

UOT 531.8; 621.01

Ştanqlı dərinlik nasos quyularında balansir başlığına təsir edən sürtünmə qüvvəsinin təyini

V.B. Xanəliyev

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

Açar sözlər: ştanqlı kəmərin ağırlığı, maye sütununun çəkisi, balansir başlığı, sürtünmə qüvvəsi, təcil, ətalət qüvvəsi, kütlə sərbəstdüşmə təcili, bucaq sürəti, poqonmetrin çəkisi.

DOI.10.37474/0365-8554/2020-2-30-33

e-mail: vugar_khanaliyev@yahoo.com

Определение силы трения, действующей на головку балансира в штанговых глубинно-насосных скважинах

В.Б. Ханалиев

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

Ключевые слова: вес колонны штанг, вес столба жидкости, головка балансира, сила трения, ускорение, сила инерции, масса, ускорение свободного падения, угловая скорость, вес погонного метра.

Дан краткий литературный обзор по определению максимальной нагрузки, действующей на головку балансира станка-качалки. Затем изложен новый способ по определению силы трения, при котором посредством аппаратно-программного комплекса "Квантор-4микро" с помощью динамометра снимается динамограмма.

По верхней горизонтальной прямой динамограммы определяется графически максимальная нагрузка, равняющаяся сумме всех сил, действующих на головку балансира. Среди них участвует также сила трения, которая является неизвестной величиной. Составляется уравнение и определяется значение силы трения.

Specification of friction force acting on the horsehead in sucker-rod pumping wells

V.B. Khanaliyev

Azerbaijan State University of Oil and Industry

Keywords: stem weight, fluid column weight, horsehead, friction force, acceleration, inertia force, mass, free fall acceleration, angular velocity, weight of linear meter.

The paper gives brief literature review on the specification of maximum load acting on the horsehead. Additionally, it presents a new method of specification of the friction force acting via "Quantor-4micro" hardware-software complex, with the dynamometer of which the dynagraph is taken.

The maximum load, which is equal to the sum of all forces acting on the horsehead is graphically specified through the upper horizontal straight dynagraph. The friction force called unknown value is involved among them as well. The equation is developed and friction force value specified.

Ştanqlı dərinlik nasos qurğusunun (ŞDNQ) əsas elementlərindən biri ştanqlı kəmərdir ki, bu da nasosun plunjerini mancaq dəzğahının balansir başlığı ilə birləşdirir. Ştanqlı kəmərin iş qabiliyyəti bütövlükdə nasos sistemi üçün həlledici rol oynayır. Nasos qurğusunun istismarı zamanı ştanqlı kəmərin asqı nöqtəsində maksimal yükə məruz qalır və ona görə də təhlükəli kəsikdə maksimal dartılma gərginliyi yaranır. Dərinlik nasosu quyuda işləyəndə ştanqlı kəmərin asqı nöqtəsindəki tam gərginlik aşağıdakı hissələrdən ibarətdir:

– nasos ştanqlarının, maye sütununun ağırlıq qüvvəsindən, plunjerin nasosun silindrinin (gilizlərin) daxili divarlarına, ştanqların nasos-kompressor borularının (NKB) daxili divarlarına və mayeyə sürtünmə qüvvələrindən yaranan statik yüklər;

– ştanqlı kəmərin və həlqəvi maye sütununun ştanqlarla NKB arasındakı həlqəvi fəzədə hərəkəti zamanı yaranan dinamik yüklər, yəni titrəyiş, zərbə yükləri və ətalət qüvvələri [1].

Statik yüklərin təyini üsulu aşağıdakı kimi şərtlənmişdir.

Plunjer yuxarıya doğru hərəkət edəndə ştanqlı kəmərin asqı nöqtəsinə (qorxulu en kəsiyə) ştanqların mayedəki və plunjerin üstündəki maye sütununun ağırlığından ibarət olan statik yüklər təsir edir. Bu zaman sürtünmə qüvvələri aşağı istiqamətə yönəlir və onların təsirindən statik yük artır. Ştanqlı kəmərin isə əksinə, yəni aşağıya doğru hərəkəti yalnız mayenin ağırlığı altında yerinə yetirir. Bu halda sürtünmə qüvvələri yuxarıya doğru yönəlir və ona görə də qorxulu kəsiyə düşən yük azalır.

Yuxarı gedişdə ştanqlı kəmərin asqı nöqtəsinə düşən maksimal yük aşağıdakı düsturla təyin edilir [2, 3]:

$$P_{st} = P_m + P_{st} + P_{sür} \quad (1)$$

ştanqlı kəmərin ağırlığı aşağıdakı kimi təyin edilir

$$P_m = (F_{pl} - f_{st}) L_{\rho g}, N,$$

maye sütununun ağırlığı isə aşağıdakı şəkildə olacaq

$$P_{st} = f_{st} L_{\rho g}, N.$$

Nasos, dinamik maye səviyyəsindən h dərinliyinə dalanda (batırılarda) bu yüklərin cəmi aşağıdakı kimi olacaq:

$$P_{st} = F_{pl} h \rho g + f_{st} L g (\rho_1 - \rho) + P_{sür} m, \quad (2)$$

burada F_{pl} , f_{st} – plunjerin və ştanqların en kəşik sahələri, m^2 ; L – ştanqlı kəmərin uzunluğu, m ; ρ – mayenin sıxlığı, kq/m^3 ; ρ_1 – ştanq materialının sıxlığı ($\rho_1 = 7850 \text{ kq/m}^3$); $F_{pl} h \rho g$ – plunjerə aşağıdan tətbiq edilən h hündürlüklü maye sütununun təzyiq qüvvəsi, N ; h – nasosun qəbulunun dinamik maye səviyyəsindən olan məsafə (dərinliyi), m ; $f_{st} g (\rho_1 - \rho)$ – ştanqların 1 m-nin maye mühitindəki ağırlıq qüvvəsidir, N [2, 3].

Əgər 1 m ştanqın $f_{st} g \rho_1$ çəkisini q_{st} ilə və $f_{st} g (\rho_1 - \rho)$ qüvvəsini q'_{st} ilə işarə etsək, alarıq:

$$q'_{st} = q \left(\frac{\rho_1 - \rho}{\rho_1} \right) = q_{st} b. \quad (3)$$

Plunjerin üstündəki 1 m-lik maye sütununun $F_{pl} \rho g$ ağırlıq qüvvəsini q_m ilə işarə edərək və təqribən $h \approx L$ olduğunu qəbul edərək, aşağıdakı ifadəni alarıq:

$$P_{st} = q_m L + q_{st} L b + P_{sür} \quad (4)$$

Statik yükədən ştanqın asqı nöqtəsindəki gərginlik olacaq

$$\sigma_{st} = \frac{q_m L + q_{st} L b + P_{sür}}{f_{st}}. \quad (5)$$

Naməlum amillərin sayı çox olduğundan sürtünmə qüvvəsini adətən analitik yolla (düsturlarla) nəzərə almaq olmur.

Ştanqlı kəmərin NKB-lərinə sürtünmə qüvvəsini təqribən hesablamaq üçün A.Virnorski aşağıdakı düsturunu təklif etmişdir:

$$P_{st}^f = \frac{1}{2} \mu \beta_1 P_{st}, \quad (6)$$

burada P_{st}^f – ştanqların borulara sürtünmə qüvvəsi, N ; μ – ştanqlı boruların sürtünmə əmsalı;

β_1 – quyu gövdəsi oxunun meyl bucağı, radian; P_{st} – ştanqlı kəmərin ağırlığıdır, N .

Ştanqlı kəmərin sürtünmə qüvvəsinin çəkisi 2 %-dən çox olmur. Plunjerin nasosun silindrinin köynəklərinə sürtünmə qüvvəsi statik yüklərin 1–3 %-ni təşkil edir və bu düsturla təqribən təyin edilə bilər:

$$P_{pl}^f = 24525 D_{pl}, \quad (7)$$

burada P_{pl}^f – plunjerin sürtünmə qüvvəsi, N ; D_{pl} –

plunjerin diametridir, m .

Göründüyü kimi, ümumi qüvvələr balansında ştanqların boru və plunjerin silindrə sürtünmə qüvvələri cüzi rol oynayır. Ona görə də yuxarı gedişdə asqı nöqtəsində yaranan maksimal gərginlik ($\sigma_{st.yux}$, N/m^2) belə yazıla bilər:

$$\sigma_{st.yux} \approx \frac{q_m L}{f_{st}} + 8.35 \cdot 10^4 L b. \quad (8)$$

Analoji olaraq, aşağı gedişdə maksimal gərginlik, olacaq:

$$\sigma_{st.as} \approx 8.35 \cdot 10^4 L b. \quad (9)$$

A.N. Adoninin və digər tədqiqatçıların dərinlik nasos qurğusunda apardıqları eksperimental işlər (təcrübə quyusunda) göstərdi ki, statik nəzəriyyə düsturları universal deyil və onlardan yalnız istismar parametrlərinin qiymətləri intervalında istifadə etmək olar.

Professor İ.A.Çarnıy nasos ştanqlarının işini təhlil edərək maksimum yükü hesablamaq üçün daha sadə düstur təklif etmişdir.

Ə.C. Əmirov ad. NQÇİ-nin 1 №-li NQÇS-in 546 №-li dərinlik nasos neft quyusu Lökbatan-Puta-Quşxana yatağının Puta sahəsində istismardadır. İstismar kəmərinin diametri – 8/4" (362 m); quyudibi – 573 m; horizont – VI; süzgəc intervalı 571–510 m; dərinlik nasosunun tipi və diametri – QDN SMZ, 43 mm; asqı dərinliyi – 437 m; NKB – 437 m, 2½"; ştanqların sayı – 54 ədəd ¾"; mancanaq dəzgahının tipi – SKN-5; plunjerin gediş yolu – $S = 1.5 \text{ m}$; yırgalanma sayı – $n = 4.5$ dövr/dəq.; nəzəri verim – 14.1 $m^3/gün$; faktiki neft hasilatı – 0.7 $t/gün$, su – 11.0 $m^3/gün$; cəm hasilat – 11.7 $t/gün$; verim əmsalı – 0.83; sulaşma – 94 %; lay neftinin sıxlığı – $\rho_n = 928.7 \text{ kq/m}^3$; lay suyunun sıxlığı – $\rho_s = 1009.8 \text{ kq/m}^3$; quyunun neft debiti – $Q_n = 0.75 \text{ m}^3/gün$; quyunun su debiti – $Q_s = 11.0 \text{ m}^3/gün$; quyunun maye debiti – $Q_m = 11.75 \text{ m}^3/gün$. Maye qarışığının sıxlığı aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\rho_{\text{qar.}} = \frac{\rho_n Q_n + \rho_s Q_s}{Q_n + Q_s} = \frac{0.9287 \cdot 0.75 + 1.0098 \cdot 11}{0.75 + 11} = 1004.6 \text{ kq/m}^3$$

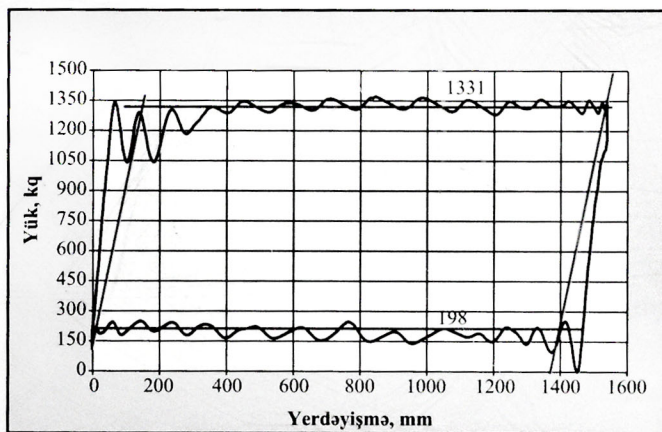
Ştanqlı kəmərin uzunluğu nasosun asqı dərinliyinə bərabərdir və bir pilləlidir. Pillənin uzunluğu 437 m-dir. Onun 1 poqon metrinin çəkisi 2.35 kq/m-dir. Pillənin çəkisi $G_{\text{st.k}} = 1026.95$ kq-dir. Ştanqlı kəmərin havadakı tam çəkisi:

$$G_{\text{st.k}} = 1026.95 \text{ kq}$$

Ştanqlı kəmərin həcmi, yəni onun sıxışdırdığı mayenin həcmi:

$$V_{\text{st.k}} = \frac{G_{\text{st.k}}}{\rho} = \frac{1026.95 \text{ kq}}{7850 \text{ kq/m}^3} = 0.13 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{st.k}} = 0.13 \text{ m}^3 = V_{\text{sx.m.}}$$



546 №-li quyuda "Kvantor-4mikro" cihazının dinamometri vasitəsilə çəkilmiş dinamoqram (NQÇS: 1, quyuyu: 546, 16-06-19 10:53, yırğalanma sayı: 4.5 l/dəq., gediş yolu: 1500 mm)

Sıxışdırılan mayenin çəkisi:

$$G_{\text{sx.m}} = V_{\text{sx.m}} \rho_{\text{qar}} = 0.13 \text{ m}^3 \cdot 1004.6 \text{ kq/m}^3 = 130.6 \text{ kq}$$

Ştanqlı kəmərin mayədə çəkisi:

$$G_{\text{st.k.m}} = G_{\text{st.k}} - G_{\text{sx.m}} = 1026.95 - 130.6 = 896.5 \text{ kq}$$

Maye sütununun çəkisi:

$$G_{\text{m.süt}} = H_{\text{asqı}} \frac{\pi}{4} (d_{\text{pl}}^2 - d^2) \rho_{\text{qar}}$$

$$G_{\text{m.süt}} = 437 \frac{3.14}{4} (0.043^2 - 0.0191^2) \times 1004.6 = 511.49 \text{ kq.}$$

Balansir başlığının hərəkət təcilinin maksimal qiyməti aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

$$w_{\text{max}} = \omega^2 r \frac{K_1}{K} \left(1 + \frac{r}{l}\right) = \frac{S}{2} \omega^2 \left(1 + \frac{r}{l}\right), \quad (10)$$

burada S – plunjerin gediş yolunun uzunluğu, m; ω – çarx qolunun bucaq sürəti, 1/s; K – balansirin dayaq nöqtəsindən ön hissədəki uzunluğu, m; K_1 – balansirin dayaq nöqtəsindən arxa hissədəki uzunluğu, m (SKN-5 tipli mancanaq dəzğahı üçün $K_1=3$ m, $K=2.5$ m).

$$\omega = \frac{\varphi}{t}; n = 4.5 \frac{\text{dövr}}{60\text{s}} = 4.5 \frac{6.28\text{rad}}{60\text{s}} = 0.4710 \frac{\text{rad}}{\text{s}};$$

$$\omega^2 = 0.2218 \frac{\text{rad}^2}{\text{s}^2}; r = 0.62 \text{ m};$$

$$l = 3.2\text{m}; \frac{r}{l} = 0.19 \quad (11)$$

$$w_{\text{max}} = \frac{S}{2} \omega^2 \left(1 + \frac{r}{l}\right) = \frac{1.5}{2} 0.2218 (1 + 0.19) = 0.198 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Bu qiymət (11) düsturunun birinci bərabərliyində nisbətən azdır. Ona görə də bərabərliyin nisbətən çox olan ikinci hissəsinin qiymətini götürməklə daha düzgün nəticə əldə etmək olar.

Ətalət qüvvəsi aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

$$G_{\text{in.1}} = \frac{G_{\text{st.k.m}}}{g} w_{\text{max}} = \frac{896.5}{9.81} \cdot 0.198 = 18.09 \text{ kq,}$$

$$G_{\text{in.2}} = \frac{G_{\text{m.süt.}}}{g} w_{\text{max}} = \frac{511.49}{9.81} \cdot 0.198 = 10.32 \text{ kq,}$$

Dinamoqramda maksimal yük $G_{\text{din.max}} = 1331$ kq-dır.

$$G_{\text{din.max.}} = G_{\text{st.k.m}} + G_{\text{m.süt.}} - G_{\text{in.c.}} - G_{\text{sür.}} \\ 1331 = 896.5 + 511.49 - 28.41 - G_{\text{sür.}} \\ G_{\text{sür.}} = -1331 + 896.5 + 511.49 - 28.41 = 48.58 \text{ kq}$$

Nəticə

1. Mancanaq dəzğahının balansir başlığına təsir edən yüklərin təyini haqqında mövcud işlərin qısa ədəbiyyat icmalından görünür ki, balansir başlığına təsir edən sürtünmə qüvvəsinin təyini üçün dəqiq üsul bu günə kimi təklif edilməmişdir.

2. Məqalədə Ə.C.Əmirov ad. NQÇİ-nin Lökbatan-Puta-Quşxana yatağının 1 sayılı NQÇS-in Puta sahəsində olan 546 №-li quyuda "Kvantor-4mikro" aparat-proqram kompleksinin dinamometri vasitəsilə dinamogram çıxarılmış dinamogramın təklif olunan üsulla işlənməsi nəticəsində sürtünmə qüvvəsinin 48.58 kq olduğu müəyyən edilmişdir.

3. Təklif olunmuş üsulda balansir başlığına təsir edən maksimal cəm yük dinamogramın yuxarı horizontal xəttindən götürülmüşdür. Bu yük digər yüklərin cəminə bərabər olduğundan tənlik tərtib etməklə sürtünmə qüvvəsinin real qiymətini təyin etmək mümkündür.

Ədəbiyyat siyahısı

1. *Vahidov M.A., Kərimov Ö.M., Eyvazova Z.E.* Neft-qaz istehsalı texnikası. – Bakı: Azərneşr, 2008, s. 200-343.

2. *Mustafayev S.D.* Quyuların ştanqlı dərinlik nasos üsulu ilə istismarı. – Bakı: Elm, 2010, s. 264-288.

3. *Муравьев И.М., Базлов М.Н., Жуков А.И., Чернов Б.С.* Технология и техника добычи нефти и газа. – М.: Недра, 1971, 496 с.

References

1. *Vahidov M.A., Kerimov O.M., Eivazova Z.E.* Neft-gaz istehsaly texnikasy. – Bakı: Azerneshr, 2008, s. 200-343.

2. *Mustafaev S.D.* Guyularyn shtangly derinlik nasos usulu ile istismary. – Bakı: Elm, 2010, s. 264-288.

3. *Murav'yov I.M., Bazlov M.N., Zhukov A.I., Chernov B.S.* Tekhnologia i tekhnika dobychi nefi i gaza. – M.: Nedra, 1971, 496 s.