

# ŞTANQLI QUYU NASOS QURĞUSUNUN İŞİ VAXTI DİNAMİKİ SƏVİYYƏ RƏQSLƏRİNİN RİYAZİ MODELİNİN TƏDQIQI

**Dəmirova C.R.**

Ştanqlı quyu nasosları (ŞQN) ilə istismar üsulu çox etibarlı və iqtisadi cəhətdən səmərəlidir. Ştanqlı quyu nasoslarının bu xüsusiyyətlərini qoruyub saxlamaq üçün bir sıra şərtlərin olması vacibdir: mayenin temperaturu  $80^{\circ}\text{C}$ -dən  $130^{\circ}\text{C}$ ; suyun minerallaşması  $10\text{mq/l}$ -dən; mexaniki qarışıqların konsentrasiyası  $10\text{mq/l}$ -dən; kükürdün konsentrasiyası  $50\text{mq/l}$ -dən aşağı olmalıdır; sulaşması 99%-i aşmamalıdır, maksimal özlülüyü  $0,025\text{Pa}\cdot\text{s}$  olmalıdır. Bundan başqa, daha iki göstərici də tətbiq olunur: nasosun qəbulunda sərbəst qaz 10%-dən aşağı olmalıdır (qaz separatorlarından istifadə etdikdə bu 75% ola bilər); səmt suyunun hidrogen göstəricisi  $4,2\text{-}8\text{pH}$ . Bu göstəricilərin bütün dəsti uyğun gəldikdə nasos heç bir problem olmadan uzun müddət işləyir. Lakin neftin daha dərin laylardan çıxarılması, tərkibinin qatılaşması (özlü və ya özlü plastik, yaxud da yüksək qaz, su faktorlu qarışıq şəkildə olması); təzyiqin döyüntülü, sıçrayışlı təsiri; temperatur düşgüsü, müxtəlif dinamik qüvvələrin təsiri və s. Neft-qazçıxarma sahələrində, ayrı-ayrı quyularda qeyri-stasionar iş rejimi yaradır ki, bu da öz növbəsində imtinaların, boş dayanmaların sayını artırır.

Ştanqlı quyu nasosunun (ŞQN) qeyri-stasionar iş rejimində istifadə olunması vaxtı işin effektivliyi dinamik səviyyənin rəqslərinin nizamlanmasından daha çox asılıdır. Bu problemə həsr edilmiş mövcud olan bir sıra işlərlə [1,2,3] yanaşı, bu sahə üzrə tədqiqat işlərinin effektivliyini yüksəltmək tələb olunur.

ŞQN ilə istismar olunan quyuda boruarxası sahədə dinamik səviyyənin rəqslərinin ölçüsünü qiymətləndirmək üçün şəkil 1-də təqdim edilmiş sxemdən istifadə etmək olar.

Quyu dibindən quyu ağzına hesablama istiqamətini müsbət kimi qəbul edib, yəni səviyyənin artımını müsbət, azalmanı isə – mənfi hesab edəcəyik. Əgər nasosun gedişlərinin sayı kifayət qədər böyükdürsə (dəqiqədə vahiddən onlarla gedişə qədər) hesab etmək olar ki, lay əhəmiyyətsiz təzyiq dəyişikliyinə reaksiya verməyi çətdürmür. Bu halda neft layından quyuya aşağıdakı bərabərliklə yazıla bilən qərarlaşmış axın müşahidə olunur

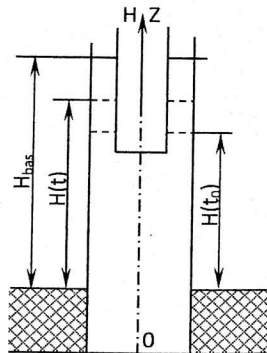
$$Q_{lay} = k_q (P_{lay} - P_{q.d.})^n \quad (1)$$

burada  $k_q$  - məhsuldarlıq əmsalı,  $\frac{m^3}{san} \cdot MPa$ ;  $P_{lay} - P_{q.d.}$  - təzyiqlər düşsən gücü;  $P_{lay}, P_{q.d.}$  - müvafiq olaraq lay və quyu dibi təzyiqlərdir, MPa;  $n$  - süzülmə xarakterinin göstəricisi olub,  $0,5 \pm 1$  qiymətləri arasında dəyişir.

Sovurmanın gedişi üçün növbəti məhsuldarlıq balans tənliyini yazmaq olar:

$$Q_{nasos} = Q_{lay} + Q_{boru\ arx} \quad (2)$$

burada  $Q_{nasos}$  - sormanın gedişində nasosa daxil olan mayenin miqdarı,  $m^3$ ;  $Q_{boru\ arx}$  - sorma



Şəkil 1. Quyunun boru arxasında dinamik səviyyənin vəziyyətinin sxemi

gedişində boruarxası sahədən na-sosa daxil olan mayenin miqdarıdır,  $m^3$ .

$P_{quyu\ dibi}$  və  $Q_{boru\ arx}$  - ni  $H(t)$  dinamik səviyyənin cari vəziyyəti ilə ifadə edib

$$P_{quyu\ dibi} = \frac{\rho g H(t)}{10}; \quad Q_{quyu\ dibi} = \frac{dH(t)}{dt} \cdot f_{boru\ arx} \quad (3)$$

və hesab etsək ki, plunjerin sürəti harmonik qanun üzrə dəyişir, onda alarıq:

$$k \left[ P_{qat} - \frac{\rho g \cdot H(t)}{10} \right] + \frac{dH(t)}{dt} \cdot f_{boru\ arx} = F \frac{dS}{dt} \quad (4)$$

burada  $H(t)$  - dinamik səviyyənin cari vəziyyəti, m;  $f_{boru\ arx}$  - boruarxası fəzanın en kəşik sahəsi,  $f_{boru\ arx} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) m^2$ ;  $F$  - nasosun plunjerinin en kəşik sahəsi,  $m^2$ ;  $dS/dt$  - nasosun plunjerinin yerdəyişmə sürəti, m/san;  $S$  - sovurma taktının başlanğıcından plunjerin gedişi, m;  $t$  - sovurma taktının başlanğıcından hesablanan cari vaxt, san;  $t_0$  - nasosun işinin bir yarımperioddakı vaxtıdır, san.

$$F \frac{ds}{dt} = kP_{lay} - \frac{\rho g k}{10} \cdot H(t) + f_{boru\ arx} \frac{dH(t)}{dt} \quad (5)$$

$$F \frac{ds}{dt} + \frac{k\rho g}{10} \cdot H(t) - f_{boru\ arx} \frac{dH(t)}{dt} = kP_{lay}$$

$$\left[ s' = \frac{ds}{dt} \right] \vee \left[ H'(t) = \frac{dH(t)}{dt} \right]$$

$$Fs' + \frac{k\rho g}{10} \cdot H(t) - f_{boru\ arx} H'(t) = kP_{lay}$$

Hər tərəfi  $f_{boru\ arx}$  bölüb

$$\frac{F}{f_{boru\ arx}} s' + \frac{k\rho g}{10 f_{boru\ arx}} \cdot H(t) - H'(t) = k \frac{P_{lay}}{f_{boru\ arx}}$$

$\frac{k\rho g}{10f_{boru\ arx}} = a$  ilə ifadə edək və alınan ifadəni hissə-hissə inteqrallayaq

$$\frac{F}{f_{boru\ arx}} s' + \alpha \cdot H(t) - H'(t) = k \frac{P_{lay}}{f_{boru\ arx}} \quad (6)$$

bir sıra çevrilmələrdən sonra alırıq

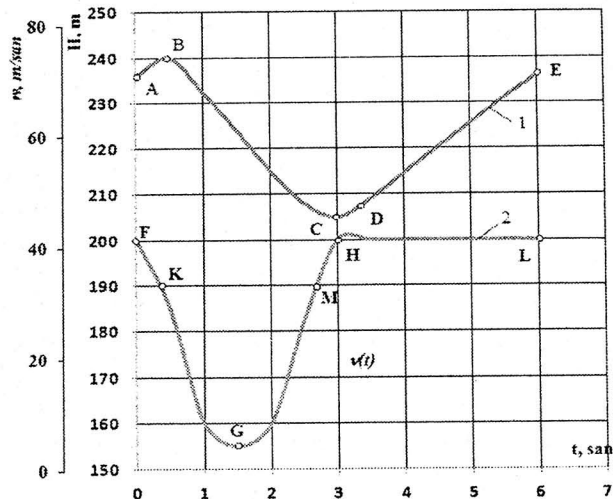
$$H(t) = \frac{10P_{lay}}{\rho g} \frac{F \cdot S_0}{2f_{boru\ arx} \left[ a^2 + \left( \frac{\pi}{t_0} \right)^2 \right]} \cdot \frac{\pi}{t_0} \cdot \left[ \frac{\pi}{t_0} \frac{e^{-at}}{1 - e^{-at}} + a \sin \frac{\pi t}{t_0} - \frac{\pi}{t_0} \cos \frac{\pi t}{t_0} \right] \quad (7)$$

Quyuda nasos və layın qeyri-stasionar iş rejimində birgə işi zamanı dinamik səviyyə rəqslərinin sürətinin təyini üçün (7) tənliyini diferensiallayaq:

$$w(t) = \frac{F \cdot S_0}{2f_{boru\ arx} \left[ a^2 + \left( \frac{\pi}{t_0} \right)^2 \right]} \cdot \left( \frac{\pi}{t_0} \right)^2 \cdot \left[ a \frac{e^{-at}}{1 - e^{-at}} - a \cos \frac{\pi t}{t_0} - \frac{\pi}{t} \cdot \sin \frac{\pi t}{t_0} \right] \quad (8)$$

$P_{lay} = 10 \text{ MPa}$ ; mayenin sıxlığı  $\rho = 10^3 \text{ kq/m}^3$ ; rəqslərin sayı – dəqiqədə 10 olan hal üçün asılılıq əyriləri qurulmuşdur (şəkil 2). Şəkildən görüldüyü kimi, sorma gedişinin başlanğıcında (əyrinin AB hissəsi) və onun sonunda (CD hissəsi) dinamik səviyyənin artımı gedir. Plunjerin aşağı gedişi vaxtı (DE) səviyyənin bərpası, demək olar ki, düz xətt üzrə gedir.

Dinamik səviyyənin ən böyük sürətinə sormanın (G nöqtəsi) orta taktları uyğundur. (8) tənliyindən belə nəticə çıxır: nasosların bərabər məhsuldarlığı, lakin vurmanın müxtəlif parametrlərində quyuların boruaxçası sahəsində səviyyə bərabərdir. Bu vəziyyətin sübutu üçün şəkil 2-yə baxaq.



Şəkil 2. Ştanqlı quyuyu nasosu istifadə olunan quyularda dinamik səviyyə rəqslərinin amplitudu (1) və sürəti (2) ( $k=0,8 \frac{\text{m}^3}{\text{san}}$ ;  $n=10$ ,

$$s=1,8\text{m}; f=3830\text{mm}^2; F=2500\text{mm}^2).$$

$t = \frac{t_0}{2}$  şərti daxilində (8) tənliyindən maksimal sürət üçün aşağıdakı ifadəni təyin edək:

$$w_{\max} = \frac{F \cdot S_0'}{2f_{boru\ arx} \left[ a^2 + \left( \frac{\pi}{t_0} \right)^2 \right]} \cdot \frac{\pi^2}{t_0} \cdot \left[ a \frac{e^{-a \frac{t_0}{2}}}{1 - e^{-at_0}} - \frac{\pi}{t_0} \right], \quad (9)$$

(7) tənliyində  $a^2$  və  $\frac{\pi}{t_0}$  - sonsuz kiçik kəmiyyətlərdir.

$a$  və  $\frac{\pi}{t_0}$  - ifadələrinin qiymətləndirilməsi üçün  $t_0 = 1,5 - 30$  san (yırğalanmaların dəqiqədə 5-dən 15-ə qədər sayına uyğun olan),  
 $k = (0,5 - 100) \cdot 0,8 \frac{\text{m}^3}{\text{san}} \cdot \text{MPa}$  və  $f_{\text{boru arx}}$ -nin praktiki mümkün olan qiymətlərindən istifadə edək. Hesablamalar göstərdi ki, hətta  $a^2$ -nin ən böyük qiymətləri belə  $\left(\frac{\pi}{t_0}\right)^2$  [MPa]-nın 2-3%-ni təşkil edir.

**Nəticə:** Ştanqlı quyu nasoslarının qeyri-stasionar iş rejimində işi zamanı mayenin (neftin) dinamiki səviyyəsinin rəqslərinin amplitudu və sürətini təyin edən analitik ifadə alınmışdır. Alınmışdır ki, əgər nasosun diametri qaldırıcı boruların diamet-rindən daha çox olarsa, onda nasos və istismar kəməri arasında həlqəvi aralıqda mayenin sürəti dinamiki səviyyənin sürətindən böyük olur, bu da nasosun silindrinə həlqəvi aralıqdan qazın artımına imkan yaradır və nəticədə verim əmsalı aşağı düşür.

### Ədəbiyyat

1. А.Н. Адонин. «Добыча нефти штанговыми насосами», М.: Недра, 1979, 213 с.
2. А.Х. Халафбеков, В.В.Сазонов. «Исследование нагрузок на труб при работе глубинно-насосной установки» в сборнике «Вопросы техники добычи нефти», Выпуск XX, Изд-ва Недра, Ленинград. отд., 1968, 112-119с.
3. Мирзаджанзаде А.Х., Ентов В.М. Гидродинамика в бурении. - М.: Недра, 1986. - 196с.