

UDK 548.544.45

QAZKONDENSAT LAYINA QAZVARI AGENTLƏRLƏ TƏSİR PROSESİNİN MODELƏŞDİRİLMƏSİ

M.S.XƏLİLOV

Bakı Dövlət Universiteti
khalilov_mubariz@mail.ru

İşlənilmənin son mərhələsində olan qazkondensat layından retroqrad kondensatın "quru" qazın tərkibində müəyyən nisbətdə qeyri-karbohidrogen qazla (azot və karbon qazı) təsiretmədə çıxarılmasının effektivliyinin qiymətləndirilməsi məsələsinə baxılmışdır.

Açar sözlər: qaz-kondensat qarışığı, riyazi model, qovma üsulu, özüllük, sıxlıq

Qazkondensat yataqları əsasən layın öz enerjisi hesabına, yəni tükənmə rejimində istismar olunur. Lay təzyiqi qazkondensat sisteminin başlanğıc kondensasiya təzyiqindən aşağı düşdüüyü andan qaz fazasından ayrılan kondensat layda və quyudibi zona ətrafında çökməyə başlayır və tərənəmz olur.

İşlənilmə zamanı retroqrad hadisələrin baş verməsinin qarşısının alınması üçün, yəni lay təzyiqini başlanğıc kondensasiya təzyiqi səviyyəsində saxlamaq üçün bir sıra üsullar mövcuddur:

-Saykling-proses, hissə-hissə Saykling, suurma üsulu, "Quru" qaz və suyun birgə vurulması üsulu, aralıq maye karbohidrogenlərlə zənginləşdirilmiş "quru" qazla təsir üsulu və s.

Əgər layda retroqrad hadisələr baş veribsə layda çökmüş kondensatın işlənilməyə cəlb olunması üçün çoxsaylı ikinci təsir üsulları təklif edilmişdir:

-işlənilmənin son mərhələsində laya "quru" qazla və ya maye karbohidrogenlərlə zənginləşdirilmiş qazla təsir üsulu;

-qazkondensat quyularının quyudibi zonasının "quru" qaz və ya ona müəyyən nisbətdə qeyri-karbohidrogen qaz əlavə etməklə işlənilməsi üsulu və s.

Həmin üsullar bir-birindən səmərəlik baxımından müqayisə olunandırlar. Ona görə də işlənilmənin son mərhələsində olan qazkondensat layına qazvari agentlərlə təsir prosesinin nəticələri praktiki əhəmiyyətlidir və bu istiqamətdə tədqiqatların aparılmasını aktualdır.

Bu baxımdan nəzərinizə aşağıdakı məsələlərin həlli və onların əsasında təklif olunan texnoloji üsullar təqdim edilir: İşlənilmənin son mərhələsində

olan qazkondensat layından retroqrad kondensatın “quru” qazın tərkibində müəyyən nisbətdə qeyri-karbohidrogen qazla (azot və karbon qazı) təsiretmədə çıxarılmasının effektivliyinin qiymətləndirilməsi məsələsinə baxılmışdır.

Baxılan məsələnin riyazi modeli

$$\operatorname{div} \left[\left(\frac{kf_m(s_m)\rho_m}{\mu_m} x_i + \frac{kf_q(s_q)\rho_q}{\mu_q} y_i \right) \operatorname{grad} p \right] = \frac{\partial}{\partial t} [m(\rho_m x_i s_m + \rho_q y_i s_q)] + \sum_{v=1}^i Q_i(t) \delta(x-x_v) \delta(y-y_v) \delta(z-z_v), i = \overline{1, N} \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^N x_i = 1, \quad \sum_{i=1}^N y_i = 1, \quad s_m + s_q = 1, \quad s_m = \frac{(1-V)\rho_q M_m}{(1-V)\rho_q M_m + V\rho_m M_q},$$

$$\rho_m = \rho_m(p, T, z_1, z_2, \dots, z_N), \quad \rho_q = \rho_q(p, T, z_1, z_2, \dots, z_N),$$

$$\mu_m = \mu_m(p, T, z_1, z_2, \dots, z_N), \quad \mu_q = \mu_q(p, T, z_1, z_2, \dots, z_N), \quad (2)$$

$$p(x, y, z, t)|_{t=0} = p_0(x, y, z), \quad \eta_i(x, y, z, t)|_{t=0} = \eta_{i0}(x, y, z), \quad (3)$$

$$\left. \frac{\partial p(x, y, z, t)}{\partial n} \right|_{\Omega} = 0, \quad (4)$$

sistemi ilə ifadə edilir. Burada $\eta_i = y_i V + x_i L$ - lay qarışığının tərkibi; V və $L = 1 - V$ - lay qarışığında uyğun olaraq qaz və maye fazalarının həcmi; Ω -süzülmə oblastının sərhədi n - süzülmə oblastının sərhədinə çəkilmiş normaldır.

Bu zaman qəbul olunur ki:

- hər bir komponent şəraitdən asılı olaraq müəyyən hissəsi həm maye, həm də qaz halında ola bilər;
- fazaların ayrılma sərhədində hər bir komponentin adsorbsiyası nəzərə alınmır;
- maye-qaz fazalarının birgə süzülməsi zamanı onlar arasında komponentlərin paylanması ümumi şəkildə tarazlıq faza paylanmasına tabedir;
- hər bir komponentin hər bir qaz-maye fazalarında hərəkəti ümumiləşmiş Darsi qanununa tabedir;
- fazalararası kapilyar təzyiq, daxili diffuziya nəzərə alınmır.

(1)-(4) tənliklər sisteminin həlli zamanı qaz-maye qarışığının fiziki xassələrini xarakterizə edən parametrlər, yəni **maye (kondensat), qaz fazasının sıxlıqları**

$$\begin{cases} f_{im} - f_{iq} = 0, i = \overline{1, N} \\ x_i L + y_i V - z_i = 0, i = \overline{1, N} \\ \sum_{i=1}^N y_i - 1 = 0 \\ V + L = 1 \end{cases} \quad (5)$$

sisteminin və hal tənliyinin

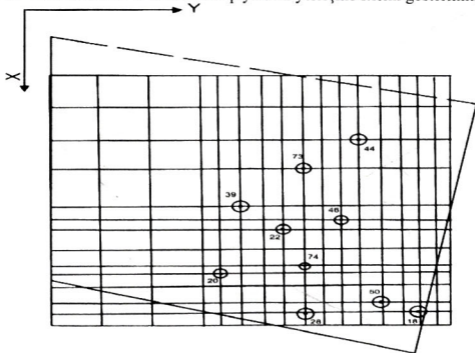
$$p = RT \left[\frac{1}{V-b} - \frac{a}{V(V+c)} \right] \quad (6)$$

birgə həlli əsasında təyin edilir.

(5) sistemində birinci $(N+1)$ sayda tənliklər uyğun olaraq qaz və maye fazalarından komponentlərin uçuculuqlarının bərabərliyinə görə termodinamik tarazlıq şərtini ifadə edir. Digər $(N+1)$ sayda tənliklər isə qazkondensat qarışığının balans tənliklərini ifadə edir.

(1)-(4) sistemi mürəkkəb qeyri-xətti tənlikləri özündə birləşdirir və onun həllinin təyini üçün "təzyiqə görə qeyri-aşkar, tərkibə görə isə aşkar" hesablaşma sxemindən istifadə edilmişdir.

Baxılan məsələnin praktiki realizasiyası işlənilmənin son mərhələsində olan Bulla-dəniz qazkondensat yatağının V blokunun VII horizontunun təmsilində aparılmış və işlənilmənin texnoloji göstəriciləri proqnozlaşdırılmışdır. Şəkil 1-də VII horizontun V bloku üzrə quyuların yerləşmə sxemi göstərilmişdir.

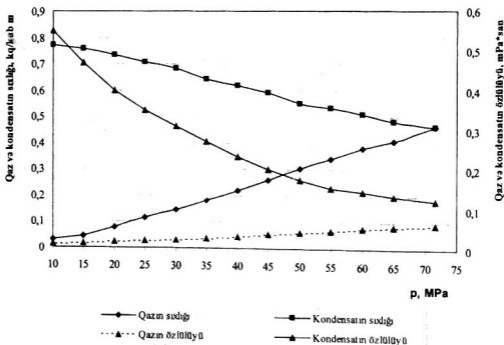


Şəkil 1. VII horizontun V bloku üzrə quyuların paylanma sxemi

VII horizontu V blokunun işlənilməsinin bəzi xüsusiyyətlərini qeyd edək: Yüksək başlanğıc lay təzyiqi 71.6 MPa və quyuların məhsuldarlığı yüksəkdir. Yatağın temperaturu 102⁰C, layın karbohidrogen qarışığının başlanğıc kondensasiya təzyiqi 71 MPa-dır. Yataqda maye fazanın sıxlığı 800kq/m³, molekulyar kütlə-60, qaz fazasında kondensatın miqdarı 0,362 kq/m³ -dur. Kollektorun məsaməliliyi 16,9%, keçiriciliyi isə 0,042mkm²-dir.

Tədqiq olunan layın qazkondensat qarışığı aşağıdakı ortalaşmış tərkiblə (mol miqdarı, %) xarakterizə olunur: metan 88.59, etan 4.11, propan 1.47, butan 0.77, pentan plyus yuxarı qaynamaya malik karbohidrogenlər C₅₊-4.86, karbon qazı 0.2.

Fazaların fiziki xassələrini xarakterizə edən parametrlər cari təzyiq və temperaturda qarışığın komponent tərkibinə görə tükənmə rejimi üçün (təzyiqin düşməsinə uyğun) təyin edilmiş və şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şəkil 2. Qaz və kondensatın sıxlıq və özlülüklərinin təzyiqdən asılılıqları

Horizontun işlənilməsinin tarixi məlumatlarına görə seçilmiş hidrodinamik modelin yataq şəraitinə adaptasiyasından sonra nisbi faza keçiricilikləri

$$f_q(s_q) = 0.9 \cdot (s_q)^{2.89}, f_k(s_k) = 0.78 \cdot s_k^2,$$

təyin edilmiş və layın tükənmə prosesinin texnoloji göstəricilərinin hesablamaları aparılmışdır.

Hesablamanın nəticələrinə görə layda təzyiqin və kondensatladoymanın paylanması təyin edilmiş və lay üzrə kondensatladoymanın 0.17 -dən 0.76 -ya

qədər böyük intervalda, lay təzyiqinin isə çox da böyük olmayan 12.4–12.1 *MPa* intervalında qiymətlərinin dəyişməsi müəyyən olunmuşdur.

Tükənmə rejimində VII horizontun quyularından $14.7 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ qaz və $3.5082 \cdot 10^6$ ton kondensat çıxarılmışdır. Yəni qaza və kondensata görə verim əmsalları uyğun olaraq 44% və 31.5% olmuşdur.

Çıxarıla bilməyən qalıq ehtiyat layda qaza görə 56% ($18.5 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ -dan çox) və kondensata görə 68.5% ($7.2 \cdot 10^6$ ton -dan çox) təşkil etmişdir. Yəni kifayət qədər layda maye karbohidrogen resursları, demək olar ki, itirilmişdir.

Maye karbohidrogenlərin (kondensatın) çıxarılma göstəricilərinin intensivliyi üçün (yaxşılaşdırılması üçün) laya tərkibində müəyyən nisbətə azot (30%) və karbon qazı (22%) olmaqla quru qazla təsir prosesi aparılmışdır.

Bu məqsədlə yenə də horizontda artıq istismarı dayanmış 20, 44, 74 sayılı quyuları vurucu quyular kimi seçilmiş və həmin quyuların təsir sferasına daxil olan işləyən 39, 46, 73 sayılı quyulardan hasil oluna bilən məhsulun nəticələrinin qiymətləndirilməsi aparılmışdır.

Laya quru qazın tərkibində verilən nisbətə azot və karbon qazı vurmaqla iki hal nəzərdən keçirilmişdir:

-lay təzyiqinin 12 *MPa*-dan 16 *MPa*-a qaldırılması. Bu halda laya vurulan qazın həcmnin laydan hasil olunan fluidin həcmindən 2:1 nisbətində olması təmin edilmişdir.

-lay təzyiqi 16 *MPa* olduqdan sonra qazkondensat sisteminin sıxışdırılması təzyiqin sabit qalması halında davam etdirilmişdir. Bu halda laya vurulan su-qaz qarışığının həcmi miqdarı ilə laydan hasil olunan fluidlərin həcmi miqdarının bərabər olması qəbul edilmişdir.

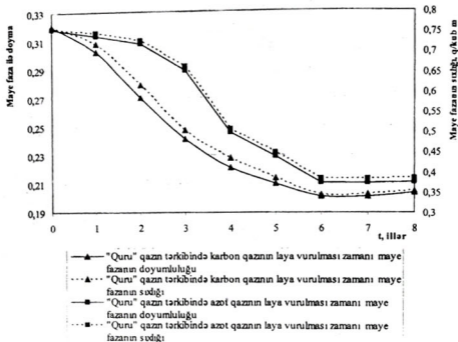
Qeyd olunan iki hal üzrə laya vurulan qazın miqdarı $21.3 \cdot 10^8 \text{ m}^3$ (onun 22%-ni azot və ya 30%-ni karbon qazı təşkil etmişdir) olmuşdur.

Hesablama nəticələri şəkil 3 və cədvəl 1-də təqdim olunmuşdur.

Şəkil 3-də qaz vurma zamanı layda kondensatın doymululuğu və sıxlığının dəyişməsi göstərilmişdir. Şəkildən görünür ki, laya qazın vurulmasına uyğun olaraq kondensatın doymululuğu və sıxlığı azalır.

Lay təzyiqinin 12 *MPa*-dan 16 *MPa*-a artması müddətində (I hal) layda çökmüş retroqrad kondensat laya vurulan qaz qarışığı ilə hasilat quyularına sıxışdırılır və eyni zamanda onda buxarlanır. Bununla əlaqədar olaraq layda kondensatladoymanın qiyməti orta hesabla 0.32 -dən 0.193-ə qədər azalır.

Qazvurma ilə təsirdə lay təzyiqinin sabit saxlanılmasına uyğun işlənilmə müddətində (II hal) retroqrad kondensatın sıxışdırılması və onun qaz fazasında buxarlanmasının tempi zəifləyir və ona görə də kondensatladoymanın qiyməti zəif tempə artmağa başlayır.



Şək. 3. Laya tərkibində karbon və azot qazı olmaqla "quru" qazla təsirdə kondensatın doymululuğu və sıxlığının zamandan asılı olaraq dəyişməsi

- "Quru" qaza azotun əlavə edilməsi ilə qazvurmanın sonunda kondensatvermə əmsalı 45,2%,

- "Quru" qaza karbon qazının əlavə edilməsi ilə qazvurmanın sonunda kondensatvermə əmsalı isə 45,8% olur.

Bu da layın 12 MPa təzyiqa qədər tükənmə rejimində işlədiyi halla müqayisədə kondensatveriminin uyğun olaraq 13,7% və 14,3% artırılmasını təmin edir (cədvəl 1).

Cədvəl 1

Laya qazla təsirin nəticələri

Vurulan qazın tərkibi	Vurulan qazın həcmi, млн.м ³	Qaz vurulmasına qədər çıxarıla bilən hasilat		Qaz vurulmasından sonra əlavə cəm hasilat	Kondensatvermə əmsalı, %
		Kondensata görə, ton	Qaza görə, min м ³	Kondensata görə, mil. ton	
-	-	4680	82056	-	31,5
"Quru" qaza azotun əlavə edilməsi	2130, o cümlədən "quru" qaz-1661,4, N ₂ -468,6	-	-	3,852	45,2
"Quru" qaza karbon qazının əlavə edilməsi	2130, o cümlədən "quru" qaz -1491, CO ₂ -639	-	-	3,9376	45,8

Beləliklə, “quru” qazın tərkibində müxtəlif nisbətdə qeyri-karbohidrogen qaz qarışığı ilə tükənmə rejimi ilə işlənilmənin son mərhələsində olan qaz-kondensat layına təsir ilə retroqrad kondensatın çıxarılması prosesinin intensivləşməsi mümkündür və bu təsir üsulu kifayət qədər effektivli (səmərəli) ola bilər.

Nəticələr

- “quru” qazın tərkibində qeyri-karbohidrogen qazlarla (azot və ya karbon qazının) tükənməkdə olan qaz-kondensat layına təsir üsulu işlənilmənin tükənmə rejimi ilə müqayisədə kondensat vermə əmsalının kəskin artmasına gətirir.
- tükənmiş qaz-kondensat layına “quru” qazın tərkibində qeyri-karbohidrogen qazla (azot və ya karbon qazı ilə) təsirdə retroqrad kondensatın çıxarılmasının hesablamada nəticələrinin bir-birinə yaxınlığı onlardan istənilən birinin iqtisadi göstəricilərlə əsaslanmaqla seçilməsini zəruri edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Feyzullayev, Kh.A. 1992: Numerical Studying Problems of the Theory of non-Stationary Filtering of Gas and Gas-Condensate Mixture in a Porous Medium: Dis. of Can. of Tech. Sciences, Baku, 164 p.
2. Zakirov S.N. Development of gas, gas condensate and oil and gas condensate fields. M.: Struna, 1998, 628 p.
3. Mirzadzhanzade A.Kh., Khasanov MM, Bakhtizin R.N. 2004: Modeling of Oil and Gas Production Processes. Nonlinearity, Disequilibrium, Uncertainty. M.-Izhevsk: Computer Institute Research., 368 p.
4. Oliver D.S., Reynolds A.C., Liu N. 2008 (June 2,): Inverse Theory for Petroleum Reservoir Characterization and History Matching. Cambridge University Press; 1 edition, 394 p.
5. Chavent G., Lemmonier P., Dupuy M. 1975: History Matching by Use of Optimal Control Theory. Society of Petroleum Engineers Journal, No 1, pp. 74–86
6. Zakirov E.S. 2001: Three-Dimensional multi-Phase Tasks of Forecasting, Analyzing and Regulating the Development of Oil and Gas Fields. M.: Izd. Graal, 303 p.
7. Jalalov, G. I., Guliyev, H. F., Feyzullayev, Kh. A., Damirov A.A. 2008: Parametrical Identification of the Filtration Models of Gas with Condensed Mixture. An International Journal Applied and Computational Mathematics, Vol.7, No 2, pp. 214- 222 (in English)
8. Jansen J.D. 2011: Adjoint-based Optimization of multi-Phase Flow through Porous Media – A review. Computers & Fluids, Vol. 46, Issue 1, pp. 40-51
9. Oliver D., Chen Y. 2011: Recent Progress on Reservoir History Matching: A review. Computational Geosciences, Vol.15, pp. 185–221
10. Abasov M.T., Dzhahalov G.I., Feyzullaev Kh.A. 2008: Identification of Parameters of the Hydrodynamic Model of a Gas-condensate Reservoir. Proceedings of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Series of Earth Sciences, No 2, pp.78-90
11. Zakirov E.S., Indrupskiy I.M., Lubomova O.V., Shiriaev I.M. September, 2014: Geostatistically-Consistent History Matching. 14th European Conference on the Mathematics of Oil Recovery (ECMOR XIV). Catania, Sicily, Italy, 8-11.
12. Zakirov E.S., Indrupskiy I.M., Liubimova O.V., Shiriaev I.M., Anikeev D.P. 2017: Geostatistically Consistent History Matching of 3D Oil-and-Gas Reservoir Models. Doklady Earth Sciences, Vol. 476, Issue. 2, pp. 1120–1124.

13. Kuliev A.M., Kazymov B.Z. 2009: The Deformation of Rocks and its Effect on Their Reservoir Properties and on the Filtration Processes and the Development of Oil and Gas Generation Sites. Baku: Elm, 88 p.
14. Feyzullayev, Kh.A., Khalilov M.S. 2018: Identification of a Deformed Formation Parameters that Characterize Gas Flow in the Well Bore by the Wellhead Data. Automation, Telemecanition and Communication in Oil Industry. Moscow: No 2, pp. 37-44.
15. Feyzullayev Kh.A., Khalilov M.S., Guliyev E.A., Maharramova S.D. 2018: Modelling of Gas Impact on Gas-condensate Layer on Finishing Development Stages. Automation, Telemecanition and Communication in Oil Industry. Moscow: No 2, pp. 37-44.
16. Vasiliev F.P. 1980: Methods for Solving Extremal Problems. M.: Science, 400 p.
17. Aziz H., Settari E. 1982: Mathematical Modeling of Reservoir Systems: Trans. from English. M.: Nedra, p. 407

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГАЗОКОНДЕНСАТНЫЙ ПЛАСТ

М.С.ХАЛИЛОВ

РЕЗЮМЕ

Разработан расчетный метод, позволяющий моделировать процесс притока в газоконденсатных систем, а также газового воздействия на залежи.

Ключевые слова: газоконденсатная смесь, ретроградный конденсат, пористость, проницаемость.

MODELING OF GAS IMPACT ON GAS-CONDENSATE LAYER

M.S.KHALILOV

SUMMARY

A calculation method allowing to simulate the inflow process in gas-condensate system as gas impact on a deposit is developed.

Key words: gas-condensate mixture, variation problem, pressure, porosity, permeability

Redaksiyaya daxil oldu: 08.01.2019-cu il

Çapa imzalandı: 08.04.2019-cu il