

## Kipləndiricinin elastik elementinə dinamik təsirin hesablanması

O.H. Mirzəyev, t.e.n.,

T.O. Həsənzadə

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

e-mail: osman55@mail.ru

**Açar sözlər:** paker, kipləndirmə, temperatur, təzyiq, pləşka.

### Расчет влияния динамической нагрузки на эластические элементы уплотнителей

O.G. Mirzayev, k.t.n., T.O. Gasanzade  
Azerbaydzhanskiy gosudarstvennyy universitet nefiti i promyshlennosti

**Ключевые слова:** пакер, уплотнение, температура, давление, плашка.

Уплотнители играют существенную роль в долговечности и бесперебойной работе нефтепромыслового оборудования. По функциональному назначению уплотнители делятся на уплотнители недвижущихся и движущихся систем. Недвижущиеся уплотнители подвергаются деформации сжатия и растяжения как по всей длине оси, так и в радиальном направлении. Уплотнители, применяемые в движущихся системах участвуют в обратно-поступательном, вращательном и винтовом движениях. Отказы в системе уплотнения приводят к большим потерям. Поэтому выявление причин отказов в уплотнительных системах является довольно актуальным.

Рассмотрены вопросы определения динамических нагрузок на эластичные элементы уплотнителей (на примере пакера) и получены аналитические выражения для определения действующих на эти элементы сил гидродинамического трения.

Pakerlər yeraltı avadanlıqların tərkibinə daxil olan hissələrdən biridir. Bu avadanlıq quyularda texnoloji tədbirlərin həyata keçirilməsində nasos-kompresor boruları (NKB) ilə istismar kəməri arasındakı həlqəvi fəzanı kipləndirmək üçün tətbiq edilir. Çoxsaylı dəniz yataqlarının işlənməsilə əlaqədar pakerlərin tətbiqinə tələbat daha da artmışdır.

Kipləndirici elementlər istismar müddətində qüvvə, təzyiq və temperatur amillərinin təsirinə məruz qaldığından pakerlər hermetikliyini itirir və texnoloji prosesin pozulmasına gətirib çıxarır. Ona görə də, "elastik element-istismar kəməri" təmasında kipləndirmə mexanizminin öyrənilməsinə böyük ehtiyac var.

Pakerlər və onun elastik elementlərinə aşağı layda olan dinamik yükün təsiri daha böyük olur.

İstismar zamanı bir çox hallarda paker aşağı hissədən məruz qalan dinamik yükün təsirdən yuxarıya doğru sürüşür. Bu isə onun pləşka mexanizmini istismar kəmərinə təsbit olunmadan çıxarır, elastik elementlərin kipliyini pozur. Son zamanlar xarici şirkətlərdə, habelə ölkəmizdə layihələndirilən pakerlərdə eyni quruluşda iki pləşka mexanizmi nəzərdə tutulur: bunlardan biri – aşağı pləşka mexanizmi – pakerin yuxarıdan olan dinamik yükə aşağı sürüşməsinin, digəri isə – yuxarı pləşka mexanizmi – pakerin aşağıdan olan dinamik yükə yuxarı sürüşməsinin qarşısını almaq üçün nəzərdə tutulmuşdur. Praktiki olaraq rezin kipləndirici elastik elementlərin dinamik yüklənmədən istər yuxarı ( $p_{da} > p_k$ ), istərsə də aşağı ( $p_{da} > p_k$ ) sürüşməsinin qarşısını alan quruluş mükəmməl işlənməmişdir. "Pakerin altından" dinamik yükün elastik elementlərin kiplik effektinə təsiri kifayət qədər öyrənilməyib.

### Calculation of dynamic load influence on the elastic sealants

O.G. Mirzayev, Cand. in Tech. Sc., T.O. Gasanzade  
Azerbaijan State Oil and Industry University

**Keywords:** packer, sealing, temperature, pressure, ram.

The sealants have great importance in longevity and non-stop operation of oil-field equipment. According to their functional area, the sealants are divided into movable and immovable systems. Immovable packers are underwent to the compression and tension strains both throughout the length of axis and in radial direction. The packers used in movable systems take part in back and forth, rotational and spiral motions. The failures in sealing systems lead to great losses. Therefore, the identification of failure reasons in sealing systems are essential.

The paper considers the issues of definition of dynamic loads on elastic sealants (in the example of packer) and analytical expressions for the specification of hydrodynamic stress forces affecting these elements obtained.

Bu məqsədlə pakerin "quyruqcuq" ilə quyuya buraxılma sxemi üçün dinamik yükün (pakerin altından) təsirinə baxılır.

Pakeri quyuya buraxdıqdan sonra onu yerləşdirmək üçün NKB-nin içərisinə vurulan mayenin təzyiq qüvvəsindən (hidromexaniki pakerlərdə NKB-nin ağırlığı da nəzərdə tutulur) istifadə olunur. Bu zaman pakerin klapanı bağlı olur. Yerləşdirmə prosesi başa çatdıqdan sonra pakerin lüləsində təzyiq müəyyən həddə qədər artırılır ki, klapanı bürüncdən hazırlanmış vintlər kəsilir. Belə olduqda klapan açılır. Proses ani getdiyi üçün pakerin quyuda yerləşdirilməsini tənzimləmək çətin olur. Klapan ani olaraq açıldığından aşağı layın təzyiqi hələ qüvvəli fəza ilə pakerin (quyruqcuqla birlikdə) en kəsiyinə və lülənin içərisinə təsir edir. Bu halda mayenin sürəti məlum düsturla təyin edilə bilər:

$$v = \sqrt{\frac{2g}{0.6\gamma_m} \Delta p}, \quad (1)$$

burada  $g$  – sərbəstdüşmə təcili;  $\gamma_m$  – işçi mayenin xüsusi çəkisi.

Pakerin elastik elementləri kəmərlə divarının təmasında sıxılmış vəziyyətdə olduğundan, onların təzyiqdən və əlavə dinamik yükəndən oxboyu deformasiya etməsi hesabına "paker-istismar kəməri" sistemi bir növ "piston-silindr" sisteminə çevrilir (hər halda belə bir yaxınlaşmanı qəbul etmək olar). Bu halda pakerin altından olan təsirdən (azacıq) yerdəyişmədən yaranan sürət üçün ölçüsüz parametrdə aşağıdakı ifadəni yazmaq olar:

$$\frac{v_0}{v} = \left(\frac{d_0}{D_k}\right)^2, \quad (2)$$

burada  $v_0$  – elastik elementlə birgə pakerin "kiçik" sürəti;  $d_0$  – klapanın keçid diametri;  $D_k$  – istismar kəmərinin pakerlə kipləndirilən diametridir.

Pakerin göstərilən yuxarıya yerdəyişməsi nəticəsində onun lüləsi quyruqcuq bağlandığına görə bir lülə – quyruqcuq sistemi kimi deformasiyaya uğrayır, bu halda sistemdə yaranan hidravlik sıxıcı qüvvə aşağıdakı kimi təyin oluna bilər:

$$Q_{\Delta p} = \frac{\pi}{4} (D_k^2 - d_i^2) (p_h - p_p), \quad (3)$$

burada  $p_h, p_p$  – hidrostatik və pakerin lüləsində olan təzyiqlərdir.

Onda pakerin yerləşdirilməsi – işə salınması

anında ona düşən sıxıcı qüvvə  $Q$  aşağıdakı kimi təyin oluna bilər:

$$Q = Q_0 + Q_{\Delta p}, \quad (4)$$

burada  $Q_0$  – pakerin pləşka və elastik elementlərinin kəmərlə sıxan ilkin qüvvədir.

Pakerin buraxılma anında o, lülə – quyruqcuq sisteminin xüsusi çəkilibirindən oxboyu deformasiya edəcək. Bu halda deformasiya üçün müəyyən yaxınlaşma ilə aşağıdakı diferensial tənliyi yazmaq olar:

$$Q_0 - F_m = m \frac{d^2 \Delta h}{dt^2}, \quad (5)$$

burada  $F_m$  – lülə-quyruqcuq sisteminin sıxılma deformasiyasındakı müqavimət qüvvəsi;  $\Delta h$  – oxboyu sıxılma deformasiyası;  $t$  – zaman;  $m$  – lülə-quyruqcuq sisteminin kütləsidir.

$$m = \frac{Q}{g} + m_{\text{quy}},$$

burada  $m_{\text{quy}}$  – quyruqcuğun kütləsidir.

Lülə-quyruqcuq sisteminin materiallarının Huk qanununa tabe olduğunu nəzərə alsaq, yazmaq olar:

$$F_m = k \Delta h, \quad (6)$$

burada  $k$  – quyruqcuğun sərtliyidir.

$$k = \frac{EF_{\text{quy}}}{L_{\text{quy}}},$$

burada  $E$  – materialın elastiklik modulu;  $F_{\text{quy}}$  – lülə-quyruqcuq sisteminin en kəsiyi;  $L_{\text{quy}}$  – quyruqcuğun uzunluğudur.

(5)-i (6)-da nəzərə alsaq, yazmaq olar:

$$m \frac{d^2 \Delta h}{dt^2} + k \Delta h - Q = 0. \quad (7)$$

Məsələnin başlanğıc şərtlərini tərtib edək:

$$t=0 \text{ olanda } \Delta h=0 \text{ və } \frac{d \Delta h}{dt} = v_0 \text{ olur.}$$

(7) tənliyinin həllindən aşağıdakı alınır:

$$\Delta h = \sqrt{\frac{m}{k}} v_0 \sin \left( t \sqrt{\frac{k}{m}} \right) + \frac{2Q}{k} \sin^2 \left( \frac{1}{2} \sqrt{\frac{k}{m}} t \right). \quad (8)$$

(7) və (8) ifadələrinə əsasən dinamik yük aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$P_{\text{do}} = m \frac{d^2 \Delta h}{dt^2} = Q \cos \left( t \sqrt{\frac{k}{m}} \right) - \sqrt{mk} v_0 \sin \left( t \sqrt{\frac{k}{m}} \right),$$

$$m=1658, Q=36, k=295.$$

Kipləndiricinin elastik elementlərinə (9) ifadəsilə təyin olunan dinamik yük təsir edir.

## Nəticə

Alınmış ifadə kipləndiricilərin elastik elementlərinə təsir edən hidrodinamik qüvvəni təyin etməyə imkan verir. Bu ifadədən layihələndirmə zamanı istifadə etmək zəruridir.

Buradan görünür ki, istismar zamanı kipləndiriciyə hidrodinamik sürütmə qüvvəsi daima təsir edir. Təsir edən qüvvə təzyiqlər fərqiindən və kipləndiricinin arxa boşluğundan əsaslı dərəcədə asılıdır. Bu təsirin qarşısını almaq üçün kipləndirmə düyününə təsbit mexanizm quraşdırılmalıdır.

## Ədəbiyyat siyahısı

1. Чичеров Л.Г. Нефтепромысловые машины и механизмы: учеб. пособие для вузов. – М.: Недра, 1983, 312 с.
2. Mammadov V.T. Neft-mədən avadanlığının hermetiklik düyünlərinin hesablanması. – Bakı: Elm, 1998, 198 s.
3. Джанахмедов А.Х. Триботехнические проблемы в нефтегазовом оборудовании. – Баку: Элм, 1998, 216 с.
4. Баула В.Г. Основы программирования и алгоритмические языки. – М.: Энергоатомиздат, 1991, 395 с.
5. Mammadov V.T., Mirzayev O.H. Neft mədən texnikasının təmiri və bərpası. – Bakı: ADNA, 2012, 285 s.
6. Janakhmadov A.X. Tribotechnical problems in oil and extracting equipment // Friction and depreciation, 2001, v. 22, № 1, с. 27-30.
7. Pat. EP1672166 A1. Well packing // R. Freyer, 2006.
8. Pat. US4862967 A. Method of employing a coated elastomeric packing element // G.L. Harris, 1989.
9. Pat. US6854522 B2. Annular isolators for expandable tubulars in wellbores // M.M. Brezinski, G.B. Chitwood, R.H. Echols et al., 2005.
10. M.V. Kurenov, D.V. Eliseev. Peculiarities of usage of swelling packers for isolation of horizontal parts of wells on the Caspian sea shelf // Vestnik of Astrakhan State Technical University, 2011, № 2(52), pp. 69-72.

## References

1. Chicherov L.G. Neftepromyslovye mashiny i mexanizmy: uceb. posobie dla vuzov.–M.: Nedra, 1983, 312 p.
2. Mammadov V.T. Neft-meden avadanlyghynyn hermetiklik duyunlerinin hesablanmasy. – Bakı.: 1998, 198 p.
3. Dzhanaqmedov A.Kh. Tribotekhnicheskie problemy v neftegazovom oborudovanii. – Bakı, Elm, 1998, 216 p.
4. Baula V.G. Osnovy programirovaniya i algoritmicheskie yazyki. – M.: Energoatomizdat, 1991, 395 p.
5. Mammadov V.T., Mirzayev O.H. Neft-meden texnikasynyn temiri ve bərpasy. – Bakı: ADNA, 2012, 285 p.
6. Janakhmadov A.Kh. Tribotechnical problems in oil and extracting equipment // Friction and depreciation, 2001, v. 22, No.1, pp. 27-30.
7. Pat. EP1672166 A1. Well packing // R. Freyer, 2006.
8. Pat. US4862967 A. Method of employing a coated elastomeric packing element // G.L. Harris, 1989.
9. Pat. US6854522 B2. Annular isolators for expandable tubulars in wellbores // M.M. Brezinski, G.B. Chitwood, R.H. Echols et al., 2005.
10. M.V. Kurenov, D.V. Eliseev. Peculiarities of usage of swelling packers for isolation of horizontal parts of wells on the Caspian sea shelf // Vestnik of Astrakhan State Technical University, 2011, No. 2(52), pp. 69-72.