

Ştanqlı quyu nasosunun yəhər-kürəcik cütündə plastik deformasiyanın tədqiqi

S.A. Qasimova

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

Açar sözlər: nasos, kürəcik, yəhər, klapan, plastik deformatsiya.

DOI.10.37474/0365-8554/2022-12-35-37

e-mail: sakina1958@mail.ru

Исследование пластической деформации в паре седло-шарик скважинного штангового насоса

S.A. Гасимова

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

Ключевые слова: насос, шарик, седло, клапан, пластическая деформация.

Анализирована работа узла седло-шарик скважинного штангового насоса. Теоретически исследовано напряженно-деформированное состояние седла-шарика. Установлено, что одной из основных причин выхода из строя клапанного узла является деформация фаски седла. Учитывая вышеизложенное, предлагается конструкция клапанного узла, позволяющая устранить возможные деформации седла от удара шарика. Предложенная конструкция испытана. Получены предварительные положительные результаты.

The study of plastic deformation in the pair of ball-seat of oil well pump

S.A. Gasimova

Azerbaijan State University of Oil and Industry

Keywords: pump, ball, seat, valve, plastic deformation.

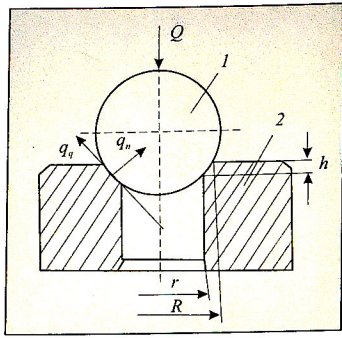
The paper analyzes the operation of unit of seat-ball on oil well pump. The stressed-deformed state of seat-ball has been theoretically studied. It was established that one of the major reasons for the breakdown of the valve unit is the deformation of seat edge. Considered the mentioned above, a design of valve unit allowing eliminating the probable deformation of the seat from ball beat is offered. The design offered has been tested and initial positive results obtained as well.

Yəhər-kürəcik düyünü – ştanqlı quyu nasosunun klapan düyününün əsas elementlərindən biridir, onun istismar göstəriciləri bilavasitə bu cütlüyün iş qabiliyyəti ilə bağlıdır. Klapan düyünlərinin işində yaranan nasazlıqlar quyudan plunjerin və ya nasosun qalxmasına gətirib çıxarır. Hazırda toplanan məlumatlara görə, quyudan nasosların qalxmalarının 40, 50 %-i klapan düyünlərinin qeyri-kafi işləməsi ilə bağlıdır.

Klapan düyünlərinin işində yaranan nasazlıqların səbəbini müəyyən etmək üçün tərəfimdən bəzi quyularda istismar edilən çoxlu sayda nasosların iş qabiliyyəti təhlil edilmişdir. Analiz nəticəsində təyin edilmişdir ki, imtinaların əksər hallarında yəhərin və kürəciyin təmas səthinin formasının dəyişilməsi baş verir. Bu cür forma dəyişikliklərinə aşağıdakılar aiddir: yəhərdə dərin qıfaoxşar konusun yaranması, haşiyənin və yəhərin səthində metal çıxıntının əmələ gəlməsi, yəhərin haşiyəsinin eninə doğru yerdəyişməsi, həmçinin mayenin sızmasına səbəb olan yəhərin səthində çatlağaoxşar izlərin yaranması və s.

Yuxarıda göstərilənləri nəzərə alaraq, bu işin məqsədi yəhər-kürəcik cütünün təmas səthlərinin deformatsiya üzrə nəzəri tədqiqatlarının aparılması və deformatsiya səbəblərini aradan qaldırmaq üçün tədbirlərin işlənib hazırlanmasıdır. Məlumdur ki, sorma prosesində nasos-kompresor borusunda olan mayenin ağırlıq qüvvəsi təsiri altında basma klapanın kürəciyi Q qüvvəsilə yəhərə sıxılır (şəkil 1).

Təmas səthinin vahidinə düşən sıxılma qüvvələrinin komponentlərini q_n və $q_n = fq_q$ ifadə



Şəkil 1. Yəhər-kürəcik cütünün hesablama sxemi: 1 – kürəcik; 2 – yəhər

edərək kürəciyin tarazlıq şərtini yazaq

$$Q = q_n(\sin\alpha + f\cos\beta)A, \quad (1)$$

burada Q – kürəciyin yəhərə sıxılma qüvvəsi; f – kürəcik və yəhərin arasında sürtünmə əmsalı; A – kürəcik və yəhərin təmas səthinin sahəsi, $A = \pi h(R + r)$; R və r – haşiyənin yuxarı və aşağı çevrələrinin radiusları; h – haşiyənin hündürlüyü; α – konusluğun bucağı, $\alpha = 60^\circ$.

(1) tənliyindən müəyyən edirik

$$q_n = \frac{Q}{(\sin\alpha + f\cos\alpha)A}. \quad (2)$$

IV-cü möhkəmlik nəzəriyyəsinə əsasən yazırıq [1]

$$\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma], \quad (3)$$

burada σ , τ , – müvafiq olaraq normal və toxunan gərginliklər; $[\sigma]$ – yəhərin materialı üçün buraxılabilən gərginlikdir.

Nəzərə alsaq ki, $\sigma = q_n$ və $\tau = q_n f$, onda (3) tənliyinə əsasən aşağıdakı ifadəni yazırıq

$$q_n = \frac{[\sigma]}{\sqrt{1+3f}}. \quad (4)$$

(2) və (4) tənliklərindən yəhərin plastik deformasiyasına səbəb olan sıxılma qüvvələrinin hədd qiymətini alırıq:

$$Q = \frac{[\sigma]}{\sqrt{1+3f}}(\sin\alpha + f\cos\alpha)A. \quad (5)$$

Əgər hesablanan sıxılma qüvvəsi düstur (5) ilə verilmiş sıxılma qüvvəsinin qiymətindən artıq olarsa, onda yəhər plastik deformasiyaya uğrayar.

Əks halda, deformasiya elastik olacaqdır.

Kürəciyin öz çəkisi nəzərə alınmadıqda hesablanmış sıxılma qüvvəsi, kürəciyin üzərindəki mayenin çəkisi ilə müqayisədə onun çəkisinin az olmasına görə aşağıdakı düsturla müəyyən edilə bilər:

$$Q = \pi R_k^2 H \rho g K, \quad (6)$$

burada R_k – kürəciyin radiusu; H – nasosun quyuya enmə dərinliyi; ρ – mayenin sıxlığı; g – sərbəstdüşmə təcili; K – dinamik əmsaldır.

Fərz edək ki, quyu 44 mm şərti diametri olan HB2B tipli quyu nasosu ilə istismar edilir, nasosun quyuya enmə dərinliyi 2500 m, basma klapanın şifri K-363-270, yəhərin daxili diametri 22.5 mm, hündürlüyü 7 mm, yəhərin gövdəsinin eninə kəsiyinin sahəsi 5.88 sm², haşiyənin aşağı çevrəsinin diametri 22.5 mm, haşiyənin yuxarı çevrəsinin diametri 23.92 mm; materialın elastik modulu 2.1–10⁵ MPa; yəhərin materialı üçün buraxılabilən gərginlik 350 MPa; sürtünmə əmsalı 0.15; mayenin sıxlığı 900 kq/m³.

Verilmiş qiymətlər üçün əsasən dinamik əmsal $K \approx 2$ [1]. Bu o deməkdir ki, sıxılma qüvvəsinin hesablama qiyməti yəhərin statik yüklənməsi ilə müqayisədə 2 dəfə çox olacaqdır. (6) düsturuna əsasən sıxılma qüvvəsi 25.6 kN-a bərabərdir, düstur (5) üzrə müəyyən edilmiş sıxılma qüvvəsinin buraxılabilən qiyməti isə 23 kN-a bərabərdir. Buradan görünür ki, quyu nasosunun iş şəraitində kürəciyin yəhəri plastik deformasiyaya uğrayır.

Qəfəs və kürəciyin səthlərinin arasında klapan düyünlərində 2 mm-ə bərabər araboşluq var, bu da enmə zamanı kürəciyin şaquli trayektoriyadan kənara çıxmasına və haşiyənin mərkəzinə çıxmasına deyil, haşiyənin yan tərəfinə və həm də bir nöqtəyə zərbənin endirilməsinə imkan verir.

Kürəciyin mərkəzi, zərbə aldığı zaman, haşiyənin uzunluğunun bir nöqtəsinə verilən qüvvə

$$q = \frac{Q}{2\pi R_k} \text{ bərabər olacaq, burada } R_k \text{ – kürəciyin}$$

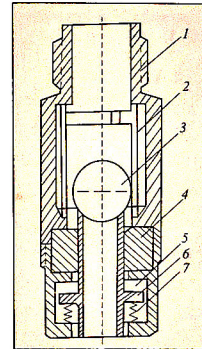
haşiyə ilə təmas çevrəsinin radiusu. Belə olan halda klapanın yəhərinin haşiyəsinin formasını dəyiş-

dirən qüvvə $Q_{\text{def}} = q \sin\alpha = \frac{Q}{2\pi R_k} \sin\alpha$ bərabər olacaq.

Kürəciyin yan zərbəsi zamanı, zərbə qüvvəsi bir nöqtəyə yönəldiləcək və $Q_{\text{def}} = Q_{\text{sin}} \alpha$ – bərabər olacaq, yəni mərkəzi zərbədən $2\pi R_k$ dəfə çox olacaq. Bu səbəbdən yəhər-kürəcik cütünün hermetikliyinin pozulması baş verir, nəticədə yəhərin klapan haşiyəsinin dağıdılmış səthləri vasitəsilə mayenin sızmasına şərait yaranır.

Məlumdur ki, kürəcik adətən haşiyənin kün-

cünə oturur və sonra, haşiyənin səthinin hissəsi üzrə sürüşərək, mərkəzi üzrə haşiyənin üzərinə oturur [2]. Qaldırıcı borularda maye sütununun təzyiqi altında kürəciyin haşiyə üzrə belə sürüşməsi haşiyənin sürtünmə səbəblərindən biridir. Çox vaxt bu səbəb yəhərdən kürəciyin ayrıldığı zaman müşahidə olunur, yəni kürəcik əvvəlcə haşiyənin bir hissəsi boyunca sürüşərək ona güclü zərbələr vurduqda və sonra haşiyənin çevrəsi ətrafında fırlanaraq ondan qopur. Bundan başqa, kürəcik həm sorma prosesi zamanı, həm də mayenin basması zamanı təsadüfi fırlanma hərəkətləri edir, hansılar ki, nasosun iş prosesində çəkilmiş vəziyyətdə abraziv hissəcikləri olduğu halda klapanın yəhərinə fasiləsiz təsirlər göstərir, bu da haşiyənin çox yeyilməsinə səbəb olur. Kürəciyin göstərdiyi təsir yəhərin formasının dəyişilməsinin əsas səbəbidir və onun sonradan dağılmasına gətirib çıxarır.



Şəkil 2. Kürəciyin yönəldicisi ilə sorma klapan düyünü

Yəhərə kürəciyin təsirinin neqativ nəticələrinin aradan qaldırılmasının əsas istiqamətlərindən biri ox xətti üzrə qalxmasını və yəhərə kürəciyin zərbəsiz oturmasının təmin edilməsi və həmçinin klapanın açıq vəziyyətdə olduğu zaman onların təmasının qarşısının alınmasıdır.

Bu məqsədlə klapan düyününün xüsusi kon-

struksiyası hazırlanmışdır hansı ki, korpus 1, stəkan 2, kürəcik 3, kürəciyin yəhəri 4, qapaq 5, kürəciyin yönəldicisi 6 və yaydan 7 ibarətdir (şəkil 2).

Mövcud konstruksiyalardan fərqli olaraq klapan düyününün bu konstruksiyası kürəciyin yönəldicisindən 6 ibarətdir

Silindrik yönəldici aşağıdan sorma xətti üzrə klapan düyününə daxil edilir. Kürəciyin yönəldicisi özünün aşağı hissəsində ən böyük diametrlili pilləsinə malikdir, hansı ki, qapağın daxilində yonulmuş yuvaya yerləşdirilir. Kürəciyin yönəldicisi şaquli hərəkət istiqamətində aşağı və yuxarı hərəkət etmək imkanına malikdir. Bu halda yuxarıya hərəkət, çıxıntı olan qapaqda yönəldicinin pilləsinin təması ilə məhdudlaşdırılır, amma aşağıya hərəkət qapaq vasitəsilə məhdudlaşdırılır.

Konstruksiya aşağıdakı qaydada işləyir. Fərz edək ki, sorma prosesinin başlanğıcında kürəcik yəhərdə yerləşir. Onda kürəciyin yönəldicisi sıxılmış aşağı vəziyyətdə olacaq. Əvvəlcə sorma prosesində nasosun silindrinə təzyiq düşür və nasosun qəbulunda olan təzyiq altında kürəcik yuxarı qalxaraq yəhərdə keçid açır. Eyni zamanda yəhərdən çəkilərək kürəcik yönəldicilə yuxarı qalxır, bununla da ona ox xətti üzrə qalxmasına imkan verir, yəhərin səthinə toxunmadan.

Plunjerin aşağı hərəkəti zamanı silindrdə təzyiq artır və eyni zamanda kürəcik yəhərə oturmağa çalışır. Bu zaman əvvəlcə kürəcik yönəldiciyə oturur və onunla birlikdə aşağı hərəkət edərək, yəhərdə keçidi bağlayır.

Beləliklə, kürəciyin yönəldicisi ox xətti üzrə qalxmasına və yəhərin klapan düyününün deformasiyasına və dağılmasına səbəb olan heç bir zərbə və hərəkətlər olmadan, kürəciyin yəhərə oturmasını təmin edir.

Təklif edilmiş konstruksiya bəzi quyularda sınaqdan keçirilmişdir. İlkən nəticələr müsbətdir. Tədqiqatlar davam edir.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1976, 607 с.
2. Керимов О.М. Повышение работоспособности и эксплуатационных показателей скважинных штанговых насосов. – Баку: Maarif, 1999, 222 с.

References

1. Belyaev N.M. Soprotyivlenie materialov. – M.: Nauka, 1976, 607 s.
2. Kerimov O.M. Povyshenie rabotosposobnosti i ekspluatatsionnykh pokazateley skvazhinnykh shtangovykh nasosov. – Baku: Maarif, 1999, 222 s.