

Sıxılmayan özlü-plastik neftin bircins layda su ilə yastı-parallel sıxışdırılması

G.G. Məmmədova, S.D. Mustafayev, t.e.n.
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

Elektron ünvan: gulbahar.mammadova@mail.ru

Məqalədə, sıxılmayan özlü-plastik neftin su ilə yastı-parallel sıxışdırılmasına dair stasionar hidrodinamik məsələ həll edilmişdir. Bir-birilə qarışmayan mayelərin, yəni neft və suyun belə ardıcıl süzülmə axınının hansı hallarda baş verməsi haqqında məlumat verilir.

Qoyulmuş məsələnin həlli nəticəsində çıxarılmış əsas hidrodinamik hesablamada düsturlarının verilmiş yatağın işlənmə layihəsinin tərtibi, həmçinin işlənmənin bir çox məsələlərinin həlli üçün istifadəsi təklif olunmuşdur.

Açar sözlər: özlü-plastik neft, bircins lay, yastı-parallel axın, sıxışdırma, zolaqvari yataq, düzxətli kəhriz, qidalanma konturu, su-neft kontaktı, quyu cərgəsi, süzülmə sürəti.

Sıxılmayan özlü-plastik neftin bircins layda su ilə yastı-parallel sıxışdırılmasında neft və suyun ardıcıl süzülmə axını aşağıdakı hallarda baş verir:

- zolaqvari neft yatağında düzxətli kəhrizə doğru birözlü süzülmə axınında;
- horizontal neft yatağının düzxətli istismar quyu cərgələri ilə işlənməsi şəbəkəsində, neftlilik konturu ilə birinci və qonşu quyu cərgələri arasındakı birözlü süzülmə axınlarında.

Şəkil 1 və 2-də bu sıxışdırma axınlarının hidrodinamik sxemləri verilib. Məqalədə kəhrizə doğru

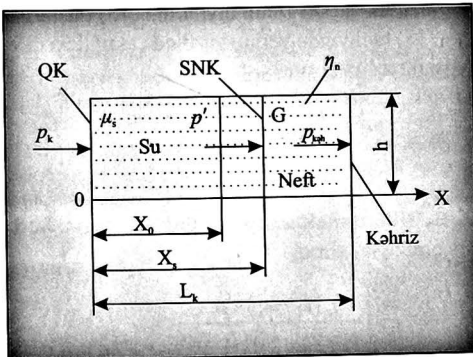
neftin su ilə sıxışdırılmasına dair stasionar hidrodinamik məsələ həll edilib.

Yatağın sulu zonasında təzyiğin paylanması qanunu belədir

$$p_1 = p_k - \frac{p_k - p'}{x_1} x_1 \quad (1)$$

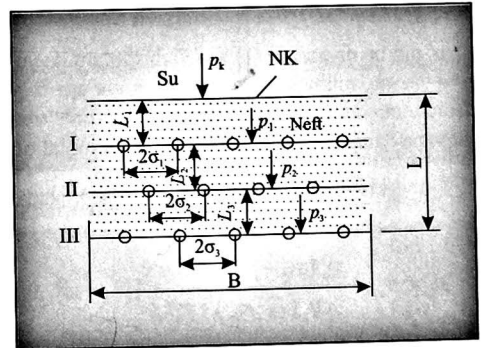
Suyun süzülmə sürəti isə aşağıdakı kimi alınmışdır

$$v_1 = \frac{k}{\mu_1} \frac{p_k - p'}{x_1} \quad (2)$$



Şəkil 1. Zolaqvari yataqda neftin su ilə kəhrizə sıxışdırılması sxemi:

QK – qidalanma konturu; SNK; p_k – lay təzyiqi; p' – SNK-dakı təzyiq; p_{k0} – kəhriz dibindəki təzyiq; G – başlanğıc təzyiq qradienti; μ_2 – suyun dinamik özlülüğü; η_n – neftin struktur özlülüğüdür



Şəkil 2. Cərgəli quyu şəbəkəsi olan yataqda neftin su ilə sıxışdırılmasının hidrodinamik sxemi:

NK – neftlilik konturu; L – layın uzunluğu; B – layın eni; L_1 – NK ilə birinci cərgə arasındakı məsafələr; $2\sigma_1$, $2\sigma_2$, $2\sigma_3$ – quyuarası məsafələr; p_k , p_1 , p_2 , p_3 – təzyiqlərdir

Yatağın neftli hissəsində təzyiğin paylanması qanunu aşağıdakı kimi yazılacaq:

$$p_n = p_{koh} + \frac{p' - p_{koh}}{L_k - x_s} (L_k - x). \quad (3)$$

Özlü-plastik neftin süzülme sürəti isə aşağıdakı kimi alınacaqdır:

$$v_s = \frac{k}{\eta_n} \frac{p' - p_{koh}}{L_k - x_s} - \frac{kG}{\eta_n}, \quad (4)$$

burada p_k – lay təzyiqi, MPa; p' – su-neft-kontaktındakı (SNK) təzyiq, MPa; p_{koh} – kəhriz dibindəki təzyiq, MPa; k – keçiricilik əmsali, m^2 ; μ_s – suyun dinamik özlülüyü, mPa·s; x_s – su-neft-layının (SNL) absisi; L_k – yatağın uzunluğu, m; k – layın keçiriciliyi, m^2 ; η_n – neftin struktur özlülüyü, mPa·s; x – cari absis; G – başlanğıc təzyiq qradiyentidir, MPa/m.

Süzülən mayelərin sıxılmayan olmaları, axının kəsilmezliyi və sərfin sabitliyi şərtlərinə əsasən yazırıq

$$v_n = v_s = v. \quad (5)$$

Buradan alırıq

$$\frac{1}{\mu_s} \frac{p_k - p'}{x_s} = \frac{1}{\eta_n} \frac{p' - p_{koh}}{L_k - x_s} - \frac{G}{\eta_n}. \quad (6)$$

Tənlik (6)-nı p' -yə görə həll edib, SNK-dakı təzyiq üçün

$$p' = \frac{p_k \eta_n (L_k - x_s) + p_{koh} \mu_s x_s}{\eta_n (L_k - x_s) + \mu_s x_s} + \frac{G \mu_s x_s (L_k - x_s)}{\eta_n (L_k - x_s) + \mu_s x_s}. \quad (7)$$

p' -nin bu qiymətini (1) və (3) düsturlarında yerinə yazsaq, müəyyən riyazi çevrilmələr apardıqdan sonra, yatağın sulu və neftli zonalarında təzyiğin paylanması qanunları üçün bu ifadələri alırıq

$$p_s = p_k - \frac{\mu_s [p_k - p_{koh} - G(L_k - x_s)]}{\eta_n (L_k - x_s) + \mu_s x_s} x. \quad (8)$$

$$p_n = p_{koh} + \frac{\eta_n (p_k - p_{koh}) + G \mu_s x_s}{\eta_n (L_k - x_s) + \mu_s x_s} (L_k - x). \quad (9)$$

Xətti Darsi və ümumiləşdirilmiş Darsi süzülme qanunlarına əsasən

$$v = -\frac{k}{\mu_s} \frac{dp_s}{dx} = -\frac{k}{\eta_n} \frac{dp_n}{dx} + \frac{kG}{\eta_n}. \quad (10)$$

Düsturlar (8) və (9)-da p_s və p_n təzyiqlərindən x -yə görə törəmələr alırıq, yatağın sulu və neftli zonalarında təzyiq qradiyentləri üçün ifadələr aşağıdakı kimi olacaq

$$\frac{dp_s}{dx} = -\frac{\mu_s [p_k - p_{koh} - G(L_k - x_s)]}{\eta_n (L_k - x_s) + \mu_s x_s}, \quad (11)$$

$$\frac{dp_n}{dx} = \frac{\eta_n (p_k - p_{koh}) + G \mu_s x_s}{\eta_n (L_k - x_s) + \mu_s x_s}. \quad (12)$$

$\frac{dp_s}{dx}$ – təzyiq qradiyentinin tapılmış qiymətini

(10) ifadəsində yerinə yazıb, mayenin süzülme sürəti üçün aşağıdakı düsturu alırıq

$$v = \frac{k [p_k - p_{koh} - G(L_k - x_s)]}{\eta_n (L_k - x_s) + \mu_s x_s}. \quad (13)$$

Beləliklə, kəhrizin debiti:

$$Q = \frac{kF \mu_s [p_k - p_{koh} - G(L_k - x_s)]}{\eta_n (L_k - x_s) + \mu_s x_s}. \quad (14)$$

İndi isə SNK-nın yerdəyişmə müddətini təyin edək. Bu məqsədlə süzülme nəzəriyyəsindəki mayenin layın məsamə kanallarında həqiqi orta hərəkət sürətilə süzülme sürəti arasında olan əlaqədən istifadə edək

$$w = \frac{dx_s}{dt} = \frac{v}{m}, \quad (15)$$

burada w – orta həqiqi sürət, m/s; t – zaman, s; m – layın məsaməlik əmsalıdır.

Süzülme sürəti v -nin qiymətini (13) düsturundan (15) tənliyində yerinə yazdıqda aşağıdakı diferensial tənliyi alırıq

$$dt = \frac{m [\eta_n (L_k - x_s) + \mu_s x_s]}{k [p_k - p_{koh} - G(L_k - x_s)]} dx_s. \quad (16)$$

Bu diferensial tənliyi aşağıdakı intervallarda inteqrallayıb, alırıq

$$\int_0^t dt = \frac{m}{k} \int_{x_0}^{x_s} \frac{\eta_n (L_k - x_s) + \mu_s x_s}{p_k - p_{koh} - G(L_k - x_s)} dx_s, \\ t = \frac{m}{kG} \left\{ \left[\eta_n L_k + \frac{(\eta_n - \mu_s)(p_k - p_{koh} - L_k G)}{\sigma} \right] \times \right. \\ \left. \times \ln \frac{p_k - p_{koh} - G(L_k - x_s)}{p_k - p_{koh} - G(L_k - x_0)} - (\eta_n - \mu_s)(x_s - x_0) \right\}. \quad (17)$$

Bu sonuncu düsturla sululuq konturunun ilk vəziyyətindən x_0 cari vəziyyətinədək x_s yerdəyişməsi üçün tələb olunan müddəti, yəni zaman fasiləsini hesablamaq olar.

Əgər düstur (17)-də x_s yerinə L_k -ni yazsaq, onda özlü-plastik nefti laydan tam sıxışdırmaq üçün tələb olunan vaxtı alırıq; yeni $x_s = L_k$ olarsa $t=T$ alınır:

$$T = \frac{m}{kG} \left\{ \left[\eta_n L_k + \frac{(\eta_n - \mu_s)(p_k - p_{koh} - L_k G)}{G} \right] \times \right. \\ \left. \times \ln \frac{p_k - p_{koh}}{p_k - p_{koh} - G(L_k - x_0)} - (\eta_n - \mu_s)(L_k - x_0) \right\}. \quad (18)$$

Tənlik (17)-ni x_s -yə görə həll edərək, $x_s = x_s(t)$ asılılığının analitik ifadəsini alırıq. Bu funksiyayı (13) düsturunda yerinə yazsaq, süzülme sürətinin zaman t -dən asılılığı aşağıdakı kimi alınacaq:

$$v = \frac{k [p_k - p_{koh} - G(L_k - x_s(t))]}{\eta_n [L_k - x_s(t)] + \mu_s x_s(t)}. \quad (19)$$

Zaman t ərzində hasil edilən özlü-plastik neftin ümumi miqdarı

$$\Sigma Q = \int_0^t Q dt \quad (20)$$

yaxud

$$\Sigma Q = mF(x_s - x_0). \quad (21)$$

Çıxarılmış düsturlardan sıxılmayan özlü-plastik neftin birincins layda su ilə yastı-paralel sıxışdırılması hallarında işlənmə proseslərinin layihələndirilməsi zamanı istifadəsi mümkündür.

Nəticə

1. Məqalədə sıxılmayan özlü-plastik neftin birincins layda su ilə sıxışdırılmasına dair stasionar hidrodinamik nəzəri məsələnin həlli nəticələri şərh edilmişdir.

2. Yastı-paralel axınla neftin su ilə sıxışdırılması prosesinə zolaqvari yataqda düzxətli kəhrizə doğru və horizontal yatağın düzxətli quyu cərgələri ilə işlənməsi şəbəkəsində, neftlilik konturu ilə birinci cərgə və digər qonşu cərgələr arasında təsadüf olunur.

3. Sıxışdırılan zonada özlü-plastik neft ümumiləşdirilmiş Darsi süzülme qanununa, sıxışdırılan zonada isə su Darsi qanununa tabe olur.

4. Çıxarılmış hidrodinamik hesablama düsturları yeni kəşf edilmiş özlü-plastik neft yataqlarının işlənmə layihələrinin tərtib edilməsində və onların digər işlənmə məsələlərinin həlli üçün təklif olunur.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Мамедова Г.Г., Мустафаев С.Д. Плоскорадияльная фильтрация несжимаемой вязкопластичной нефти в неоднородной пористой среде // Экоэнергетика, 2016, № 2, с. 62-71.
2. Hacıyeva L.S. Sıxılmayan özlü-plastik neftin xətti qanunla dəyişən geoloji-fiziki xassələri olan yarımşifrik yataqdan quyuya su ilə sıxışdırılması // Ekoenergetika, 2018, № 4, s. 60-64.
3. Mustafayev S.D., Xankişiyeva T.Ü. Sıxılmayan özlü-plastik neftin dəyişən başlanğıc təzyiq qradiyentilə stasionar yastı-paralel süzülməsi // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, 2018, c. 10, s. 47-53.
4. Mustafayev S.D., Səmədov F.Ə., Sadiqova N.S., Xanəliyev V.B. Sıxılan özlü-plastik neftin su basqısı rejimli sıxılan laydan düzxətli kəhrizə doğru xətti bir ölçülü hərəkəti // Azərbaycan elmi, 2016, № 3-4, s. 23-26.

Плоско-параллельное вытеснение несжимаемой вязко-пластичной нефти водой в однородном пласте

Г.Г. Мамедова, С.Д. Мустафаяев

В статье решается гидродинамическая стационарная задача о плоско-параллельном вытеснении несжимаемой вязко-пластичной нефти водой. Дана информация о том, в каких случаях происходит такой последовательный фильтрационный поток несмешивающихся жидкостей, т.е. нефти и воды.

В результате решения поставленной задачи выведены все основные расчетные гидродинамические формулы, которые рекомендовано использовать для проектирования разработки данного месторождения, а также для решения многих задач разработки.

Ключевые слова: *вязко-пластичная нефть, однородный пласт, плоско-параллельный поток, вытеснение, полосообразная залежь, прямолнейная галерея, контур питания, водо-нефтяной контакт, ряд скважин, скорость фильтрации.*

Plane-parallel displacement of incompressible viscous-elastic oil by water in homogeneous layer

G.G. Mammadova, S.D. Mustafayev

The article resolves the hydrodynamic stationary issue of plane-parallel displacement of incompressible viscous-plastic oil by water. The information regarding the cases in which such a sequential filtration flow of immiscible fluids, i.e. oil and water takes place, is provided.

As a result of the problem solution, all the main calculated hydrodynamic formulas recommended to be used for development designing of this field, as well as for solving many development issues, were specified.

Keywords: *viscous-elastic oil, homogeneous layer, plane-parallel flow, displacement, stripe-like deposit, straightline gallery, external reservoir boundary, water-oil contact, well row, filtration velocity.*
