həyata keçirilmiş eksperimental tədqiqatlarla məlum olur ki, qaz-kondensat sisteminin diferensial kondensasiya zamanı lay modelində qalan kondensatın sıxlığı demək olar ki, xətti qanunauyğunluqla artır. Lakin bu artma intensivliyi nisbətən yüngül komponentlərin buxarlanması və hasil edilməsi hesabına maksimal kondensasiya təzyiqindən kiçik qiymətlərdə belə davam edir [1, 3, 4].

Ənanəvi işlərdən fərqli olaraq, diferensial kondensasiya zamanı pVT bombasında çökmüş retroqrad kondensatda həll olan qazın həcmünün dəyişmə qanunauyğunluğu, onun təzyiqdən asılılığı, qaz fazasının kondensat miqdarına, təzyiqlə düşküsündən asılı olaraq çıxarılan kondensatın həcminə və yatağın sını kondensatverimində təsiri öyrənilmişdir [3, 4]. Aşkar edilmişdir ki, tükənmə zamanı çökmüş kondensatın sıxlığının artması lay sisteminə təşviq edən qaz və maye komponentləri arasında qarşılıqlı həllənmə də zəifləyir. Məhz bu iki amilin təsiri nəticəsində quyudibi zonada və ya lay boyu çökmüş, sıxlığı nisbətən böyük olan kondensatın müxtəlif tərkibli qazlarla yənidən həll ediləməsi çətinləşir. Ona görə də təsir üsullarının metodologiyasının hazırlanmasında bu amillər nəzərə alınmalıdır.

Digər tərəfdən, işlənmənin son mərhələsində lay təzyiqinin xeyli aşağı düşməsi, və yatağın 50–60 % maye kondensatla doyması süni təsir üsullarının tətbiqini ləğv edir. Eyni zamanda bu termobarik şərait yatağın yüngül neft yatağı kimi süni təsir üsulları ilə istismar edərək sını kondensatverimində ciddi təsir edilməsi imkan yaradır. Bu baxımdan təqdim edilən tədqiqat işi istismarın son mərhələsində olan qaz-kondensat və ya qaz-neft-kondensat yataqlarında komponent verimliliyini artırılması məqsədilə çox geniş təbiiq edilən və daha səmərəli hesab olunan suvurma üsulunun tətbiqəndirilməsinə həsr edilmişdir.

Qaz-kondensat və qaz-kondensat-neft yataqlarının suvurma üsulu ilə işlənməsinin çətinlikləri və onların aradan qaldırılması yolları Məlumdur ki, klassik suvurma üsulunun səmərəliliyi, əsasən yataqların geoloji quruluşu və kollektorluq xüsusiyyətlərindən asılıdır. Layların sahə, dərinlik boyu və lokal şəkildə qeyri-bircins-

liyi su-neft konturunun hərəkətinin tənzimlənməsinə əsaslı şəkildə mane olur [5–8]. Yataq məlumatlarına istinadən, qaz-kondensat yataqlarında keçiriciliyin 0.005 mkm<sup>2</sup>-dən 0.1 mkm<sup>2</sup>-yə qədər böyük bir intervalda dəyişməsinə qeyd etmək olar. Bu səbəbdən, belə yataqlarda həta ehtimal və suvurucu quyuların iş rejimini tənzimləməklə belə su konturunun porşenvari hərəkətinin təmin etməklə mümkün olmur.

Layların zona xarakterli qeyri-bircinsliyi, yüksək keçiricilikli sahələrdə kiçik depressiyalarda belə, suyun hasilat quyularına daha sürətlə yol tapmasına zəmin yaradır. Belə zonalarda zəif keçiriciliyə malik sahələr isə təsiri məruz qalmır və həta yüksək depressiyalarda belə neft və ya kondensatın hasilat quyularına doğru hərəkətini təmin etməklə çətin olur. Yataq müxtəlif keçiricilikli, qeyri-bircins laylardan ibarət olduqda isə suvurmamın əhatə əmsalı azalır və prosesin səmərəliliyi qisməddətlə olur [9].

Mövcud problemlərin aradan qaldırılması, əsaslı su cəbhəsinin yaradılması və suvurma prosesinin səmərəliliyinin artırılması üçün müxtəlif kimyəvi reagentlərdən istifadə olunur. Bu məqsədlə keçən əsrin ortalarında başlayaraq suya polimer və qələvilər qarışdırmaqla laylara vurulur. Polimerlər suyun özlülüyünü artırır, suyun və neftin axıcılıq nisbətlərini azaltmaqla konturun bərabər itirilməsinə şərait yaradır. Qələvilər isə lay suları ilə təmasda olduqda çökmə qəbülətli əmələ gətirməklə sulu sahələrin keçiriciliyini azaldır. Lakin layda yüksək mineral tərkibli lay sularının olması prosesin səmərəliliyini kəskin şəkildə aşağı salır. Buna səbəb isə lay suları ilə təmasda olan kimyəvi reagentlərin molekulyar quruluşlarının destruktivliyinə uğramasıdır. Bu səbəbdən bəhs edilən reagent öz təsirinə itirir və ya çökmə qəbülətli məsələyə yığılır. Digər tərəfdən, bu reagentlərin çox böyük həcmə istifadəsi və bəha olması işçi agentin tətbiqinin səmərəliliyini aşağı salır [6].

Qeyd edilənlər bir daha göstərir ki, karbohidrogen yataqlarının geoloji quruluşunu, süxurların litoloji-fasial tərkibini, onların süzülmə-tutum xüsusiyyətlərini müxtəlifliyi, lay flüidlərinin fiziki-kimyəvi tərkiblərini nəzərə almaqla suvurma prosesinin səmərəliliyinin artırılması aktual məsələlərdəndir. Bu səbəbdən vurulan suyun layların yüksək keçiricilikli sahələrdə hərəkətinə məhdudlaşdırma və neft-su (kondensat-su) konturunun porşenvari hərəkətinin təmin edən yeni texnologiyalar axtarılır.

Suvurma prosesinin səmərəliliyinin artırılması üçün laylara kiçik həcmə, araqatı şəkildə

vurulur və bununla da həm yüksək keçiricilikli sahələri selektiv bağlayan, həm də layların vurulması ilə əhatə dairəsini genişləndirən yeni texnologiyaların işlənməsi daha məqsəduyğundur. Bu baxımdan polimer dispers sistemlər müəyyən üstünlüklərə malikdir. Onlar yüksək keçiricilikli layların süzülmə müqavimətini artırmaqla layların qeyri-bircinslilik dərəcəsinə azaldır və bununla da layların həm kəsiliş, həm də sahə üzrə vurulması ilə əhatə dərəcəsinin artır, həmçinin su cəbhəsinin salis hərəkətini təmin edir. Qeyd edilən səbəblərdən, müasir dövrdə belə üstün funksiyaları özündə birləşdirən müxtəlif tərkibli polimer dispers sistemlərə maraq keyfi artır.

Polimer dispers sistem kimi, adətən, polimer və bentonit gillərin kombinasiyasından istifadə olunur [5, 6]. Belə sistemlərin laylara vurulması texnologiyası sadə olub, əlavə kapital qoyuluşu tələb etmir. Bu prosesin həyata keçirilməsində mədən avadanlıqları kifayət etdiyindən yeni qurğu və obyektlərin inşasına ehtiyac yaranmır [7].

Qeyd edilənləri və digər tədqiqat işlərində [10] alınmış nəticələri nəzərə alaraq araşdırma şəklində istifadə ediləcək qarışığa qoyulan tələbləri aşağıdakı kimi ümumiləşdirə bilərik:

- təsir müddətində araşdırmanın fiziki xüsusiyyətləri inversiyaya uğramamalı;
- lay flüidinin keyfiyyətinə xələl gətirməməli;
- araşdırma tərkibində toksik maddə olmamalı və onun təbii qəbulu amaliyyəti aparan personal üçün təhlükə yaratmamalı;
- araşdırma qurğularında inqrediyentlərin defisit olmamalı və onlar yerli kəmərlərdən hazırlanmalı;
- amaliyyətin təbii qəbulu xüsusi avadanlığın hazırlanmasını tələb etməməli;
- araşdırma qurğularında mühitin ekoloji durumuna zərərli təsir göstərməməli və s.

Bu tələbləri nəzərə alaraq təqdim edilən tədqiqat işində poliakrilamid və Azərbaycanın Daş Salahlı yatağından götürülmüş nanohissəciklərə malik bentonit gilləndən istifadə etməklə yeni tərkibli polimer dispers sistem hazırlanması və onun laboratoriya təcrübələrində sinamilməsi məsələsinə baxılmışdır.

Yeni reagentin tərkibinin seçilməsi və əsaslandırılması

Daş Salahlı yatağı Daş Salahlıdan qərbbə 2 km, Qazax şəhərindən isə şimal-qərbbə 12 km məsafədə yerləşir. Yataqda geoloji-kəşfiyyat işlərinə 1970-ci illərdə başlanmışdır. Yatağın ilk istismar göstərilməsi ki, burada dünyanın nəhəng bentonit yataqları ilə rəqabət apara biləcək kifayət qədər yüksək keyfiyyətli bentonit ehtiyatı var [11].

Layların neftvermə əmsalını artırmaq məqsədilə polimer-dispers sistemlərin hazırlanması üçün bentonitin aşağıdakı keyfiyyətlərə malik olması vacibdir.

Əsas bentonit əmələ gətirən mineral sistem montmorillonitin miqdarı 70%-dən az olmamalı və suspenziya gil sistemində reoloji xassələrə nəzərən təyin olunmuş tiksotropik xassələrə malik olmalıdır:

- effektiv özlülüyü 30 mPa·s-dən çox olmamalı;
- 100–200 °C-də əlaqələndirici xassələrini və termostabilitiyini saxlamaq qabiliyyətinə malik olmalı;
- şişmə qabiliyyəti 20–30 vahiddən az olmamalıdır.

Daş Salahlı bentonit yatağından götürülmüş nanohissəciklərə malik gil nümunələrində qeyd edilən bütün xüsusiyyətlər öz əksini tapdığı üçün yeni tərkibli polimer dispers sistemin yaradılması məqsədilə laboratoriya təcrübələrini aparılmasında bu gillərin şəraitində sınaq işlərinin aparılması məqsəduyğun hesab edilmişdir.

Daş Salahlı bentonit yatağından götürülmüş gilin tərkibi aşağıdakı kimidir: montmorillonit – 85–92%; kristobalit – 4–5%; kalsit – 1–2%; plagioklaz – 4–8%.

Rentgen tədqiqatlarına əsasən gilli məhlulda olan gil hissəciklərinin uzunluğu 0,5–1,0 mkm, qalınlığı isə 8–12 nm intervallında dəyişir [11].

Oxşarlıq meyarlarının əsaslandırılması, laboratoriya qurğusunun yaradılması

Ekspərimental tədqiqatların planlaşdırılması zamanı ən əhəmiyyətli mərhələlərdən biri də təbii lay şəraiti ilə lay modeli arasında oxşarlıq şərtlərinin düzgün təyin edilməsidir. Lakin qaz-kondensat yataqlarının istismar zamanı baş verən proseslərin lay modelində öyrənilməsi təcrübəsi göstərir ki, təbii şərait və model arasında oxşarlıq şərtlərinin təyin edilməsində əlavə, təyin olunan şərtlərin ödənilməsi çox çətindir və bəzən qeyri-mümkündür. Ona görə də belə tədqiqatlar məhdud çərçivədə və ya oxşarlıq şərtlərinin təqribi ödənilməsi şərti daxilində həyata keçirilir [12]. Buna baxmayaraq, təbii proseslərin tam əks etdirilməsi üçün layın fiziki modeli həndəsi, hidrodinamik, fiziki-kimyəvi və termodinamik baxımdan əlverişli tədqiqat obyektinə çevrilməlidir ki, alınmış nəticələrin real şəraitə təbii mümkün olsun.

Qoyulmuş məsələ layda qalıq kondensatın su ilə sıxışdırılacağından tədqiqat su-neft sistemlərində olduğu kimi həll edilmişdir. Lay modelinin göstərilən istiqamətlər üzrə oxşarlıq meyarlarını təyin etmək üçün parametrlər  $\pi_1$  və  $\pi_2$  amilla-

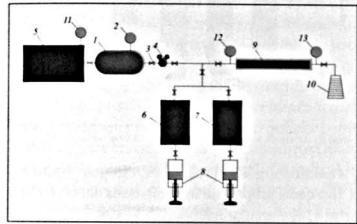
rinin avtomodel qiymətləri (uyğun olaraq 0,5 və  $0,5 \times 10^4$ ) əsasında təyin edilmişdir [12]

$$\pi_1 = \frac{\sigma}{\Delta p_{\text{min}} \sqrt{\frac{k}{m}}} \quad \text{və} \quad \pi_2 = \frac{\sigma L_{\text{min}}}{k \Delta p_{\text{min}}} \quad (1)$$

burada  $L$  – lay modelinin uzunluğu,  $k$ ;  $m$  – uyğun olaraq məsaməli mühitin keçiriciliyi və məsaməliyi;  $\Delta p$  – modeldə yaradılan təzyiqlər fərqi;  $\mu$  – neftin özlülüyü;  $\sigma$  – səthi gərilmə;  $v$  – süzülmə sürətidir.

Göstərilən şərtlər daxilində parametrlərin minimal və maksimal qiymətləri (1) ifadələri əsasında hesablanmışdır.

Beləliklə, yeni tərkibə malik işçi agentin səmərəliliyinin laboratoriya şəraitində sinamilməsi üçün uzunluğu 1,5 m, diametri 0,03 m olan silindrik burudan lay modeli kimi istifadə edilmişdir. Qurğunun sxemi şəkil 1-də verilmişdir.



Şəkil 1. Ekspərimental qurğu

Laboratoriya qurğusu əsasən nasos 1, manometr 2, 11, 12, 13, ventillər 3, tənzimləyici reduktor 4, su çəni 5, polimer məhlulu çəni 6, gil məhlulu çəni 7, dozator nasoslar 8, layın fiziki modeli 9, ölçü stakan 10 və digər nəzərə-ölçü cihazlarından ibarətdir (bax: şəkil 1). Lay modeli, işçi parametrlərinə uyğun təzyiqlə və temperatura hesablanmış çevik birləşmələrin köməyi ilə istənilən digər avadanlıqlarla əlaqələndirilə bilər və ya təcrid edilə bilər. Ekspərimentlərin otaq temperaturunda aparılmasına baxmayaraq, burada stabil temperatur qidmətinin hesabına, yeni istilikdaşıyıcı mayenin (qliserin məhlulu) modelin köynəyinin giriş və çıxışı arasında dövr etdirilməsi ilə saxlanılır. Lay sisteminin köçürülməsi üçün lay modeli digər nasos qurğusu ilə də ardıcıl birləşir. Sıxışdırma zamanı bərabər termobarik şərait və təzyiqlər fərqi termometr və manometrlərin 12 və 13 hesabına yaradılır.

Digər amillər: layın kollektorluq xassələri; lito- loji tərkibi; lay sisteminin və vurulan suyun tərkibi naturaya uyğun seçilməlidir. Silindrik lay modeli kvarts qumu və kvarts tozu (küllü) qarışığı ilə doldurulmuşdur. İlk təcrübədə lay modelinin keçiriciliyi  $267 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2$ , məsaməliyi isə 26 % olmuşdur. Bütün təcrübələrdə qalıq və ya lay suyu nəzərə alınmadan, özlülüyü 6 mPa·s, sıxlığı 805  $\text{kg/m}^3$  olan yüngül neftdən və vurulan su kimi içməli sudan istifadə edilmişdir.

Təkmilləşdirilmiş suvurma üsulunun sadə lay modelində tətbiqi

Oxşarlıq meyarları əsasında yaradılmış silindrik lay modeli, özlülüyü 6 mPa·s, sıxlığı 805  $\text{kg/m}^3$  olan yüngül neftlə doldurulur (bax: şəkil 1). Modelin neft ilə tam doyması təsdiq ediləndən sonra onun temperaturunun (otaq temperaturu) sabitliyi təmin edilir. Bundan sonra sabit termodinamik parametrlər şəraitində və təyin edilmiş sabit təzyiqlər fərqi qədər neftin içməli su ilə sıxışdırılması başlanır. Proses alınan məhsulun 100 % sulaşmasına qədər davam etdirilir. Beləliklə, lazım olan ölçmə işləri daşıyıqların və eksperimentin birinci mərhələsi başa çatır.

İkinci mərhələdə, alınan məhsul əsasən içməli su ilə 100 % sulaşmış lay modelində sıxışdırma prosesi eyni temperatur, təzyiqlər fərqi (giriş və çıxış təzyiqləri) sabit saxlanılmaqla yenidən davam etdirilir. Lakin bu dəfə ilkin olaraq, gil içməli suda təyin olunmuş miqdarda hazırlanmış (10%-li) məhlul qarışıqları daxil edilir. Bundan sonra içməli sudan və poliakrilamidə ibarət (0,5 %-li məhlul) təyin olunmuş həcmdə polimer sisteminin davamı kimi vurulur və daha sonra sıxışdırma prosesi eyni içməli su ilə alınan məhsul 100 % sulaşana qədər davam etdirilir. Sonda eksperimentin məqsədinə uyğun olaraq lazımı ölçülər təyin edilir və onların etibarlılığı dəqiqləşdirilir.

Göstərilən qayda üzrə biricins sadə lay modelində aparılan sınaqların yekun nəticəsi cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1-dən görüldüyü kimi, birinci mərhələnin sonunda alınan məhsulun 100 % sulaşmasına baxmayaraq (neftvermə 32 %), lay modelinə polimer dispers sistemi araşdırma şəklində vurulduqdan sonra isə onun neftvermə kəskin artaraq 78 % təşkil etmişdir. Belə ki, ikinci mərhələdə alınan məhsul 100 % sulaşdıqdan sonra "layın" su neftvermə əmsalı 78 %-ə bərabər olur.

Araşdırmanın rəasional həcmində təyin edilməsi Tədqiqat zamanı əsas məsələlərdən biri də vurulacaq araşdırmanın optimal həcmindən ibarət olumamasıdır. Məlumdur ki, laya təsir zamanı araşdırmanın

Mərhələ	Neftin sıxlığı, $\text{kg/m}^3$	Neftin özlülüyü, $\text{mPa}\cdot\text{s}$	Sıxıdırmaçı işçi agent	Araqaatın tərkibi	Araqaatın həcmi, məsələli məhlinin həcmi	Son neftvermə, %
I	805	6	İçməli su	-	-	32
II	805	6	İçməli su	Daş Salahlı gili (10% məhlul)	0.05	78
				Poliakrilamid (0.5% məhlul)	0.1	

həcmi laydan alınan əlavə məhsulun maya dəyərinin artmasına səbəb olarsa, bu təbii ki, ümumilikdə üsulun samərəliyyətinə mənfi təsir göstərəcəkdir. Ona görə də bu amil təklif edilən üsula qoyulmuş əsas tələblərdən biri kimi tədqiq edilməlidir.

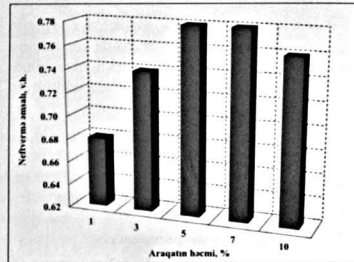
Təklif edilən üsula qoyulan əsas meyarlar ümumi şəkildə yuxarıda göstərilmişdir. Buna əlavə olaraq, yeni tərkibli polimer dispers sistemdə gilli məhlulun həcmi elə seçilməlidir ki, quyudibi zonanın keçiriciliyini pisləndirməsin və layın udma qabiliyyətinə mənfi təsir etməsin. Həmçinin vurucu quyulardan vurulmaqla layın dərinliklərinə nüfuz etsin və yüksək keçiricilikli kollektorlarda suyun hərəkətinə qarşı lay müqavimətini artıraraq, suyu zəif keçiricilikli sahələrə doğru yönəldə bilər.

Araqaatın həcmi, layın fiziki-mexaniki göstəricilərindən, onun termobarik vəziyyətindən, lay flüidinin reofiziki göstəricilərindən, araqaatın layda yerləşməsinə təmin edən işçi agentin əməliyyatın aparılmasını müddətləndirən onun keyfiyyətinin dəyişməsinə təsiri dərəcəsindən asılı olaraq geniş diapazonda dəyişə bilər. Bu istiqamətdə aparılan tədqiqatlar əsasən araqaatın həcmi layın məsələli məhlinin 4–35%-i qədər götürülməsi optimal hesab oluna bilər [10].

Qeyd olunanları nəzərə alaraq, lay modelində gill məhlulun həcmi müxtəlif qiymətlərdə bir neçə təcrübə aparılmışdır.

Laboratoriya qurğusu, istifadə edilən nümunələr, materiallar, termobarik şərait eyni saxlanılmaqla, eksperimentlərin aparılma qaydası da yuxarıda göstərilən qaydada yerinə yetirilmişdir. Lakin burada yüngül neftin sıxıdırılması, eyni xassələrə malik beş lay modelində müqayisəli şəkildə aparılmışdır. Əvvəlcə hər bir lay modelində sıxıdırmanın birinci mərhələsi (alınan məhsulun içməli su ilə 100% sulaşması) eyni şəkildə başa çatdırılır. Sonra isə hər bir lay modelinə Daş Salahlı gilinin 10%-li məhlulun 0.01, 0.03, 0.05, 0.07 və 0.1 məsələli mühit həcmi qədər müxtəlif miqdarda araqaat vurulur, lakin polimer (poliakrilamid) məhlulun həcmi (0.1 məsələli mühit həcmində) və qatılığı (içməli suda 0.5%)

sabit saxlanılmışdır. Beləliklə, sıxıdırmanın ikinci mərhələsi yuxarıda şərh edildiyi qaydada başa çatdırılır. Prosesin sonunda hər beş modelin son neftvermə əmsalı təyin edilmişdir. Bu təcrübələrin nəticələri şəkil 2-də göstərilmişdir.



Şəkil 2. Araqaatın həcmi, %-ə uyğun son neftvermə əmsalı

Şəkiləndirən görünüşü kimi, araqaatın həcmi 5%-ə qədər artması ilə son neftvermə əmsalı (NVƏ) artır. Lakin araqaatın həcmi 5%-dən 7%-ə qədər artması NVƏ qiymətinə heç bir təsir göstərmir, sonrakı artımı isə prosesa mənfi təsir göstərir.

Təcrübələr nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, işlənmənin son mərhələsində olan qaz-kondensat və ya qaz-kondensat-neft yataqlarında layların keçiriciliyə görə qeyri-bircinsliyin aradan qaldırmaq və vurulan suyun əhatə dairəsini genişləndirmək üçün tərkibi aşağıda göstərilən komponentlərdən ibarət polimer dispers sistemdən istifadə etmək məqsəduyğundur:

Poliakrilamid (polimer) 0.5–1.0 həcm %  
 Daş Salahlı bentonit gili 4.0–8.0 həcm %  
 İçməli su qalantı

Üsulun qeyri-bircins lay modelində tədqiqi Layın qeyri-bircinsliyinə daha qabarıq şəkildə nəzərə almaq məqsədilə lay modelində fiziki və hidrodinamik oxşarlıq meyarlarına xələf gətirmədən dəyişiklik edilmişdir. Belə ki, təcrübə bir-biri ilə əlaqəsi olmayan iki müxtəlif kollektorluq xü-

Cədvəl 2

Modellər	Keçiricilik, $10^{-15} \text{ m}^2$	Məsələlilik, %	PDS tətbiqindən əvvəl		PDS tətbiqindən sonra	
			Son neftvermə əmsalı, %	$\theta=Q_1/Q_2$	Son neftvermə əmsalı, %	$\theta=Q_1/Q_2$
Sadə lay modeli	267	26	32.0	-	78.0	-
İki təbəqəli lay modeli	254	26	30.1	10.8	70.3	2.3
	166	23	14.7		54.8	

susiyətinə malik lay modelində aparılmışdır. Lay modelinin yaradılmasında yəni də kvart qumu və kvart tozunun (külünün) müxtəlif nisbətlərdən istifadə edilmiş, müxtəlif kollektorluq xüsusiyyətlərinə malik laylar isə bir-birindən çox nazik təbəqə ilə təcrübə olunmuşdur. Yüksək kollektorluq xassələrinə malik layın keçiriciliyi  $254 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2$ , məsələlilik əmsalı 26%, zəif kollektorluq xassələrinə malik layın keçiriciliyi  $166 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2$ , məsələlilik əmsalı 23% olmuşdur.

Su ilə sıxıdırmanın birinci mərhələsindən sonra son NVƏ yüksək keçiricilikli lay üçün 30.1%, aşağı keçiricilikli lay üçün isə 14.7% təyin edilmişdir. İkinci mərhələdə hər iki laya paralel olaraq eyni vaxtda eyni araqaat (məsələli mühit həcmi 0.05 misli həcmində Daş Salahlı yatağı gilin içməli suda 10%-li məhlulu və ardınca məsələli mühit həcmi 0.1 misli həcmində içməli suda hazırlanmış 0.5% qatılığında poliakrilamid məhlulu) vurulmuşdur. Sonra isə sıxıdırma ümumi qaydada içməli su ilə davam etdirilmişdir. Alınan məhsulun tam sulaşmasından sonra son NVƏ yüksək keçiricilikli lay üçün 70.3%, aşağı keçiricilikli lay üçün isə 54.8% olmuşdur.

Təcrübələrdən sonra yüksək və aşağı keçiricilikli laylardan eyni müddətdə süzülən (çıxarılan) neftin həcmi müqayisə olunmaqla polimer dispers sistemin təsiri təhlil edilmişdir. Bunun üçün aşağıdakı nisbətdən istifadə olunmuşdur:

$$\theta = Q_1 / Q_2, \quad (2)$$

burada  $Q_1, Q_2$  – uyğun olaraq, yüksək və aşağı keçiricilikli laylardan alınan neftin həcmələridir.

Hesablamalardan göründüyü kimi, polimer dispers sistem təbiiq olunmamışdan əvvəl su ilə sıxıdırılma zamanı yüksək keçiricilikli laydan alınan neftin həcmi aşağı keçiricilikli laydan alınan neftin həcminə olan nisbəti 10.8 olduğu

halda, polimer dispers sistemin tətbiqindən sonra su ilə sıxıdırma zamanı bu nisbət 2.3-ə bərabər olmuşdur (cədvəl 2).

Beləliklə, lay modelində aparılmış laboratoriya təcrübələri əsasında suvarma prosesində polimer dispers sistemlərin araqaat şəklinə təbiiq olunması, layların qeyri-bircinsliyinə mənfi təsirinə azaltılması və vurulan suyun əhatə dairəsini artırmasının son komponentverməsinə müsbət təsir etməsi təsdiq olunmuşdur.

Nəticə

Tükənən rejimində istismar edilən qaz-kondensat və ya qaz-kondensat-neft yataqlarının son mərhələsində layda qalan və çətin çıxarıla bilən maye karbohidrogenin hasil edilməsi üçün çətinliklər aradan qaldırılmalı və burada suvarma üsulunun tətbiq edilməsi istiqamətində əsaslandırılmışdır.

Laboratoriya qurğusu və təcrübələrin aparılma qaydası oxşarlıq meyarları əsasında yaradılmış və qeyri-bircins yataq şəraiti nəzərə alınmaqla layda qalan karbohidrogen mayenin xüsusi tərkibli araqaatına malik suvarma üsulu ilə hasil edilməsi prosesi laboratoriya şəraitində modelləşdirilmişdir.

Sadə lay modelində aparılan nəticələrə əsasən müəyyən edilmişdir ki, xüsusi tərkibli malik – Daş Salahlı gili və poliakrilamid qarışığından hazırlanmış polimer dispers araqaatı təbiiq edilməklə aparılan suvarma “layın” neftverimini adi suvarma üsuluna nisbətən 32%-dən 78%-ə qədər artırma bilər.

Yatağın qeyri-bircinsliyi nəzərə alınmaqla aparılan təcrübələrə əsasən, təklif edilən araqaatın təbiiq suvarma zamanı neft-su kontaktının hərəkətini tənzimləyərək suyun əhatə dairəsini artırır və layın qeyri-bircinsliyinə mənfi təsirinə göstərilən halda 4.7 dəfə azaltmış olur.



**Ədəbiyyat siyahısı**

1. *Abasov M.T., Abbasov Z.Y., Dzhahalov G.I., Feyzullayev X.A., Fataliyev V.M., Gamidov N.N., Izabakarov M.* Влияние пористой среды на испаряемость конденсата при воздействии "сухим" углеводородным газом // Доклады РАН, 2005, т. 405, № 3, с. 368-370.
2. *Abasov M.T., Abbasov Z.Y., Fataliyev V.M., Gamidov N.N., Mamedova G.G.* О фазовых превращениях при разработке газоконденсатных залежей // Доклады РАН, 2009, № 6, т. 427, с. 802-805.
3. *Abasov M.T., Abbasov Z.Y., Fataliyev V.M., Gamidov N.N., Mamedova G.G.* Прикладные вопросы термодинамики при добыче нефти и газа. – Баку: Нафта-Пресс, 2013, 212 с.
4. *Fataliyev V.M., Gamidov N.N., Mamedova G.G. и др.* Экспериментальное изучение влияния плотности оставшегося в пласте конденсата на показатели процесса его испарения // Известия НАН Азербайджана, Науки о Земле, 2013, № 3, с. 67-71.
5. *Gazizov A.A.* Увеличение нефтеотдачи неоднородных пластов на поздней стадии разработки. – М.: Недра, 2002, 640 с.
6. *Khislamov R.S., Gazizov A.A., Gazizov A.Sh.* Увеличение охвата продуктивных пластов воздействием. – М.: ОАО ВНИИОЭНГ, 2003, 566 с.
7. *Gazizov A.Sh., Gazizov A.A.* Повышение эффективности разработки нефтяных месторождений на основе ограничения движения вод в пластах. – М.: ООО "Недра Бизнесцентр", 1999, 285 с.
8. *Hamidov N.N., Əliyev S.Ə.* Neft yataqlarının işlənməsində polimer-dispers sistemlərin tətbiqi // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2012, № 11, s. 23-26.
9. *Afanasyev A.V., Gorbunov A.T., Shustef I.N.* Заводнение нефтяных месторождений при высоких давлениях нагнетания. – М.: Недра, 1974, 213 с.
10. *Bagirov M.K., Mamedov T.M.* Повышение нефтеотдачи пласта с применением микропенных систем. – Баку: АзТУ, 2001, 279 с.
11. *Nasedkin V.V., Shirinzade N.A.* Даш-Салахлинское месторождение бентонита. – М.: ГЕОС, 2008, 85 с.
12. *Efros D.A.* Исследования фильтрации неоднородных систем. – Л.: Гостоптехиздат, 1963, 350 с.

**References**

1. *Abasov M.T., Abbasov Z.Ya., Dzhahalov G.I., Feyzullayev Kh.A., Fataliyev V.M., Gamidov N.N., Izabakarov M.* Vliyaniye poristoy sredy na isparyaemost' kondensata pri vozdeystvii "sukhim" uglevodorodnym gazom // Doklady RAN, 2005, t. 405, No 3, s. 368-370.
2. *Abasov M.T., Abbasov Z.Ya., Fataliyev V.M., Gamidov N.N., Mamedova G.G.* O fazovykh prevrashcheniyakh pri razrabotke gazokondensatnykh zalezhey // Doklady RAN, 2009, No 6, t. 427, s. 802-805.
3. *Abasov M.T., Abbasov Z.Ya., Fataliyev V.M., Gamidov N.N., Mamedova G.G.* Prikladnyye voprosy termodinamiki pri dobyche nefli i gaza. – Baku: Nafta-Press, 2013, 212 s.
4. *Fataliyev V.M., Gamidov N.N., Mamedova G.G. i dr.* Experimental'noe izucheniye vliyaniya plotnosti ostavshegosya v plaste kondensata na pokazateli protsessya yego ispareniya // Izvestiya NAN Azerbaidzhana, Nauki o Zemle, 2013, No 3, s. 67-71.
5. *Gazizov A.A.* Uvelicheniye nefteotdachi neodnorodnykh plastov na pozdneye stadii razrabotki. – M.: Nedra, 2002, 640 s.
6. *Khislamov R.S., Gazizov A.A., Gazizov A.Sh.* Uvelicheniye okhvata produktivnykh plastov vozdeystviem. – M.: OAO VNIIOENG, 2003, 566 s.
7. *Gazizov A.Sh., Gazizov A.A.* Povysheniye effektivnosti razrabotki neftyanykh mestorozhdeniy na osnove ogranicheniya dvizheniya vod v plastakh. – M.: OOO Nedra, Biznestsentr, 1999, 285 s.
8. *Hamidov N.N., Aliyev S.T.* Neft yataglarının işlənməsində polimer-dispers sistemlərin tətbiqi // Azerbaijan neft təsərrüfatı, 2012, No 11, s. 23-26.
9. *Afanasyev A.V., Gorbunov A.T., Shustef I.N.* Zavodneniye neftyanykh mestorozhdeniy pri vysokikh davleniyakh nagnetaniya. – M.: Nedra, 1974, 213 s.
10. *Bagirov M.K., Mamedov T.M.* Povysheniye nefteotdachi plasta s primeneniem mikropeennykh sistem. – Baku: AzTU, 2001, 279 s.
11. *Nasedkin V.V., Shirinzade A.N.* Dash-Salakhlińskoye mestorozhdeniye bentonita. – M.: GEOS, 2008, 85 s.
12. *Efros D.A.* Issledovaniya fil'tratsii neodnorodnykh sistem. – L.: Gostoptekhizdat, 1963, 350 s.