

Elektrik dalma nasosunun qumdan mühafizəsi üçün quyuyu konstruksiyası

E.E. Bayramov
SOCAR**Açar sözlər:** yataq, lay, şirnaqlı nasos, elektrik dalma nasosu, quyuyu konstruksiyası, qum təzahürü, qumayıncısı.**DOI.10.37474/0365-8554/2022-1-28-31**

e-mail: Elman.E.Bayramov@socar.az

Скважинная конструкция для защиты от песка электроподгружного насосаE.A. Байрамов
SOCAR**Ключевые слова:** месторождение, пласт, струйный насос, электроподгружной насос, скважинная конструкция, пескопроявление, сепаратор песка.

В статье показаны осложнения, связанные с пескопроявлением, возникающие при эксплуатации нефтяных скважин электроподгружными насосами (ЭЦН). В связи с тем, что ЭЦН относятся к насосам, перекачивающим жидкость с высокой вращающейся способностью под действием центробежной силы, влияние состава перекачиваемой жидкости на рабочие части насоса очень большое. Долговременная работоспособность и выносливость насосов зависит от количества и гранулометрического состава перекачиваемых механических примесей.

Принципиальная защита ЭЦН от потока песка опирается на схему, согласно которой песок и другие механические примеси, содержащиеся в составе пластовой продукции, отделяются от жидкости на приеме насоса, а отделенные частицы в виде раствора отселяются в сторону от ЭЦН и вновь смешиваются с перекачиваемой жидкостью в верхней части насоса (на выходе ЭЦН). Для решения проблемы предлагается последовательное соединение насоса. Комплект оборудования состоит из ЭЦН, эжектора и сепаратора песка, принцип работы которого основан на центробежной силе. При пуске ЭЦН в работу сепаратор песка, присоединенный к оси двигателя, также начинает вращаться. Частицы песка, содержащиеся в продукции, в результате возникшего турбулентного потока приобретают центробежное ускорение и отселяются в сторону эксплуатационной колонны. Таким образом, ЭЦН, отсасывая очищенную от песка жидкость, передает ее эжектору под давлением, тем самым, обеспечивая эжектор энергией, необходимой для поднятия общей жидкости. В свою очередь эжектор, отсасывая смесь с частицами песка, протекajúщую около ЭЦН, перемешивает ее с очищенной жидкостью и поднимает ее на поверхность. Основная цель предложенной скважинной схемы заключается в сведении к минимуму вероятности разъедания насоса вследствие предотвращения физического контакта рабочих частей ЭЦН с механическими примесями.

Neft yataqlarının uzunmüddətli işlənməsi lay təzyiqinin kəskin azalmasına və quyuların fontan vurma şərtinin pozulmasına gətirib çıxarır ki, nəticədə quyuların mexanikləşdirilməsi istismar üsulu na keçirilməsi zərurəti yaranır [1, 2]. Digər tərəfdən, işlənmənin son mərhələsində olan yataqların böyük bir hissəsi təbii və süni proseslər nəticəsində

Well construction for sand protection of electrical submersible pumpE.E. Bayramov
SOCAR**Keywords:** field, reservoir, jet pump, electrical submersible pump, well construction, sand production, sand separator

The paper deals with the complications associated with the sand production occurring while operation of oil wells with electric submersible pumps. Due to the fact that electrical submersible pumps are related to those, which pump the fluid with high rotating ability under the effect of centrifugal force, the impact of the composition of pumped fluid on its working parts is great. Long-term performance and endurance of the pumps depend on the quantity and granulometric composition of pumped mechanical impurities.

The principal protection of electrical submersible pump from sand is based on the scheme according to which the sand and other mechanical impurities in the composition of reservoir product are separated from the fluid in the context of the pumps, and in the form of solution are replaced towards the electrical submersible pump and mixed with pumped fluid in its upper part (at the pump outlet) again. To solve the problem, consistent connection of the pump is offered. The equipment unit consists of the electrical submersible pump, the ejector and sand separator, the operation principle of which is based on the centrifugal force. While starting the electrical submersible pump, the sand separator connected to the engine axis starts rotating as well. Due to the occurred turbulent flow, the sand particles in product acquire centrifugal acceleration and replaced towards production casing. Thus, sucking the fluid cleaned from sand, the electrical submersible pump transfers it to the ejector under the pressure, providing it with the energy necessary for lifting general fluid. The ejector, in its turn, sucking the mixture with sand particles flowing near the electrical submersible pump, mixes it with cleaned fluid and lifts to the surface.

The major purpose of offered well scheme is to decrease to the minimum the probability of pump corrosion due to the prevention of physical contact of operating parts of the electrical submersible pump with mechanical impurities.

də sulaşmaya məruz qaldığı üçün böyük həcmdə mayeni yer üstünə qaldırmaq lazım gəlir [3, 4]. Zəif sementlənmiş süxurdan ibarət yataqlarda isə dağ təzyiqinin, süzülmənin və s. təsirindən süxur strukturunun dağılması ilə əlaqədar bərk hissəciklərin quyuya axını yaranır [5–8].

İstismar zamanı qum təzahürünün mexanikləş-

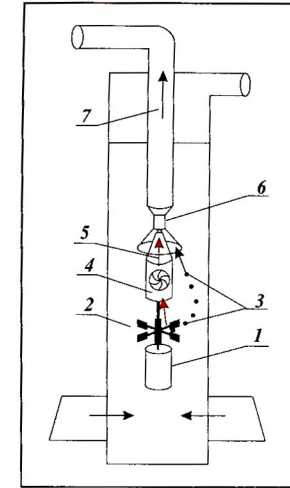
dirilmiş quyularda daha mürəkkəb fəsadlara yol açması məlumdur. Belə ki, quyuyüçü avadanlıqlarının korroziyası, detalların qumdan aşınması və yeyilməsi nəticəsində avadanlığın mexanizmlərinin sıradan çıxması və s. kimi hadisələr ciddi qəzalara səbəb olur. Nasosun işçi hissələrində vaxtından əvvəl yaranan nasazlıqların aradan qaldırılması tədbirləri isə quyuların təmirlərarası müddətini azaldır [3, 7, 8]. Göstərilənlər bu tip yataqlarda yeni texnoloji üsulların tətbiqini, daha müasir konstruksiyaların və avadanlıqların istifadə edilməsini zəruri edir [9–11].

Neftqazçıxarma idarələri və əməliyyat şirkətləri bilavasitə belə yataqların işlənməsini təmin edir. NQÇİ-lərin və əməliyyat şirkətlərinin ümumilikdə 80 %-dən çox quyuları dərinlik nasosları ilə işləyir, o cümlədən bu nasosların 11 %-ə qədər elektrik dalma nasoslarıdır (EDN) [4, 11]. Tədqiqatlar göstərir ki, EDN-lərlə istismar olunan quyuların sayı az olsa da hasilat baxımından qənaətbəxşdir. Onlar ştanqlı dərinlik nasosları (ŞDN) ilə işləyən quyulara nisbətən iqtisadi cəhətdən daha səmərəlidir. ŞDN-lərlə müqayisədə EDN-lər quyuyağzı avadanlıqlarının sadəliyi, nasosların yüksək məhsuldarlığı, 3000 m-ə qədər dərinliyə buraxılma imkanı, təmirlərarası müddətin çox olması və nasosu qaldırmadan tədqiqat işlərinin yerinə yetirilməsinə imkan yaratması kimi üstünlüklərə malikdir [7, 11]. Lakin bu tip nasoslarda da mürəkkəbləşmələr az deyil və istismar şəraitindən asılı olaraq daima təkmilləşdirilməlidir. İdarəetmə qutusundan elektrik enerjisinin kəsilməsi, quyuyüçü izlə edilmiş naqillərdə baş verməmiş pozuntular və nasosların mexanizmlərində – fırlanan hissələrdə nasazlıqlar və s. [9, 11, 12].

EDN yüksək fırlanma sürəti nəticəsində mərkəzdənəqəçmə qüvvəsinin təsiri ilə mayeni nəql edən nasoslar olduğundan, nəql olunan mayenin tərkibinin (mexaniki qarışığı nəzərdə tutulur) nasosun işlə hissələrinə təsiri çox böyükdür [3, 4]. Nasosların dayanıqlı və uzunmüddətli olması məhz nəql edilən mexaniki qarışığın miqdarından, qranulometrik və litoloji tərkibindən asılı olur. Nəzərə alsaq ki, Azərbaycanın neft yataqlarının böyük bir hissəsini zəif sementlənmiş süxurlar təşkil edir, onda haqqında danışdığımız nasosların qumdan mühafizə sistemlərinin daimi inkişaf etdirilməsi və aktuallığının səbəblərini əsaslandırmaq olar [7, 8]. EDN-nin qum axınından qorunması prinsiplər olaraq, nasosun qəbulunda lay məhsulunun tərkibindən qum da daxil olmaqla digər mexaniki hissəciklərin ayrılması və ayrılmış hissəciklərin məhlul şəklində EDN-dən yana ötürülərək onun ətrafı ilə yuxarı hissədə

(EDN-nin çıxışında) nəql olunan maye ilə yenidən qarışması sxeminə əsaslanmışdır.

Problemin həlli üçün ardıcıl nasos birləşməsi təklif olunmuşdur. EDN-ə, onun yuxarı hissəsində şirnaqlı nasos (ŞN) və ya ejetor ardıcıl birləşdirilir. EDN-nin girişindən aşağı hissədə isə qum hissəciklərinin ayrılmasını təmin edəcək pərli qumayıncı quraşdırılır (şəkil).



Quyuyu konstruksiyasının prinsipli sxemi

Təklif edilən qurğunun iş prinsipi aşağıdakı kimidir. EDN iş salındıqda mühərrikin 1 oxuna birləşdirilmiş qumayıncı 2 fırlanmağa başlayır. Quyudan axan fluidin ağır-kristal fraksiyaları 3 (qum dənəcikləri) burulğanlı axın nəticəsində mərkəzdənəqəçmə təcili alır və kənarlara sıxışdırılır. Beləliklə, EDN 4 qumdan təmizlənmiş mayeni soraraq təzyiq altında 5 ŞN-ejektora 6 ötürür və ŞN-i işə salmaqla yanaşı və ümumi mayenin qaldırılması 7 üçün tələb olunan enerjini təmin edir. Ejetor 6 isə yenidən EDN-nin ətrafından keçən qum dənəcikləri qarışığı 3 sorur və qumdan təmizlənmiş maye 5 ilə qarışdıraraq toplam maye halına gətirir 7. Sonda quyudibində yaranan qum axını EDN ilə təmasda olmadan yerüstünə nəql edilir. Təklif edilən quyuyu sxeminin əsas məqsədi EDN-nin işçi hissələrinin mexaniki qarışıqlarla fiziki əlaqəsinin qarşısını almaqla onun qumdan yeyilib dağılması ehtimalını minimuma endirməkdir. Lakin burada qurğunun fasiləsiz işləməsi üçün bir sıra prinsiplər tələblər özünlə doğrultmalıdır:

– qumayıncı hasil edilən qumu quyunun istismar kəmərinin divarına doğru sıxışdırmaqla EDN-dən yan keçirməli və ŞN-a doğru axına qoşmalıdır. Bundan əlavə qumayıncı EDN-nin ətrafında

yaranan qum hissəciklərinin axında ləngiyərək çökməməsinə şərait yaratmalıdır;

– qeyd ediləndi kimi, quyu sxemi üç müxtəlif hidravlik qurğudan ibarətdir və bu səbəbdən hər üç qurğu müəyyən rejimdə işləməlidir. Quyunun səlis işi üçün bu müvazinəti müəyyən edən parametrlərin təyin edilməsi vacib məsələlərdəndir. Bunun üçün ŞN və EDN-lərə qoyulan tələblər müəyyən edilməlidir. Belə ki, vahid zamanda qum (q_q), EDN-dən yan keçən maye ($q_{m, DN, y}$), ŞN-dən nəql edilən qarışığın cəmi ($q_{ŞN}$), toplam (q_t), EDN-nin maye (q_{DN}) hasilatları və quyudibinə toplam axın (q_{qd}) arasında (1) şərtləri saxlanılmalıdır.

$$\left. \begin{aligned} q_{ŞN} &= q_{m, DN, y} + q_q \\ q_t &= q_{ŞN} + q_{DN} \\ q_t &= q_{qd} \text{ və ya } \frac{dq_t}{dt} = \frac{dq_{qd}}{dt} \end{aligned} \right\}$$

Ədəbiyyat siyahısı

1. *Abdus S, Mohammad N.* Flow analyses inside jet pumps used for oil wells // International Journal of Fluid Machinery and Systems, 2013, v. 6, No 1, p. 1-10.
2. *Миценко И.Т., Гумерский Х.Х., Марьенко В.П.* Струйные насосы для добычи нефти. – М.: Нефть и газ, 1996, 156 с.
3. *Лямаев Б.Ф.* Гидроструйные насосы и установки. – Ленинград: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1988, 256 с.
4. *Əzizov Ə.H., Qarayev M.A., Heydərov H.Ə., Ağammadov S.Ə.* Həcmi hidravlik maşınlar. – Bakı: ADNA, 2010, 601 s.
5. *Топольников А.С.* Методика расчета параметров струйного насоса при совместной эксплуатации с ЭЦН // Электронный научный журнал “Нефтегазовое дело”, 2011, № 3, с. 136-147.
6. *Saul Gomez Diaz de Bonilla, Her-Yuan Chen.* Analytical and Numerical Studies of Sand Erosion in Electrical Submersible Pump (ESP) Systems//SPE/AAPG/SEG Unconventional Resources Technology Conference, - Denver, - Colorado, 2019, p. 5.
7. *Haiwen Z., Jianjun Z., Zulin Z., etc.* Wear and Its Effect on Electrical Submersible Pump ESP Performance Degradation by Sandy Flow: Experiments and Modeling // Offshore Technology Conference, Houston, Texas, 2019, p. 6.
8. *Haiwen Z., Jianjun Z., Zulin Z., etc.* Experimental Study of Sand Erosion in Multistage Electrical Submersible Pump ESP: Performance Degradation, Wear and Vibration // International Petroleum Technology Conference, Beijing, China, 2019, p. 6.
9. *Noui-Mehdi M.N., Bukhamseen A.Y.* Advanced Signal Analysis of an Electrical-Submersible-Pump Failure Owing to Scaling // SPE Prod & Oper, 34 (02), 2019, pp. 394-399.
10. *Mallela, R., Chatterjee, D.* Numerical Investigations of the Effect of Geometry on the Performance of Jet Pump // Journal of Mechanical Engineering Science, 2011, v. 225, p. 1-12.
11. *Уразакоев К.Р., Вахитова Р.И., Сарачева Д.А.* Методика расчета параметров струйного насоса при совместной эксплуатации с ЭЦН // Электронный научный журнал “Нефтегазовое дело”, 2013, № 4, с. 201-211.
12. *Abasova S.M., Habibov I.Ə.* Elektrik mərkəzdənqəçmə nasoslarında istismar zamanı yaranan imtinaların təhlili // “Xəzərneftqazıyaraq – 2012” elmi – təcrübə konfrans, Bakı, s. 39-42.

Göründüyü kimi, kombinə edilmiş bu sxemin yığılması individual quyunun texnoloji və istismar parametrlərinə uyğun aparılmalıdır. Təklif edilən qurğu qumlu quyular üçün nəzərdə tutulduğundan konstruksiyaya eroziya və korroziyaya qarşı ümumi tələblərə də cavab verməlidir.

Nəticə

1. Qum təzahürlü quyularda EDN-də qumun yaratdığı fəsadların qarşısını almaq məqsədilə yeni – EDN, ŞN və qumayırcıdan ibarət kombinə edilmiş quyu konstruksiyası təklif edilmişdir.
2. Qumayırcı mexaniki qarışığı separasiya edərək EDN-dən kənara – həlqəvi fəzaya yönəltdir, daha sonra bu qarışıq ŞN-lə sorularaq EDN-nin çıxışında ümumi axına qarışdırılır.

References

1. *Abdus S., Mohammad N.* Flow analysis inside jet pumps used for oil wells // International Journal of Fluid Machinery and Systems, 2013, v. 6, No 1, pp. 1-10.
2. *Mishchenko I.T., Gumerskiy Kh.Kh., Mar'yenko V.P.* Struynie nasosy dlya dobychi nefti. – M.: Neft' i gaz, 1996, 156 s.
3. *Lyamayev B.F.* Gidrostruynie nasosy i ustanovki. – L.: Mashinostroyeniye, Leningr. otd-e, 1988, 256 s.
4. *Azizov A.H., Garayev M.A., Heydarov H.A., Aghammadov S.A.* Hejmi hidravlik mashinlar. – Bakı: DNA, 2010, 601 s.
5. *Topol'nikov A.S.* Metodika raschyota parametrov struyного nasosa pri sovmestnoy expluatatsii s ETSN // Elektronniy nauchniy zhurnal “Neftegazovoe delo”, 2011, No 3, s. 136-147.
6. *Saul Gomez Diaz de Bonilla, Her-Yuan Chen.* Analytical and numerical studies of sand erosion in electrical submersible pump (ESP) Systems // SPE / AAPG / SEG Unconventional Resources Technology Conference, 2019, Denver, Colorado, p. 5.
7. *Haiwen Z., Jianjun Z., Zulin Z., etc.* Wear and its effect on electrical submersible pump ESP Performance Degradation by Sandy Flow: Experiments and Modeling // Offshore Technology Conference, 2019, Houston, Texas, p. 6.
8. *Haiwen Z., Jianjun Z., Zulin Z., etc.* Experimental study of sand erosion in multistage electrical submersible pump ESP: Performance Degradation, Wear and Vibration // International Petroleum Technology Conference, 2019, Beijing, China, p. 6.
9. *Noui-Mehdi M.N., Bukhamseen A.Y.* Advanced signal analysis of an electrical-submersible-pump failure owing to scaling // SPE Prod & Oper, 2019, 34 (02), pp. 394-399.
10. *Mallela, R., Chatterjee, D.* Numerical investigations of the effect of geometry on the performance of jet pump // Journal of Mechanical Engineering Science, 2011, v. 225, pp. 1-12.
11. *Urazakov K.R., Vakhitova R.I., Saracheva D.A.* Metodika raschyota parametrov struyного nasosa pri sovmestnoy expluatatsii s ETSN // Elektronniy nauchniy zhurnal “Neftegazovoe delo”, 2013, No 4, s. 201-211.
12. *Abasova S.M., Habibov I.A.* Elektrik merkezdənqəçmə nasoslarında istismar zamanı yaranan imtinaların təhlili // “Khezerneftqazıyaraq – 2012” elmi-təcrübə konfrans. Bakı, s. 39-42.