

Mancanaq dəzgahında balansirin kütləsi nəzərə alınmaqla vatmetroqramların dinamoqramlara çevrilməsi alqoritminin təkmilləşdirilməsi

Ü.M. Kadaşeva

İdarəetmə Sistemləri İnstitutu

Açar sözlər: vatmetroqram, dinamoqram, elektrik mühərriki, mancanaq dəzgahı, balansir.

DOI.10.37474/0365-8554/2020-2-69-72

e-mail: kadaseva.ulviyya@mail.ru

Совершенствование алгоритма конвертации ваттметрограмм в динамограммы с учетом массы балансира станка-качалки

У.М. Кадашева

Институт систем управления

Ключевые слова: ваттметрограмма, динамограмма, электродвигатель, станок-качалка, балансир.

Исследование посвящено внесению некоторых изменений в математическую модель и совершенствованию алгоритма преобразования ваттметрограмм в динамограммы в станке-качалке. В работе исследована кинематика станка-качалки. Математическая модель построена с учетом массы балансира.

Improvement of algorithm for converting the watmetrograms into dynamograms considering the mass of horsehead

U.M. Kadasheva

Institute of Management Systems

Keywords: watmetrogram, dynamogram, electric engine, sucker rod pump, horsehead.

The studies are dedicated to some changes into the mathematical model and improvement of the algorithm of converting watmetrograms into dynamograms in the horsehead. The paper researches the kinematics of the horsehead. The mathematical model is developed considering the mass of the sucker rod pump.

Giriş

Mancanaq dəzgahı neft və ya su quyularının istismarında istifadə olunan ştanqlı quyru nasosunu işə salmaq üçün elektrik mühərrikinin fırlanma hərəkətini yuxarı-aşağı hərəkətə çevirən mexanizmdir. Nasosun porşeni ştanqlar vasitəsilə dəzgahın balansiri ilə əlaqələndirilir. Mancanaq dəzgahının rəqs edən qolu – balansir yuxarı-aşağı hərəkət etməklə nasosla mayeni yuxarıya sormağa imkan verir. Dəzgahın mexanizmlərini işə salmaq üçün elektrik mühərrikinə cərəyan verilir. Elektrik mühərriki dəzgahın reduktorunun valı ilə əlaqədarlıdır. Balansirin yuxarı-aşağı hərəkəti reduktorun çarxqollu sürüngəc mexanizminin köməyi ilə həyata keçirilir.

Hər bir mancanaq dəzgahı üç əsas parametrlə xarakterizə olunur: maksimal yük – Q_{maks} ; maksimal gediş – S_0 ; maksimal yırgalanma sayı – n .

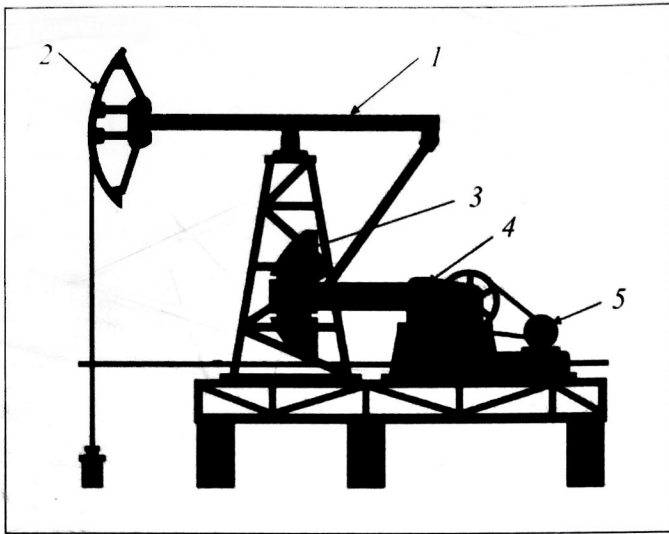
Mancanaq dəzgahları bu parametrlərdən asılı olaraq aşağıdakı qruplara bölünür:

– balansir başlığına düşən yükə Q_{maks} görə: $Q_{maks} > 5t$ – ağır; $5t \geq Q_{maks} > 3t$ – orta; $Q_{maks} \leq 3t$ – yüngül;

– pardaqlanmış ştokun gedişinə S_0 görə: $S_0 > 1800$ mm – böyük gedişli; $1800 \geq S_0 > 900$ mm – orta gedişli; $S_0 \leq 900$ mm – kiçik gedişli;

– dəqiqədə yırgalanma sayına n görə: $n > 15$ – böyük sürətli; $15 \geq n > 7$ – orta sürətli; $n \leq 7$ – kiçik sürətli.

Həmçinin mancanaq dəzgahı birçiyinli və ikiçiyinli olur. Mancanaq dəzgahları əsasən quyunun parametrləri nəzərə alınaraq seçilir [1]. Tədqiqat işində ikiçiyinli mancanaq dəzgahının kinemati-



Şəkil 1. İkiçiyinli mancanaq dəzgahı:

1 – balansir, 2 – mancanaq dəzgahının başlığı və ya qatlanan başlıq, 3 – balanslaşdırıcı yük, 4 – reduktor, 5 – elektrik mühərriki

kası öyrənilir (şəkil 1).

Ştanqlı dərinlik nasos qurğularının iş rejiminə nəzarət üsullarından ikisini nəzərdən keçirək: dinamogram və vatmetroqramlar. Dərinlik nasosunun işinə dinamogramlar vasitəsilə nəzarətmə üsulu geniş yayılmışdır. Neft və qaz hasilatı müəssisələrində diaqnostika əsasən dinamogramlarla aparılır, vatmetroqramlar isə demək olar ki, tətbiq olunmur. Dinamogram üsulu ilə nasosun silindrinin dolma dərəcəsi, sorucu və vurucu klapanlarının kipliyi, qazın təsiri, plunjerin yerində oturması, boruların kipliyi, ştanqların açılması və qırılması, plunjerin ilişməsi və s. aydınlaşdırılır. Dərinlik nasoslarının tam işləmə dövrü ərzində mancanaq dəzgahının cilalanmış ştanqına təsir edən ümumi yükün dəyişməsinin avtomatik olaraq yazılması üçün dinamogramdan istifadə olunur. Dəzgahın cilalanmış ştanqına yerləşdirilən dinamogram üç əsas hissədən ibarətdir: kapillyar borucuqla birlikdə (cihazın ölçü hissəsi) mestoza; bunun vasitəsilə pardaqlanmış ştoka düşən qüvvə maye təzyiqinə çevrilir və heliks adlanan içərisi boş xüsusi yaya verilir; qeydedici – pero ilə birlikdə "heliksdən" və kartoqramla birlikdə hərəkət edən masadan ibarətdir; gedişyavaşından – cilalanmış ştanqın hərəkətini kartoqram yerləşən masaya kiçildilmiş ölçüdə ötürür. Dinamogramın mestozası cilalanmış ştanq ilə elə birləşdirilir ki, ştanq kəmərinə düşən yük, porşenə ötürülür və sonra "sistemdəki" maye vasitəsilə "heliksə" verilir. "Heliks" də öz növbəsində təzyiqdən asılı olaraq əqrəbi bu və ya digər tərəfə əyir. Cilalanmış ştanqın hərəkətinə münasib olaraq, kartoqram yerləşən masanın irəli-geri hərəkəti zamanı ştanqın vəziyyətindən asılı olaraq ona düşən yükü göstərən qapalı əyriyə alınır. Bu

əyriyə cilalanmış ştanqın dinamogramı adlanır.

Beləliklə, dinamogramın cızdığı əyri – dinamogram, pardaqlanmış ştoka düşən qüvvənin gediş yolundan asılılıq qrafikidir. Bu qrafiklərlə pardaqlanmış ştokun gedişi, ştoka düşən yükü, ştoka düşən qüvvənin işi, maye sızması, ştanqların qırılmasını və s. öyrənmək olar [2]. Dinamogramların birbaşa alınması nisbətən mürəkkəb prosesdir. Elektrik mühərrikinin gücünün ölçülməsi daha sadədir. Buna görə də elektrik mühərrikinin gücünü ölçməklə ştanqa düşən qüvvəni (dinamogram) əldə etmək daha məqsəduyğundur. Tədqiqat işi zamanı vatmetroqramları dinamogramlarla ifadə edən (1) düsturunda müəyyən təcil ilə aşağı-yuxarı yırğalanan balansirin kütləsi nəzərə alınaraq model daha da təkmilləşdirilmişdir [3].

Metodika

Mancanaq dəzgahının elektrik mühərrikinə verilən cərəyan ştanqın qaldırılmasını, balansirin və reduktorun valının hərəkətini təmin edir. Mühərrikin istehlak etdiyi güc qayıq ötürülməsi, reduktor, balansirin hərəkəti, ştanqın qaldırılmasında olan güc itkilərinin cəmindən ibarətdir. Belə olan halda balansirin malik olduğu kütlənin müəyyən təcillə hərəkətinə sərf olunan güc ölçülmüş gücə daxildir. Artıq məlum olan (1) düsturu pardaqlanmış ştanqa düşən və balanslaşdırıcı qüvvə nəzərə alınaraq güc ilə qüvvə arasındakı əlaqəni ifadə edir. Lakin bu modeldə balansirin kütləsi nəzərə alınmamışdır.

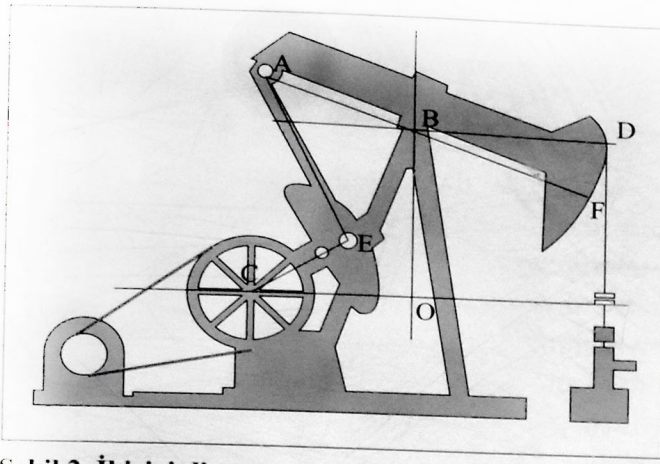
$$N = P_1 \omega R \cos(\omega t) + P_2 \frac{\lambda_2 R \omega}{\lambda_1} \times \frac{(\lambda_1 \sin \alpha - H \cos \alpha) - \lambda_1 \sin(\alpha + \varphi)}{R \sin(\alpha + \varphi) - (\lambda_1 \sin \varphi + H \cos \varphi)}, \quad (1)$$

burada N – elektrik mühərrikinin istehlak etdiyi güc; P_1 – balanslaşdırıcı qüvvə; P_2 – pardaqlanmış ştoka düşən qüvvə; ω – reduktorun valının dönmə sürəti, $CE = R$, $OB = H$, $AB = \lambda_1$, $BF = \lambda_2$, $\angle(\overline{CO}, \overline{BF}) = \varphi(t)$, $\angle ECO = \alpha(t)$ -dir (şəkil 2).

Məsələnin həlli zamanı məlum olan (1) əlaqə düsturunda balansirin kütləsi nəzərə alınacaq və onun yırğalanmasına sərf olunan gücü hesablamağa imkan verən düstur əldə olunacaq.

Balansirin hərəkətinə nəzər salsaq görərik ki, onun üzərindəki istənilən nöqtə çevrə cızır və o, fırlanma hərəkətinə malikdir. Ona görə də əvvəlcə balansirin hərəkəti zamanı alınan $\angle DBF$ dönmə bucağı üçün $\angle DBF = \varphi(t)$ (rad) işarələmə aparacaq (bax: şəkil 2).

Mancanaq dəzgahının balansirinə sadə mexa-



Şəkil 2. İkiqiyinli mancanaq dəzgahı

nizm – ling kimi baxaq. Onda lingin qolları üzərində heç bir yük olmadıqda onun aşağı-yuxarı yırğalanması çubuğun kütləsindən asılı olar. Beləliklə, tarazlıqda olan lingi hərəkətə gətirmək üçün hər bir qola $F = ma(N)$ qüvvəsi ilə təsir edilir. Əgər balansirin AB qolunun kütləsini m_1 , BD qolunun kütləsini m_2 ilə işarə etsək mancanaq dəzgahında müəyyən kütləli balansiri digər (balanslaşdırıcı və ştanqdakı) qüvvələri nəzərə almadan hərəkətə gətirmək üçün bərk cismin fırlanma hərəkətinin dinamikasına əsasən onun qollarına uyğun olaraq $F_1 = m_1 a$ və $F_2 = m_2 a$ qüvvəsi ilə təsir edilməlidir (bax: şəkil 2). Burada $a = v'(m/s^2)$ təcildir. Hər bir qolun ağırlıq mərkəzi onun mərkəzinə düşdüyündən AB və BD qolları üçün $\lambda_1 = \frac{AB}{2}$, $\lambda_2 = \frac{BD}{2}$ olar. Şərti olaraq qolun uzunluğunu $\lambda(m)$ ilə, hər bir qola təsir edən qüvvəni F ilə, kütləni m işarə edək. AB qolu üçün $\lambda = \lambda_1$,

$F = F_1$, $m = m_1$, BD qolu üçün $\lambda = \lambda_2$, $F = F_2$, $m = m_2$ olsun.

Balansir fırlanma hərəkətinə malik olduğundan qollar $v = \frac{d\varphi(t)}{dt} \lambda$ m/s sürəti ilə hərəkət edir. Burada v – bucaq sürətidir. Onda

$$a = v' = \left(\frac{d\varphi(t)}{dt} \lambda \right)' = \frac{d^2\varphi(t)}{dt^2} \lambda,$$

buradan $F = ma = m\lambda \frac{d^2\varphi(t)}{dt^2}$ olduğunu alırıq.

Bildiyimiz kimi iş, cismə təsir edən qüvvə və cismin bu qüvvə istiqamətində getdiyi yolun hasilinə bərabər olan kəmiyyətdir. Onda F qüvvəsinin işi $A = FS(C)$ düsturu ilə tapılır. Burada S gedilən yoldur. Əgər qüvvə ilə gedilən yol eyni istiqamətli olarsa, görülən iş müsbət, əksistiqamətli olarsa mənfi olar. Balansirin qolları hər hansı bir sürətlə müəyyən bucaq qədər fırlanır. Bu zaman hər bir qol məsafəsi qədər yol getmiş olur. Qollara ay-

rı-ayrılıqda baxsaq, hər bir qola təsir edən qüvvə sürət artdıqda uyğun olaraq qolların getdiyi yol ilə eyni istiqamətlidir. Əksinə sürət azaldıqda isə əks istiqamətlidir.

Balansirin hərəkəti çevrə üzrə hərəkət olduğundan gedilən yol S qövsün uzunluğunu ifadə edir və aşağıdakı kimi tapılır

$\cup DmE$ üçün $S = \varphi(t)\lambda$ olar.

Onda

$$A = m\lambda \frac{d^2\varphi(t)}{dt^2} \varphi(t)\lambda = m\lambda^2 \varphi(t) \frac{d^2\varphi(t)}{dt^2} \text{ oldu-}$$

ğunu almış oluruq.

Elektrik mühərrikinin balansirin (λ_1 qolu üçün) hərəkətinə sərf etdiyi gücü N_1 ilə işarə etsək, onda

gücün $N = \frac{dA}{dt}$ (Vt) düsturuna görə

$$\begin{aligned} N_1 &= \frac{dA}{dt} = \left[m_1 \lambda_1^2 \varphi(t) \frac{d^2\varphi(t)}{dt^2} \right]' = \\ &= m_1 \lambda_1^2 \frac{d\varphi(t)}{dt} \frac{d^2\varphi(t)}{dt^2} + \\ &+ m_1 \lambda_1^2 \varphi(t) \frac{d^3\varphi(t)}{dt^3} \end{aligned}$$

ifadəsini alırıq. Analoji hesablamaları λ_2 qolu üçün aparsaq və bu qol üçün sərf olunan gücü N_2 ilə işarə etsək, onda

$$\begin{aligned} N_2 &= \frac{dA}{dt} = \left[m_2 \lambda_2^2 \varphi(t) \frac{d^2\varphi(t)}{dt^2} \right]' = \\ &= m_2 \lambda_2^2 \frac{d\varphi(t)}{dt} \frac{d^2\varphi(t)}{dt^2} + \\ &+ m_2 \lambda_2^2 \varphi(t) \frac{d^3\varphi(t)}{dt^3} \end{aligned}$$

olar.

Beləliklə, N qiymətinə aldığımız N_1 və N_2 qiymətini əlavə etməklə elektrik mühərrikindən istehlak olunan gücün ifadəsini almış oluruq [3]:

$$\begin{aligned} N &= P_1 \omega R \cos(\omega t) + P_2 \frac{\lambda_2 R \omega}{\lambda_1} \times \\ &\frac{(\lambda_1 \sin \alpha - H \cos \alpha) - \lambda_1 \sin(\alpha + \varphi)}{R \sin(\alpha + \varphi) - (\lambda_1 \sin \varphi + H \cos \varphi)} + \\ &+ m_1 \lambda_1^2 \frac{d\varphi(t)}{dt} \frac{d^2\varphi(t)}{dt^2} + m_1 \lambda_1^2 \times \\ &\times \varphi(t) \frac{d^3\varphi(t)}{dt^3} + m_2 \lambda_2^2 \frac{d\varphi(t)}{dt} \times \\ &\times \frac{d^2\varphi(t)}{dt^2} + m_2 \lambda_2^2 \varphi(t) \frac{d^3\varphi(t)}{dt^3}. \end{aligned}$$

Onda paradaqlanmış ştanqın üzərinə düşən P_2 qüvvəsi belə olacaq:

$$P_2 = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 R \omega} \frac{R \sin(\alpha + \varphi) - (-\lambda_1 \sin \varphi + H \cos \varphi)}{-\lambda_1 \sin(\alpha + \varphi)} \times$$

$$\times (N - P_1 \omega R \cos(\omega t) - m_1 \lambda_1^2 \frac{d\varphi(t)}{dt}) \times$$

$$\times \left(\frac{d^2\varphi(t)}{dt^2} - m_1 \lambda_1^2 \varphi(t) \frac{d^3\varphi(t)}{dt^3} - m_2 \lambda_2^2 \frac{d\varphi(t)}{dt} \frac{d^2\varphi(t)}{dt^2} - m_2 \lambda_2^2 \varphi(t) \frac{d^3\varphi(t)}{dt^3} \right).$$

Beləliklə, elektrik mühərrikində istehlak olunan gücü qüvvə ilə ifadə etdik.

Nəticə

Mancanaq dəzğahının kinematikasını araşdırılmış, dəzğahın balansirinin kütləsi nəzərə alınaraq elektrik mühərrikinin balansirin yırgalanmasına sərf etdiyi gücün ifadəsi alınmışdır. Alınmış ifadə və məlum olan (1) düsturu nəzərə alınaraq ştanqa düşən qüvvə ilə elektrik mühərrikindən istehlak edilən güc arasında əlaqə düsturu dəqiqləşdirilmişdir.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Məmmədov V.T., Mirzəyev O.H. Neft-mədən texnikasının təmiri və bərpası: dərs vəsaiti. – Bakı: ADNA, 2012, 285 s.
2. Mirzəcənzadə A.X., İskəndərov M.Ə., Abdullayev M.Ə., Ağayev R.Q., Əliyev S.M., Əmirov Ə.C., Qasımov Ə.F. Neft və qaz yataqlarının istismarı və işlənilməsi: dərs vəsaiti. – Bakı: Azərneşr 1960, 444 s.
3. Guluyev G., Pashayev A., Pashayev F., Rzayev A., Sabziev E. Building the Dynamometer Card of Sucker Rod Pump Using power Consumption of the Eclectic Motor of Pumping Unit. IV International Conference "Problems of Cybernetics and Informatics" (PCI'2012), September 12-14, 2012, pp. 19-21.

References

1. Memmedov V.T., Mirzayev O.H. Neft-meden tekhnikasynyn temiri ve bərpasy: ders vesaiti. – Bakı: ADNA, 2012, 285 s.
2. Mirzajanzade A.Kh., Iskenderov M.A., Abdullaev M.A., Aghaev R.G., Aliev S.M., Amirov A.J., Gasymov A.F. Neft ve gaz yataglarynyn istismary ve ishlenilmesi: ders vesaiti. – Bakı: 1960, 444 s.
3. Guluyev G., Pashayev A., Pashayev F., Rzayev A., Sabziev E. Building the Dynamometer Card of Sucker Rod Pump Using power Consumption of the Eclectic Motor of Pumping Unit. IV International Conference "Problems of Cybernetics and Informatics" (PCI'2012), September 12-14, 2012, pp. 19-21.