

QAZ-KONDENSAT YATAĞININ İŞLƏNİLMƏ PROSESİNDƏ QALIQ SUYUN KONDENSAT İTKİSİNƏ TƏSİRİNİN EKSPERİMENTAL TƏDQIQI

V.M.Fətəliyev

*Azərbaycan MEA Geologiya İnstitutu
AZ1143, Bakı, H.Cavid prosp., 119*

Məqalədə müxtəlif temperatur, məsaməlilik və ilkin stabil kondensatın sıxlığı şəraitində layın qalıq su ilə doyma dərəcəsinin qaz-kondensat yatağının son kondensatvermə əmsalına təsiri eksperimental yolla tədqiq edilmiş və göstərilmişdir ki, qalıq suyun miqdarı artdıqca layın son kondensatvermə əmsalı azalır. Lakin məsaməliliyin artması, ilkin kondensatın sıxlığının azalması və lay temperaturunun artması qalıq suyun təsrini zəiflədir.

Neft yataqlarında olduğu kimi, qaz-kondensat yataqlarında da məsaməli mühitin bir hissəsi, yatağın formalaşması prosesində məsaməli mühitdən lay suyunun karbohidrogen sistemi ilə sıxışdırılması nəticəsində yaranan, əlaqəli və ya qalıq su ilə doymuş olur. Qalıq suyun miqdarı yatağın geoloji strukturundan, litoloji tərkibindən, məsaməli mühiti doyduran qaz və mayələrin xüsusiyyətlərindən və termobarik şəraitdən asılı olaraq, müxtəlif həddə dəyişə bilər. (Гиматудинов, 1971) qeyd etdiyi kimi, təzyiq, temperatur və karbohidrogen sisteminin tərkibindən asılı olaraq, qaz fazasının tərkibində də müəyyən miqdarda su buxarı mövcud olur. Su buxarı laydakı qalıq suyun buxarlanması nəticəsində yaranır ki, bu da laydakı termobarik şəraitə uyğun olaraq lay sisteminin termodinamiki tarazlıq halının saxlanması və ya bərpa olunması hesabına baş verir. Elə bu səbəbdən də verilmiş təzyiqdə temperaturun artması ilə qaz fazasında su buxarının miqdarı artır və verilmiş temperaturda təzyiqin artması isə onun azalmasına səbəb olur. Ümumi termodinamiki qanunauyğunluqdan əlavə, karbohidrogen və su qarışığı olan sistemlərdə “ikili əks kondensasiya” adlanan hadisə də müşahidə edilmişdir. Bu hadisə, yəni su buxarı tərkibli karbohidrogen sistemin təzyiqin izotermik olaraq azaldılması zamanı karbohidrogen və suyun ayrılma qabiliyyətində ayrılması ilk dəfə Vander-Vaals tərəfindən müşahidə edilmişdir. Təcrübələrə əsasən, bu hadisəyə komponentlərdən biri polyar olan sistemlərdə daha çox rast gəlinir.

V.M. Fətəliyev (2005) qalıq suyun diferensial kondensasiya zamanı layın kondensatveriminə və yatağın işlənilməsinin son mərhələsində çökmüş kondensatın təbii “quru” qazla buxarlan-

dırılmasına təsirini daha ətraflı tədqiq etmişdir. Tədqiqat zamanı istifadə edilmiş lay modelinin yaradılmasında müxtəlif diametrlə dənəciklərdən ibarət olan kvars qumundan istifadə edilmişdir. Experimentlər lay temperaturunun (70-110°C), məsaməliliyin (0,1-0,4), ilkin stabil kondensatın sıxlığının (720-780 kq/m³) və qalıq suyun (0-40%) qiymətlərinin kifayət qədər böyük intervallarda dəyişməsi şərti ilə kvadratlar kombinasiyası üsulundan istifadə olunmaqla aparılmışdır (Протодьяконов, Тедер, 1970). Beləliklə, müəyyən edilmişdir ki, məsaməli mühitdə qalıq suyun miqdarının 0-dan 40%-ə qədər artması layın kondensatverimini orta hesabla 19-20%, kondensatın “quru” təbii qazla buxarlandırılmasını isə 17-18% azaldır. Eyni zamanda, məlum olmuşdur ki, qalıq suyun təsiri parabolik qanunauyğunluğa tabedir və onun miqdarının 10-15%-dən daha çox artması ilə göstərilən mənfi təsir də intensivləşir. Lakin burada alınan nəticələrin səbəbləri fiziki-termodinamiki baxımdan aydınlaşdırılmamışdır.

V.M.Buleyko (Булэйко, 2007) qeyd edir ki, qalıq su yatağın yerləşdiyi məsaməli mühitin ayrılmaz bir hissəsidir və onun nəzərə alınmaması ehtiyatın hesablanmasında böyük xətalara gətirib çıxara bilər. Burada məsaməli mühitin su ilə doymasının heptanın-C₃ adsorbsiyasına təsiri eksperimental yolla tədqiq edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, su ilə doyma 1%-ə qədər artdıqda iri kvars dənəciklərindən ibarət olan məsaməli mühitin sorbsiya qabiliyyəti artaraq maksimal həddə çatır, lakin bundan sonra su ilə doymanın artması adsorbsiyanı zəiflədir və onun daha böyük qiymətlərində karbohidrogen komponentlərinin suda həll olması ilə əvəz olunur. Yekun nəticəyə əsasən, mürəkkəb karbohidrogen sistem-

lərinin faza münasibətləri tədqiq edilərkən məsaməli mühitlə yanaşı, su ilə doyma – qalıq suyun nəzərə alınması vacibdir.

Yuxarıda verilmiş qısa icmaldan görüldüyü kimi, məsaməli mühitdə yerləşən qalıq su karbohidrogen yataqlarının ayrılmaz hissəsi kimi qəbul edilməli, yataqların ehtiyatının hesablanması da daxil olmaqla istismar və işlənmə sistemlərinin yaradılmasında, layihələndirilməsində, hidrodinamik və termodinamik məsələlərin həllində nəzərə alınmalıdır. Lakin qeyd etmək lazımdır ki, qalıq suyun qaz-kondensat sistemlərinin faza münasibətlərinə təsiri tədqiqatçılar tərəfindən birmənalı şəkildə qiymətləndirilməyib (Fətəliyev, 2005). Burada qalıq suyun yatağın kondensatveriminə, sistemin kondensasiya təzyiqinə və çökmüş kondensatın buxarlandırılmasına təsiri haqqında məlumatlar bəzən ziddiyyətli və bəzən də müstəsənəlik təşkil etdiyindən elmi-nəzəri əsaslandırma üçün kifayət etmir.

Qaz-kondensat yataqlarının tükənmə prosesində və istismarın son mərhələsində retroqrad çökmüş kondensatın təbii “quru” qazla buxarlandırılmasına termobarik şəraitin, məsaməli mühitin və onun kollektorluq xüsusiyyətlərinin, kondensatın sıxlığının və qalıq suyun təsiri kompleks şəkildə tədqiq edilmişdir (Абасов и др., 2011). Burada eksperiment apararkən qarşıya çıxan əsas çətinliklərdən biri də qalıq suyun və ya əlaqəli suyun modelləşdirilməsi idi. Qeyd olunduğu kimi, karbohidrogen yataqlarındakı qalıq və ya əlaqəli su, mənşəyinə görə yatağın formalaşmağa başladığı dövrlərə aid edildiyindən, uzun illər ərzində müxtəlif dəyişikliyə məruz qalaraq lay şəraitində müəyyən fiziki-kimyəvi əlaqə formaları və geoloji-termodinamik vəziyyətini formalaşdırır. Digər tərəfdən, qeyd etmək lazımdır ki, əlaqəli su uzun müddət yüksək təzyiq və temperatur altında minerallarla zənginləşmiş və süxur dənəciklərinin səthi ilə sıx əlaqədə olan lay suyu olduğundan onun laboratoriya şəraitində yaradılması çətindir. Əgər süxurların hidrophil və ya hidrofob olmasını da nəzərə alsaq, göstərilən amilin laboratoriya şəraitində birbaşa alınmasının çox çətin olması aydın olur.

M.Masketin (Маскет, 2004) göstərdiyi kimi, laydan götürülmüş süxur nümunələri qazma məhlulu ilə əlaqədə olduğundan onun yer səthinə qaldırılması zamanı təzyiq və temperaturun azalması ilə əlaqədar olaraq termobarik şəraitin dəyişməsi və nəhayət, qalıq suyun təyin edilməsi üsul-

larından irəli gələn xətalər da eksperimentlərin birbaşa kernlər üzərində aparılmasını çətinləşdirir.

Bunları nəzərə alaraq, apardığımız eksperimentlər rəasional planlaşdırma ilə yanaşı, həm də uyğunluq və oxşarlıq amillərindən irəli gələn tələblərin ödənilməsi şərtləri ilə həyata keçirilmişdir. Lakin lay modelində qalıq suyun yaradılması göstərilən metodikaya (Гриценко и др., 1995) uyğun həyata keçirilmişdir. Lay suyu kimi içməli sudan istifadə edilmişdir ki, bunu doğuran səbəblər də aşağıdakılardır: 1) təhlil olunan tədqiqat işlərinə əsasən, suyun minerallaşma və duzluluq dərəcəsinin artması karbohidrogen sistemlərin termodinamik proseslərinə onun təsirini zəiflədir; 2) suyun tərkibini dəyişməklə karbohidrogen sistemin faza çevrilmələrinə onun təsirini müəyyən etmək üçün aparılacaq eksperimentləri texniki baxımdan çox çətinləşdirər və digər parametrlərin təsirinin öyrənilməsində xətalər yarada bilərdi. Əlbəttə, digər parametrləri sabit saxlamaqla tədqiqatı davam etdirmək olardı, lakin bu rəasional planlaşdırmaya uyğun olaraq prosesi kompleks şəkildə tədqiq etməyi məhdudlaşdırardı.

Beləliklə, uzunluğu 0,85 m və en kəşik sahəsi $4,415 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ olan kvarts qumu ilə doldurulmuş lay modelində, qaz-kondensat amili 150 q/m^3 olan sistem 30MPa təzyiqdən 6MPa-ya qədər təzyiq pilləsi – 6MPa və götürülmüş temperatur sabit saxlanılmaqla, diferensial kondensasiya edilmişdir. Daha sonra lay modelinin məsaməlilik əmsalından, ilkin kondensatın sıxlığından və lay temperaturundan asılı olaraq, lay modelinin su ilə doyma dərəcəsinin onun son kondensatveriminə təsiri təyin edilmişdir.

Rəasional planlaşdırmanın metodikasına uyğun olaraq (Протодьяконов, Тедер, 1970) lay modelinin son kondensatveriminin araşdırılan parametrlərdən asılılığını müəyyən edən riyazi ifadə təklif olunmuşdur (Абасов и др., 2011):

$$\zeta = -7,9(19,124m - 2,627)^{-1} - 0,28(0,1\varphi + 1)^2 - 0,181\rho + 0,3t + 143,84$$

burada ζ – layın son kondensatverimi (%); m – məsaməlilik əmsalı; φ – məsaməli mühitin su ilə doyma əmsalı (%); ρ – ilkin stabil kondensatın sıxlığı (kg/m^3), t – temperaturdur ($^{\circ}\text{C}$).

Bu asılılıqdan istifadə etməklə layın su ilə doyma həddinin qaz-kondensat sisteminin diferensial kondensasiya prosesinə təsirini araşdıraraq. Real yataq şəraitinə müəyyən qədər yaxın olmaq

məqsədi ilə məsaməliliyi – 0,2, lay sistemini rekombinə etmək üçün istifadə edilmiş stabil kondensatın sıxlığı – 750 kq/m^3 götürülmüş və temperaturun 70°C -dən 110°C -yə qədər dəyişməsi zamanı son kondensatveriminin məsaməli mühitin su ilə doyma əmsalından asılılığı qurulmuşdur (1-ci şəkil).

Şəkildən görüldüyü kimi, su ilə doyma əmsalının 0-dan 40%-ə qədər artması zamanı lay modelinin son kondensatverimi 7% azalır və bu azalma tempi temperaturdan asılı olaraq eyni qanunauyğunluqla baş verir. Buradan görüldüyü kimi, məsaməli mühitdə suyun olması onun miqdarından asılı olmayaraq, son kondensatveriminə mənfi təsir edərək onun azalmasına səbəb olur, lakin bu təsirin dərəcəsi su ilə doymanın qiymətindən asılı olaraq müxtəlif səciyyə daşıyır. Məsələn, su ilə doyma 15%-ə qədər artdıqda kondensatverimi cəmi 1,5% azalırsa, 15%-dən 30%-ə qədər artması zamanı 2,7% azalır və bu temp su ilə doymanın artması ilə parabolik xarakter alır.

Digər tərəfdən, qeyd etmək lazımdır ki, temperaturun 70°C -dən 110°C -yə qədər artması ilkin kondensatın sıxlığının – 750 kq/m^3 və məsaməlilik əmsalının verilmiş qiymətində – 0,2 su ilə doymanın (0-dan 40%-ə artması zamanı) prosesə təsirini uyğun olaraq 30,26%-dən 19,65%-ə qədər zəiflədir.

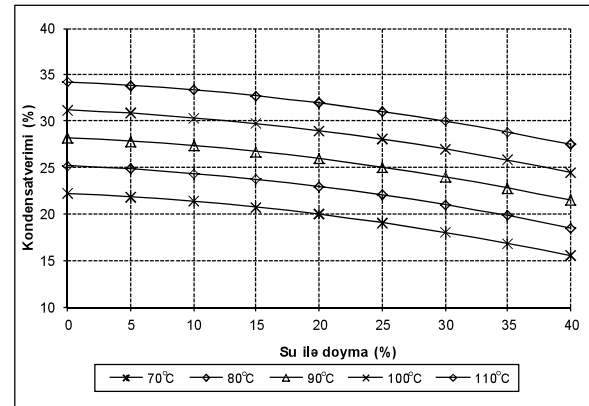
Ümumiyyətlə, məlumdur ki, su karbohidrogen sistemin retroqrad kondensasiya təzyiqinin qiymətini artırır və bu səbəbdən retroqrad kondensasiya daha yuxarı təzyiqlərdə baş verir. Kondensatın erkən çökməsi isə kondensat itkisini artırır. Lakin aparılmış tədqiqat işində (Гриценко и др., 1995) göstərilmişdir ki, məsaməli mühitdə su ilə doymanın 15%-ə qədər artması qaz-kondensat sisteminin faza çevrilmələrinə təsir etmir. Bu, qalıq suyun süxur dənəciklərinin səthini örtərək qaz-kondensat sistemi ilə əlaqəsini kəsməsinə və bununla sorbsiya prosesinin zəifləməsinə və ya nəzərəcarpacaq dərəcədə azalmasına əsaslanır. Bu məsələnin araşdırılması üçün su ilə doymanın son kondensatveriminə təsiri məsaməliliyin müxtəlif qiymətlərində hesablanmışdır (2-ci şəkil).

Burada stabil kondensatın sıxlığı – 750 kq/m^3 , temperatur – 100°C və kondensat amili – 150 q/m^3 olmaqla sabit saxlanılmışdır.

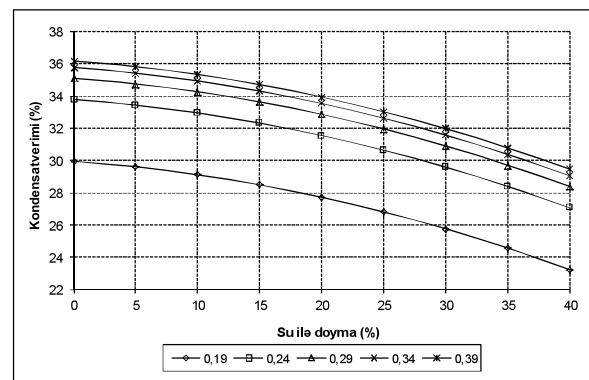
Şəkildən görüldüyü kimi, layın məsaməliliyinin azalması (uyğun olaraq xüsusi səthin artması) son kondensatverimini azaldır və bu qalıq

suynun miqdarından asılı olaraq, eyni qanunauyğunluqla baş verir. Məsaməlilik əmsalının 0,19-dan 0,39-a qədər artması, ilkin kondensatın sıxlığının – 750 kq/m^3 və temperaturun – 100°C verilmiş qiymətlərində su ilə doymanın (0-dan 40%-ə qədər artması zamanı) prosesə təsirini uyğun olaraq 22,43%-dən 18,58%-ə qədər zəiflədir.

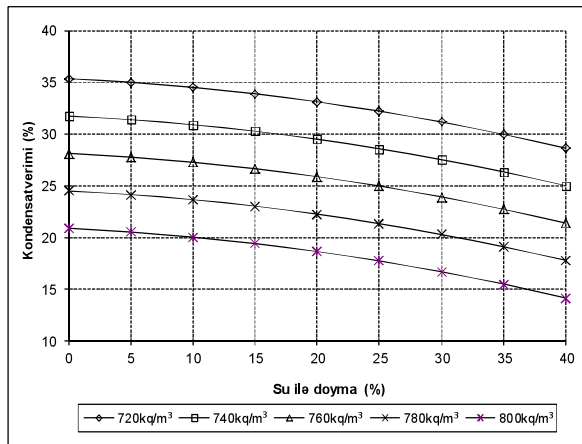
Qaz-kondensat sisteminin kondensasiya təzyiqi kondensatın tərkibindən kəskin şəkildə asılı olub, ağır karbohidrogenlərin miqdarının artması ilə artır və kondensatveriminin azalmasına səbəb olur. Belə komponentlərin qalıq su ilə münasibətini araşdırmaq üçün su ilə doymanın son kondensatveriminə təsiri sistemin rekombinə edilməsi üçün götürülən stabil kondensatın sıxlığının müxtəlif qiymətlərində asılılıqları qurulmuşdur (3-cü şəkil).



1-ci şəkil. Lay modelinin son kondensatveriminə temperaturun müxtəlif qiymətlərində modelin su ilə doymasının təsiri (kondensatın sıxlığı – 750 kq/m^3 , məsaməlilik əmsalı – 0,2)



2-ci şəkil. Lay modelinin son kondensatveriminə məsaməliliyin müxtəlif qiymətlərində lay modelinin su ilə doymasının təsiri (kondensatın sıxlığı – 750 kq/m^3 , temperatur – 100°C)



3-cü şəkil. Lay modelinin son kondensatveriminə məsaməliliyin müxtəlif qiymətlərində lay modelinin su ilə doymasının təsiri (məsaməlilik – 0,19, temperatur – 100°C)

Burada məsaməlilik – 0,19, temperatur – 100°C və kondensat amili 150 q/m³ olmaqla sabit saxlanılmışdır.

Şəkildən görüldüyü kimi, stabil kondensatın sıxlığının artması uyğun olaraq ağır komponentlərin miqdarının artması ilə əlaqədar olduğundan sistemin retroqarad kondensasiya təzyiqinin qiymətini artırır və bu da son kondensatveriminin azalmasına səbəb olur. Lakin asılılıqlardan görüldüyü kimi, bu proses qalıq suyun miqdarından asılı olaraq su ilə doymanın müxtəlif qiymətlərində eyni şəkildə təzahür edir. Qeyd etmək lazımdır ki, ilkin kondensatın sıxlığının 800-dən 720 q/m³-ə qədər azalması məsaməliliyin 0,19 qiymətində, verilmiş temperaturda – 100°C su ilə doymanın (0-dan 40%-ə qədər artması zamanı) prosesə təsirini uyğun olaraq 32,14%-dən 19%-ə qədər zəiflədir.

Beləliklə, aparılmış eksperiment tədqiqatlarının təhlilindən məlum olur ki, məsaməli mühitdə olan qalıq su yatağın son kondensatveriminə mənfi təsir edərək onun azalmasına səbəb olur, lakin:

1) temperaturun 70°C-dən 110°C-yə qədər artması, ilkin kondensatın sıxlığının – 750 q/m³ və məsaməlilik əmsalının – 0,2 qiymətində su ilə doymanın (0-dan 40%-ə qədər artması zamanı) prosesə təsirini uyğun olaraq 30,26%-dən 19,65%-ə qədər zəiflədir;

2) məsaməlilik əmsalının 0,19-dan 0,39-a qədər artması, ilkin kondensatın sıxlığının – 750 q/m³ və temperaturun – 100°C qiymətlərində su ilə

doymanın (0-dan 40%-ə qədər artması zamanı) prosesə təsirini uyğun olaraq 22,43%-dən 18,58%-ə qədər zəiflədir;

3) ilkin kondensatın sıxlığının 800 q/m³-dən 720 q/m³-ə qədər azalması məsaməliliyin 0,19 qiymətində, verilmiş temperaturda 100°C su ilə doymanın (0-dan 40%-ə qədər artması zamanı) prosesə təsirini uyğun olaraq 32,14%-dən 19%-ə qədər zəiflədir.

Nəticə

Qalıq suyun qaz-kondensat sistemlərində faza çevrilmələrinə təsir mexanizmi eksperiment yolla öyrənilmiş və ilk dəfə olaraq göstərilmişdir ki, lay modelində suyun hər hansı miqdarı retroqrad prosesləri intensivləşdirərək kondensat itkisini artırır. Lakin məsaməliliyin artması, ilkin kondensatın sıxlığının azalması və lay temperaturunun artması qalıq suyun təsirini zəiflədir.

Məsələnin qoyuluşunda, eksperimentlərin aparılmasında və məqalənin çapa hazırlanmasında köməklərinə görə müəllif AMEA-nın müxbir üzvü Z.Y.Abbasova, t.f.d. N.N.Həmidova və t.f.d. G.H.Məmmədovaya öz təşəkkürünü bildirir.

ƏDƏBİYYAT

- FƏTƏLİYEV, V.M. 2005. Qaz-kondensat sistemlərində faza çevrilmələrinin müxtəlif termobarik şəraitlərdə və məsaməli mühitdə tədqiqi. Texnika elmləri üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün dissertasiya. Bakı. 142s.
- АБАСОВ, М.Т., АББАСОВ, З.Я., ФАТАЛИЕВ, В.М. и др. 2011. Экспериментальное влияние различных факторов на показатели процесса истощения газоконденсатной залежи. *Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений*. ВНИИОЭНГ, 3, 65-68.
- БУЛЕЙКО, В.М. 2007. Закономерности фазовых превращений разрабатываемых месторождений. Автореф. дисс... на соиск. уч. степ. д.т.н. Москва. 48с.
- ГИМАТУДИНОВ, Ш.К. 1971. Физика нефтяного и газового пласта. Недра. Москва. 312с.
- ГРИЦЕНКО, А.И., НИКОЛАЕВ, В.А. и др. 1995. Компонентотдача пласта при разработке газоконденсатных залежей. Недра. Москва. 264с.
- МАСКЕТ, М. 2004. Физические основы технологии добычи нефти. Институт компьютерных исследований. Москва. 606с.
- ПРОТОДЬЯКОНОВ, М.М., ТЕДЕР, Р.И. 1970. Методика рационального планирования экспериментов. Недра. Москва. 76с.

Мəqaləyə Azərbaycan MEA-nın müxbir üzvü E.M.Ramazanova rəy vermişdir.