

Qaz-maye qarışığı axınının şaquli qaldırıcıda hidroqazodinamik tədqiqi

R.S. Qurbanov, t.e.d., T.H. Qurbanova, t.ü.f.d.
"Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və Kimya" ETI

Açar sözlər: qaz-maye, hidroqazodinamik, şaquli kəmə, sürüşmə sürəti, təzyiqli qradiyenti, axın.

e-mail: gulkar@yahoo.com

DOI.10.37474/0365-8554/2020-9-39-42

Гидрогазодинамическое течение газожидкостной смеси в вертикальной колонне труб

Р.С. Гурбанов, д.т.н., Т.Г. Гурбанова, д.ф.т.н.
НИИ "Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия"

Ключевые слова: газ-жидкость, гидрогазодинамика, вертикальная колонна, скорость скольжения, градиент давления, течение.

Исследовано гидродинамическое течение газожидкостных смесей в вертикальной колонне труб. Для получения теоретического подхода известная в технической литературе и экспериментально подтвержденная формула $\gamma_{\text{см}}/\gamma_{\text{ж}}$ Б.А. Архангельского проверена в многочисленных скважинах и выбрана новая модель градиента давления.

Для сред жидкости и газа потери давления определены формулой Блазиуса с предположением, что компоненты жидкости и газа движутся в турбулентном режиме.

Достоверность полученных зависимостей проверена с использованием экспериментальных данных А.П. Крылова.

Разработан новый расчетный метод, не совпадающий с подходом А.П. Крылова.

Предложенным авторами расчетным методом, показано, что каждый режим имеет свой градиент давления, а по А.П. Крылову различные режимы имеют постоянный градиент давления.

Hydrogas-dynamic exploration of the gas-liquid mixture flow in vertical lifting

R.S. Gurbanov, Dr. in Tech. Sc.,
T.H. Gurbanova, Ph.D. in Tech.Sc.
"Geotechnological Problems of Oil, Gas and Chemistry" SRI

Keywords: gas-liquid, hydrogas-dynamic, vertical piping, sliding speed, pressure gradient, flow.

The hydrodynamic flow of gas-liquid mixture was investigated in the vertical pipeline. It is confirmed by the existing experiment in technical references that to obtain theoretical work, taking into account B.A. Arkhangelsky's theoretical basis dependence $\gamma_{\text{sm}}/\gamma_{\text{ж}}$ of friction is necessary. A new pressure gradient model tested in a great number of wells was chosen as well.

Pressure losses for liquid and gas mediums are calculated by the Blasius formula, where the components in the mixture move in turbulent regime.

The accuracy of the dependencies was verified using A.P. Krylov's experimental dependencies.

A calculation method differ from A.P. Krylov's has been developed.

Via proposed method it was defined that each regime has its specific pressure gradient and there cannot be constant gradient for various regimes as A.P. Krylov shows.

Şaquli boru kəmərinə ikifazlı qaz-maye qarışığı axınları üçün geniş miqyasda eksperimental hidroqazodinamik tədqiqat işləri aparılmışdır. Bu eksperimental tədqiqat işlərinin təhlili əsasında müəyyən edilmişdir ki, alınan nəticələr sırasında nəzəri əsasları olan asılılıqlardan istifadə etməklə, şaquli boru kəmərinə çoxfazlı axının tədqiqi üçün nəzəri hidroqazodinamik üsulları işlənməsi mümkündür [1-6].

Məqalədə dairəvi eninə kəsikli şaquli boru kəmərinə ikifazlı axın üçün aşağıdakı asılılıqlardan istifadə etməklə, nəzəri hidroqazodinamik tədqiqin aparılması göstərilmiş və texniki ədəbiyyatda mövcud eksperimentlərlə təsdiq olunmuşdur:

B.A. Arxangel'skinin sürütməni və qarışqdakı sürüşməni nəzərə alan asılılıq

$$\frac{\gamma_{\text{qr}}}{\gamma_{\text{m}}} = 1 - \varphi + \varphi \frac{\gamma_{\text{q}}}{\gamma_{\text{m}}}, \quad (1)$$

burada φ – qazın həcmi qatılığı; γ_{q} – qazın xüsusi çəkisidir.

A.P. Krylovun eksperimental asılılığı nəzərə alınmışdır.

$\gamma_{\text{qr}}/\gamma_{\text{m}}$ ifadəsini (1) əsasında yoxlayaq və bu düsturu aşağıdakı şəkildə ifadə edək:

$$\frac{\gamma_{\text{qr}}}{\gamma_{\text{m}}} = \frac{1 + 0.167R}{1 + R} + \frac{\gamma_{\text{q}}}{\gamma_{\text{m}}} \frac{0.833R}{1 + R}, \quad (2)$$

(2) ifadəsində $R=0$ olduqda, $\gamma_{qr}/\gamma_m=1$ və $R \rightarrow \infty$ yaxınlaşdırıldıqda $\gamma_{qr}/\gamma_m=1-\alpha=0.167$ alınır. Ona görə γ_{qr}/γ_m ifadəsi kimi bu işdə B.A. Arxangel'skinin ifadəsindən istifadə edilmişdir. Beləliklə şaquli boruda qaz-maye qarışığı üçün Δp_{qr} ifadəsini təyin edək.

$$\varepsilon_{sür} = \frac{\Delta p_{sür}}{L\gamma_m} = (1-\varphi) \frac{\Delta p_m}{L\gamma_m} + \varphi \frac{\Delta p_q}{L\gamma_m}, \quad (3)$$

burada $\frac{\Delta p_m}{L\gamma_m}$ və $\frac{\Delta p_q}{L\gamma_m}$ ifadələri uyğun olaraq və $D\sqrt{1-\varphi}$ diametrlı boruda maye komponenti və

$D\sqrt{\varphi}$ diametrlı boruda qaz komponenti hərəkət etdikdə sürülməyə sərf olunan təzyiqliq qradienti, cəmdə isə qaz-maye qarışığının təzyiqliq qradientidir. Bu qradientlər aşağıdakı asılılıqlarla təyin edilir:

$$\frac{1}{L\gamma_m} \Delta p_m = \lambda_m \frac{L}{d} \frac{v_m^2}{2g}, \quad (4)$$

$$\frac{1}{L\gamma_q} \Delta p_q = \lambda_q \frac{L}{d} \frac{v_q^2}{2g} \quad (5)$$

$\frac{\gamma_{qr}}{\gamma_m}$ -nin təyini üçün (2) ifadəsindən, $\frac{\Delta p_m}{L\gamma_m}$ və $\frac{\Delta p_q}{L\gamma_q}$ ifadələrini təyin etmək üçün qarışıqdakı faza-

ların hərəkəti şaquli boruda qaz-maye qarışığının hərəkətində komponentlərin turbulent rejimə hərəkət-də olmasını götürmək daha məqsəduyğundur.

$$\frac{\Delta p_m}{\gamma_m L} = 0.2417 \frac{Q_m^{1.75} v_m^{0.25}}{gD^{4.75}} \left(\frac{1+R}{R+0.167} \right)^{2.375}, \quad (6)$$

$$\frac{\Delta p_q}{\gamma_q L} = 0.2417 \frac{Q_q^{1.75} v_q^{0.25}}{gD^{4.75}} \left(\frac{1+R}{0.833R} \right)^{2.375} \quad (7)$$

Bu ifadələri nəzərə almaqla qaz-maye qarışığının hərəkətini hesablamaq üçün sürülməyə sərf olunan təzyiqliq qradientinin nəzəri asılılığı alınır:

$$\frac{\Delta p_{qr}}{\gamma_m L} = \varepsilon_{sür} = 0.2417 \frac{Q_q^{1.75} v_q^{0.25}}{gD^{4.75}} \left[R^{1.75} v_m^{0.25} \left(\frac{1+R}{R+0.167} \right)^{1.375} + \left(\frac{1+R}{0.833R} \right)^{1.375} \frac{\gamma_q}{\gamma_m} \right] \quad (8)$$

$$1-\varphi = \frac{Q_m + 0.617Q_q}{Q_m + Q_q}$$

və ya

$$R = \frac{Q_m}{Q_q}; \quad 1-\varphi = \frac{R+0.167}{1+R}; \quad \varphi = 0.833 \frac{1}{1+R}$$

və ya

$$\frac{\Delta p_{qr}}{\gamma_m L} = 0.2417 \frac{Q_m^{1.75} v_m^{0.25}}{gD^{4.75}} \left(\frac{1+R}{R+0.167} \right)^{1.375} + 0.2417 \frac{Q_q^{1.75} v_q^{0.25}}{gD^{4.75}} + \left(\frac{1+R}{0.833R} \right)^{1.375} \frac{\gamma_q}{\gamma_m}$$

$$\frac{\Delta p_{qr}}{\gamma_m L} = 0.24165 \left[\frac{Q_m^{1.75} v_m^{0.25}}{gD^{4.75}} (1-\varphi)^{-1.375} + \frac{Q_q^{1.75} v_q^{0.25}}{gD^{4.75}} \varphi^{-1.375} \right] + 1-\varphi + \frac{\gamma_q}{\gamma_m} \varphi 0.833$$

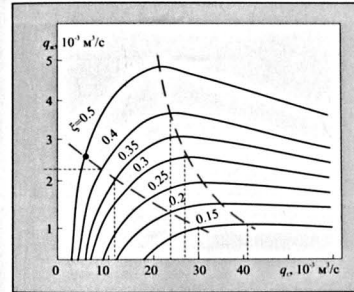
(2) və (8) ifadələrində A.P. Krilovun və Moorun ifadələrini nəzərə almaqla təzyiqliq qradientinin aşağıdakı əsas asılılığı alınır:

$$\varepsilon = \frac{Q_m + 0.167Q_q}{Q_m + Q_q} + 0.833 \frac{Q_q}{Q_m + Q_q} \frac{\gamma_q}{\gamma_m} + \frac{0.24165}{gD^{4.75}} \frac{1}{\varphi^{1.375}} \times \left[Q_m^{1.75} v_m^{0.25} \left(\frac{\varphi}{1-\varphi} \right)^{1.375} + Q_q^{1.75} v_q^{0.25} \right] \quad (9)$$

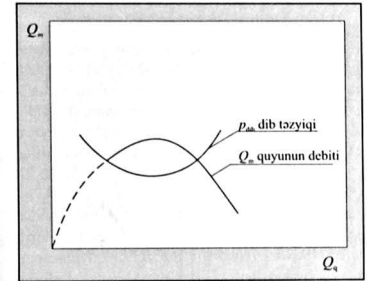
A.P. Krilovun eksperiment nəticələri ilə müqayisə etməklə yoxlanılan bu asılılığın doğruluğu təsdiqlənmişdir.

A.P. Krilov bu məsələni aşağıdakı kimi həll edib: qaldırıcının diametrinin sabit qiymətində təzyiqliq qradientinə əsəbit qiyməti verilir və ξ -in sabit qiymətində Q_m ilə Q_q arasında asılılıq təyin edilir.

Bu tənliliklər sistemindən istifadə məqsədilə aşağıdakı asılılıqları qəbul edək (şəkil 1).



Şəkil 1. A.P. Krilovun 63 mm diametrlı qaldırıcında və müxtəlif təzyiqliq qradientlərində maye sərfinin qaz sərfindən asılılığı



Şəkil 2. Qazlift və nasos quyularında quyuyu debiti və dib təzyiqlinin qaz debitindən asılılığı

Qazlift və nasos üsulu ilə işləyən çoxlu sayda real quyularda eksperimentlər əsasında müəyyən edilmişdir ki, Q_m ilə Q_q və p ilə Q_q asılılığın hər rejimə təzyiqliq qradienti sabit ola bilməz, yəni hər rejimin özünə əsəbit təzyiqliq qradienti olmalıdır.

Qazlift və nasos quyularında Q_m ilə Q_q və p ilə Q_q asılılığı eksperimental tədqiq olunan quyularda aşağıdakı şəkildə alınmışdır (şəkil 2).

Bu asılılıqdan görünür ki, hər rejim üçün $p_{ay} - p_{dib}$ kəmiyyəti müxtəlifdir, hər rejimin özünəməxsus ε olmalıdır.

Reallığı əks etdirən aşağıdakı hesablama metodikası təklif olunur: Q_m və Q_q verilir, ε hesablanır və (ε, Q_m, Q_q) rejim müəyyən edilir; ilk və son rejim üçün $Q_m = 0$ olur, ε və Q_q təyin edilir.

Nəticə

1. Şaquli boru kəmərinə qaz-maye qarışığı axınının hidroqazodinamik tədqiqi bəzi eksperimental asılılıqlardan istifadə etməklə nəzəri işlənmişdir.

2. Bu yanaşma əsasında iki və çoxkomponentli qarışıq axınlar tədqiq oluna bilər.

Ədəbiyyat siyahısı

1. *Qurbanov R.S., Qurbanov Ra.S., Qurbanova T.H.* Nasos quyularının yeni tədqiqat usulları // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2013, № 10, s. 38-42.
2. *Qurbanova T.H.* Quyuy gövdəsindəki maye-qaz qarışığının tədqiqi // "Neftin, qazın geotexnologiyası problemləri və Kimya" ETİ Elmi əsərlər, 2014, s. 55-57.
3. *Qurbanova T.H.* Nasos üsulu ilə işləyən quyuların səmərəli istismarı üçün qaz-hidrodinamik üsulların işlənməsi: texn. üzrə fəls. dok. ... dis. Bakı, 2018, 175 s.
4. *Мищенко И.Т.* Скважинная добыча нефти: учеб. пособ. для вузов. – М.: ФГУП Изд-во "Нефть и газ" РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2007, 826 с.
5. *Муравьев И.М., Крылов А.П.* Эксплуатация нефтяных месторождений. – М.: Гостоптехиздат, 1949, с. 505-506, 539-542.
6. *Силаш А.П.* Добыча и транспорт нефти и газа. – М.: Недра, 1980, 375 с.

References

1. *Gurbanov R.S., Gurbanov Ra.S., Gurbanova T.H.* Nasos quyularının yeni tədqiqat usulları // Azerbaijan neft təsərrüfatı, 2013, № 10, s. 38-42.
2. *Gurbanova T.H.* Quyuy gövdəsindəki maye-qaz qarışığının tədqiqi // "Neftin, qazın geotexnologiyası problemləri və Kimya" ETİ Elmi əsərlər, 2014, s. 55-57.
3. *Gurbanova T.H.* Nasos üsulu ilə işləyən quyuların səmərəli istismarı üçün qaz-hidrodinamik usulların işlənməsi: texn. üzrə fəls. dok. ... dis. Bakı, 2018, 175 s.
4. *Mishchenko I.T.* Skvazhinnaya dobycha nefi: ucheb. posob. dlya vuzov. – M.: FGUP Izd-vo "Nef' i gaz" RGU nefi i gaza im. I.M. Gubkina, 2007, 826 s.
5. *Murav'yov I.M., Krylov A.P.* Eksploatatsiya neftyanykh mestorozhdeniy. – M.: Gostoptekhizdat, 1949, s. 505-506, 539-542.
6. *Silash A.P.* Dobycha i transport nefi i gaza. – M.: Nedra, 1980, 375 s.