

Özlü-plastik neftlər üçün quyu məhsuldarlığına skin-effektin təsiri

A.V. Sultanova, t.e.n.

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

Açar sözlər: quyu hasilatı, başlanğıc sürüşmə gərginliyi, skin-faktor, quyu konturu və radiusu, layın qalınlığı, keçiricilik.

e-mail: arzu-sultanova@rambler.ru

DOI.10.37474/0365-8554/2022-04-28-31

Оценка влияния скин-фактора на работу нефтедобывающих скважин, продуцирующих вязко-пластичные нефти

Evaluation of the skin-factor effect on the operation of oil-gas producing wells with viscous-plastic oil

A.V. Sultanova, k.t.n.

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

A.V. Sultanova, Cand. in Tech. Sc.

Azerbaijan State University of Oil and Industry

Ключевые слова: дебит скважины, напряжение сдвига, скин-фактор, контур и радиус скважины, толщина пласта, проницаемость.

Keywords: well recovery rate, shear stress, skin-factor, well contour and radius, formation thickness, permeability.

Известно, что во многих нефтедобывающих регионах, в том числе в Татарстане и Башкортостане (Российская Федерация), в Азербайджане, Казахстане и др. значительную долю добываемых жидких углеводородов составляют нефти с аномальными реологическими свойствами. В их составе содержится парафин, асфальтены, смолы. Такие нефти относятся к аномальным или неньютоновским.

It is well known that in most oil and gas producing regions including Tatarstan and Bashkiria (Russian Federation), Azerbaijan, Kazakhstan, etc., a significant part of produced liquid hydrocarbons consists of oils with abnormal rheological properties, which contain paraffin, asphaltenes, and resin. Such types of oils are related to those of abnormal or non-Newtonian.

Изучено влияние скин-фактора на извлечение из скважины нефти с аномальными свойствами. Свойства такой продукции скважины носят характер вязко-пластичного флюида с начальным градиентом сдвига. Было показано, что эта система обладает свойствами, отличающимися ее от ньютоновских жидкостей. В системе уравнений влияние скин-зоны предлагается описать параметром "скин-фактор", который изменяется в широких интервалах в зависимости от характера загрязнения скин-зоны. Определив "скин-фактор", в скважинах проводят дополнительные мероприятия по обработке призабойной зоны скважины (кислотной обработкой, дополнительной перфорацией и др.), что позволит регулировать производительность эксплуатационной скважины.

The paper studies the effect of skin-factor on the recovery of oil with abnormal properties. The features of such a well product are of viscous-plastic liquid nature with an initial shear gradient. It is shown that this system has properties different from non-Newtonian fluids. It is suggested to describe the effect of skin-zone in the system of the equation via the parameter of "skin-factor", which changes in wide diapasons depending on the nature of pollution of the skin zone. After the specification of "skin factor", additional measures are carried out in the well on the treatment of the bottom-hole zone (acid treatment, additional perforation, etc.), which will allow regulating the productivity of the operation well.

Laboratoriya və mədən tədqiqatları göstərir ki, tərkibində çoxlu miqdarda parafin-asfalten-qatran birləşmələri olan neftlər anomal neftlərə aiddir. Bu neftlərin struktur-mexaniki xassələri və reoloji xüsusiyyətlərinin müəyyən edilməsi neftqazçıxarmada texnoloji proseslərin səmərəliliyini artırmaq üçün çox əhəmiyyətlidir.

Yataqların istismarı zamanı bir çox quyuların çirklənmiş quyudibi zonaya malik olması və keçiriciliyi aşağı olan kollektorlara açılması onların mənimsənilməsi prosesində xeyli çətinliklər yaradır. Bir çox hallarda bu proses yeni texnologiyaların tətbiqi ilə mümkün olur [1-7].

Digər tərəfdən, aşağı keçiricilikli kollektorlar üçün quyu tamamlanması və layın məhsuldar qalınlığının açılması zamanı, qazma məhlulunun və istismar prosesində hasil olunan neftin fiziki-kimyəvi, eləcə də reoloji xassələrinin xüsusi əhəmiyyəti var.

Amerika alimlərinin işlərində skin-zonası nəzərə alınmaqla quyu hasilatının müəyyənləşdirilməsi təklif olunur. Müəlliflər vurğulayırlar ki, skin-zona bütövlüklə yatağın hasilatı və işlənməsi prosesinə təsir göstərir.

Qeyd olunanları nəzərə alaraq anomal özlü-plastik neftlərin istehsalı zamanı quyunun işinə skin-faktorun təsiri tədqiq edilmişdir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, həmin neftlərin özlülük xüsusiyyəti temperatur amilindən çox asılı olmaqla aşağı temperaturalarda kəskin pisləşə bilər.

Tədqiqat metodları

Darsinin ümumiləşdirilmiş tənliyi əsasında qeyri-Nyuton xassəli neft istehsal edən skin-zonalı quyu hasilatının hesablanması metodikasının işlənməsinə baxılmışdır.

Ümumiləşdirilmiş Darsi tənliyini:

$$\frac{dp}{dr} = \frac{\mu}{k} \frac{Q}{2\pi hr} + \frac{\alpha\tau_0}{\sqrt{k_1}},$$

burada dp/dr – təzyiq qradiyenti; Q – quyunun məhsuldarlığı; h – layın qalınlığı; r – radius; k, k_1 – layın maye üzrə və havaya görə keçiricilikləri; μ – neftin dinamik özlülüğü; τ_0 – neftin başlanğıc sürüşmə gərginliyi; α – əmsaldır.

Sonuncu ifadəni qruplaşdıraraq alarıq:

$$dp = \frac{\mu}{k} \frac{Q}{2\pi hr} \frac{dr}{r} + \frac{\alpha\tau_0}{\sqrt{k_1}} dr.$$

Aşağıdakı sərhəd şərtləri nəzərə almaqla alınan ifadəni inteqrallayaq

$$r = r_q; r = r_{sz}; r = r_k,$$

burada r_q, r_{sz}, r_k – uyğun olaraq quyu, skin-zona və quyuətrafi konturun radiuslarıdır.

$$\int_{p_q}^{p_k} dp = \frac{\mu}{2\pi h} Q \left(\frac{1}{k_{pl}} \frac{dr}{r} + \frac{\alpha\tau_0}{\sqrt{k_1}} \frac{2\pi h}{Q\mu} dr \right).$$

Skin-faktorun sahəsini nəzərə alaraq:

$$\int_{p_q}^{p_k} dp = \frac{\mu}{2\pi h} Q \left(\int_{r_q}^{r_{sz}} \frac{1}{k_{pl}} \frac{dr}{r} + \int_{r_{sz}}^{r_k} \frac{1}{k_L} \frac{dr}{r} + \frac{\alpha\tau_0}{\sqrt{k_1}} \frac{2\pi h}{Q\mu} \int_{r_q}^{r_{sz}} dr + \frac{\alpha\tau_0}{\sqrt{k_1}} \frac{2\pi h}{Q\mu} \int_{r_{sz}}^{r_k} dr \right).$$

İnteqrallaşmadan sonra:

$$p_k - p_q = \frac{\mu}{2\pi h} Q \left[\frac{1}{k_q} \ln \frac{r_{sz}}{r_q} + \frac{1}{k_L} \ln \frac{r_q}{r_{sz}} + \frac{\alpha\tau_0}{\sqrt{k_1}} \frac{2\pi h}{Q\mu} (r_{sz} - r_q) + \frac{\alpha\tau_0}{\sqrt{k_1}} \frac{2\pi h}{Q\mu} (r_k - r_{sz}) \right].$$

Sonuncu ifadədə qruplaşdırma apararaq aşağıdakını yazı bilərik:

$$p_k - p_q = \frac{\mu}{2\pi h} Q \left[\frac{1}{k_L} \left(\frac{k_L}{k_{sz}} \ln \frac{r_{sz}}{r_q} - \ln \frac{r_{sz}}{r_q} + \ln \left(\frac{r_k}{r_{sz}} \frac{r_{sz}}{r_q} \right) \right) + \frac{\alpha\tau_0}{\sqrt{k_1}} \frac{2\pi h}{Q\mu} (r_k - r_q) \right].$$

Skin-faktor anlayışını daxil edək:

$$\frac{2\pi h k_L}{\mu} (p_k - p_q) = Q \left(\ln \frac{r_k}{r_q} + S \right) \frac{\alpha\tau_0}{\sqrt{k_1}} \frac{2\pi h}{Q\mu} (r_k - r_q) k_L$$

və ya

$$Q = \frac{2\pi h k_L}{\mu} \frac{(p_k - p_q) - \frac{\alpha \tau_0}{\sqrt{k_1}} (r_k - r_q)}{\ln \frac{r_k}{r_q} \pm S},$$

burada $S = \ln \frac{r_{sz}}{r_q} \left(\frac{k_L}{k_{sz}} - 1 \right)$.

Sonuncu ifadədən göründüyü kimi, $\tau_0=0$ olduqda skin-faktor nəzərə alınmaqla, $S=0$ olduqda isə skin-faktor nəzərə alınmamaq şərtilə Nyuton mayelər üçün tənliklər alırıq.

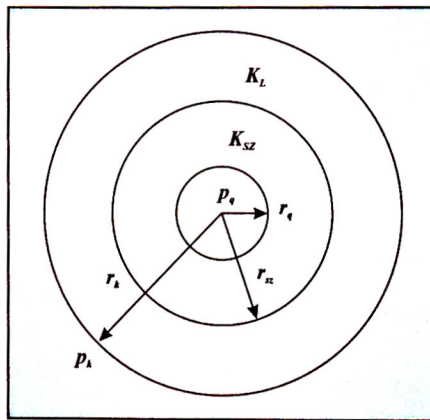
Əgər $S=0$, $\tau_0 \neq 0$ – bu zaman özlü-plastik maye üçün süzülmə tənliyindən istifadə edirik.

İndi isə τ_0 qiymətinin skin-faktor göstəricisinə təsirini müəyyənləşdirək. Qeyd edək ki, mənfi işarəsi skin-faktorun quyunun məhsuldarlığına müsbət təsirini göstərir.

Sonuncu ifadədən skin-faktorun təyini üçün aşağıdakı ifadəni alırıq:

$$\pm S = \frac{2\pi h k_L}{Q \mu} \left[(p_k - p_q) - \frac{\alpha \tau_0}{\sqrt{k_1}} (r_k - r_q) \right] - \ln \frac{r_k}{r_q}.$$

Təcrübələrdən məlumdur ki, quyudibi zonaya təsir edərəkən keçiriciliyin artması skin-zonanın keçiriciliyini artırır ki, bu da mənfi skin-faktorun nəticəsidir ($S < 0$). Neqativ skin-faktorun aşağı həddi $S = -5$. Quyudibi zonanın keçiriciliyinin azalması isə müsbət skin-faktor ($S > 0$) ilə səciyyələnir. Layın keçiriciliyi k_L və skin-zonası k_{sz} bərabər olduğu halda, skin-faktor $S=0$ olur. Şəkildə skin-zonanın sxemi göstərilmişdir.



Skin-zonalı quyudibi zonanın sxemi

Nəticə

Özlü-plastik xassəli neft və ya neft emulsiyası hasil edən quyunun məhsuldarlığının skin-faktor nəzərə alınmaqla təyin edilməsi üçün yeni üsul təklif olunmuşdur.

Ədəbiyyat siyahısı

1. *Mirzadzhanzade A.X., Байков В.А.* Парадоксы нефтяной физики. – М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований; НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”, 2004.
2. *Mirzadzhanzade A.X., Алиев Н.А., Юсифзаде Х.Б. и др.* Фрагменты разработки морских нефтегазовых месторождений. – Баку: Изд-во “Элм”, 1997, 408 с.
3. *Entov V.M., Гливенко Е.В.* Механика сплошной среды и ее применение в газонефтедобыче. – М.: Недра, 2008, 292 с.
4. *Лобусев А.В., Лобусев М.А., Назарова Л.Н.* Моделирование разведки и разработки виртуального нефтегазового месторождения. – М.: Недра, 2008, 124 с.
5. *Федоров В.Н., Сорокин П.М.* Оценка степени воздействия буровых растворов на фильтрационные свойства призабойной зоны пласта // Бурение и нефть 2010, № 5, с. 22-25.
6. *Шагиев Р.Г., Левченко И.Ю.* Анализ составляющих скин-факторов на примере исследований скважин Памятно-Сасового месторождения // Нефтяное хозяйство, 2002, № 12, с. 67-69.
7. *Щелкачев В.Н.* Разработка нефтеводоносных пластов при упругом режиме. – М.: Госиздат, 1959, 462 с.

References

1. *Mirzadzhanzade A.Kh., Baikov V.A.* Paradoxy neftyanoy fiziki. – M.:Izhevsk: Institut komp'yuternykh issledovaniy; NITS “Regulyarnaya i khaotichnaya dinamika”. 2004.
2. *Mirzadzhanzade A.Kh., Aliyev N.A., Yusifzade Kh.B. i dr.* Fragmenty razrabotki morskikh neftegazovykh mestorozhdeniy. – Baku: izd-vo “Elm”, 1997, 408 s.
3. *Entov V.M., Glivenko E.V.* Mekhanika sploshnoy sredy i ee primeneniye v gazoneftedobyche. – M.: Nedra, 2008, 292 s.
4. *Lobusev A.V., Lobusev M.A., Nazarova L.N.* Modelirovaniye razvedki i razrabotki virtual'nogo neftegazovogo mestorozhdeniya. – M.: Nedra, 2008, 124 s.
5. *Fyodorov V.N., Sorokin P.M.* Otsenka stepeni vozdeistviya burovykh rastvorov na fil'tratsionnye svoistva priza-boynoy zony plasta // Burenie i neft', 2010, No 5, s. 22-25.
6. *Shagiyev R.G., Levchenko I.Yu.* Analiz sostavlyayushchikh skin-faktorov na primere issledovaniy skvazhin Pamyatno-Sasovogo mestorozhdeniya // Neftyanoe khozaistvo, 2002, No 12, s. 67-69.
7. *Shchelkachev V.N.* Razrabotka neftevodonosnykh plastov pri uprugom rezhime. – M.: Gosizdat, 1959, 462 s.