

Neft-qaz quyularının yığım-nəql sistemində mexaniki qarışıqların və lay suyu yığım çənlərində neft asılqanlarının ayrılması

F.S. İsmayilov, t.e.d.¹,
N.M. Məmmədzaadə²

¹"Neftqazelmətdəqiqatlayihə" İnstitutu,
²NIPI "Nefteqaz" MMC

e-mail: fismailov@socar.az

Açar sözlər: fontan-qazlift, qum-gil qarışıqları, süzgəc, quyu məhsulu, texnoloji tutum, qumayıncı, qumtutucu, neft asılqanı, nasos.

DOI.10.37474/0365-8554/2022-03-44-48

Отделение механических примесей в сборно-транспортной системе нефтегазовых скважин и взвесей в резервуарах пластовой воды

Ф.С. Исмаилов, д.т.н.¹, Н.М. Маммадзаде²
¹НИПИнефтегаз,
²ООО НИПИ "Нефтегаз"

Ключевые слова: фонтан-газlift, песчано-глинистые примеси, фильтр, скважинная продукция, технологическая ёмкость, пескоотделитель, пескоуловитель, нефтяная взвесь, насос.

Наличие механических примесей в составе продукции, добываемой из нефтегазовых скважин, является причиной загрязнения отложениями на дне транспортных трубопроводов и технологических оборудования, выхода из строя движущихся механических частей от перетирания и загрязнения окружающей среды нефтяными выбросами в результате утечек. Размещением пескоотделительных установок на входе технологических ёмкостей и трубопроводов можно отделить, поступающие со скважинной продукцией, механические примеси и собрать в пескоуловитель для утилизации. Для более глубокого и быстрого отделения нефтяных взвесей от воды в резервуарах пластовой воды трубопровод воды должен поддерживаться на уровне 1–1.5 м над дном. На конце трубопровода, внутри резервуара, должно быть установлено колено направлением вверх.

Separation of mechanical impurities in gathering-transportation system of oil-gas wells and solids in the reservoirs of produced water

F.S. Ismailov, Dr. in Tech. Sc.¹, N.M. Mammadzade²
¹"Oil-Gas Scientific Research Project" Institute,
²"Oil-Gas Scientific Research Project" Ltd.

Keywords: blowout-gaslift, sand-clay impurities, filter, well production, technological capacity, sand separator, oil solid, pump.

The presence of mechanical impurities in the output produced from oil-gas wells is the reason for contamination with sediments at the bottom of transportation pipelines and technological equipment, for the breakdown of moving mechanical parts due to the friction and environment contamination with petroleum wastes as a result of leakages. Installing sand separators at the entry to the reservoirs and pipelines enables separation of mechanical impurities flowing with well output and gather in the sand trap for utilization. For deeper and faster separation of petroleum solids from water in the reservoirs of produced water, the water pipeline should be at the level of 1–1.5 m from the bottom. An angle bend with upward direction should be installed at the end of the pipeline within the reservoir.

Məqalədə neft-qaz quyularının yığım-nəql sistemində texnoloji tutumların girişlərində quyu məhsulundan mexaniki (qum-gil) qarışıqların və lay suyu yığım çənlərində neft asılqanlarının ayrılmasından bəhs olunur.

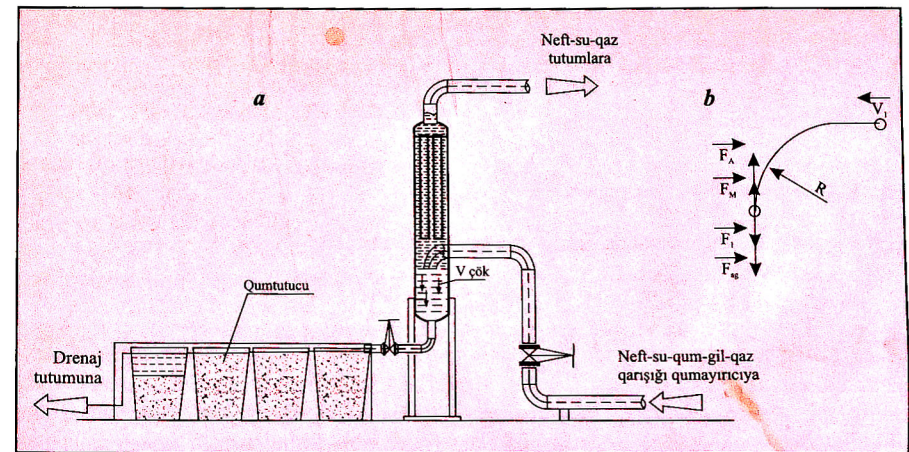
Dəniz yataqlarında neft quyuları fontan-qazlift üsulları ilə istismar olunur [1]. "Abşeronneft", "Neft Daşları" "28 May" və N.Nərimanov ad. NQÇİ-nin yataqlarında aparılmış müşahidə və tədqiqatlar göstərmişdir ki, quyudan çıxarılan 1 L mayenin tərkibində 0.01–1 mm ölçülü 0.5–2 q qum-gil qarışıqları olur. Texnoloji tutumlar, onlara daxil olan quyu məhsulunun tərkibindəki qum-gil qarışıqlarının çökməsi nəti-

çəsində 1–2 həftəyə çirklənməyə məruz qalır.

Neftqazçıxarma meydançalarında texnoloji tutumlara yığılan neft-su emulsiyası nasoslar vasitəsilə neft-qaz nəql kəmərinə vurulur. Müşahidələr göstərmişdir ki, tutumlardan mayeni götürən vuran nasoslara işlək hissələri qum-gil qarışıqlarının təsirindən 2–3 aya yeyilərək sıradan çıxır, kirkəclərdə sızmalar əmələ gəlir və nəticədə ətrafa neft tullantıları axır. Dəniz meydançalarından nəql olunan neft-qazın tərkibində kifayət qədər qum-gil qarışıqlarının olması sualtı boru kəmərlərinin işçi diametrlərinin azalması, bəzi hallarda aşınaraq dəşilməsi neft-qaz itkilərinin yaranmasına və ətraf mühitin çirklənməsinə səbəb olur.

Nəzərə alsaq ki, Abşeron küpəsi yatağında dənizin dərinliyi 8–20 m, Neft Daşları yatağında 15–50 m, Bulla-dəniz yatağında 20–30 m, Günəşli yatağında isə 80–150 m arasında dəyişir. Neft-qazın meydançalar arası nəqlində, nəql kəmərlərinin dənizin dibindən meydançaya qalxma yerində qum-gil qarışığı, parafin və duz çökmələrinin borunun en kəsiyi daralır. Nəql kəmərinə neft-qaz axınının təzyiqli qum-gil qarışıqlarının çökməsinin qarşısını alır. Hər hansı səbəbdən nəql kəmərinə dayanma olarsa qum-gil qarışıqları sualtı nəql kəmərinin meydançaya qalxma yerində dibə çökür və uzun müddət qaldıqda kirkəclərə tıxac əmələ gətirir.

Meydançalarda yüksək təzyiqli quyuların kollektorda neft-qaz axınının təzyiqinin aşağı təzyiqli (zəif) quyuların atqı xətlərinə əks təsiri nəticəsində həmin quyuların hasilatı aşağı düşür və ya tamamilə kəsilir. Aşağı təzyiqli quyuların hasilatının sabit saxlanması üçün onların məhsulu texnoloji tutumlara yığılır, quyu ayrılaraq aşağı təzyiqli qaz-yığım sistemində verilir, maye isə nasoslar vasitəsilə nəql kəmərinə vurulur.



Şəkil 1. Qumayıncı və qumtutucu qurğular:

a – ümumi görünüş; b – bərk hissəciklərə təsir edən qüvvələr

Quyu məhsulundan qum-gil qarışıqlarının ayrılması üçün texnoloji tutumların girişlərində qumayıncı qurğular, onların yanında qumtutucular və meydançanın altında drenaj tutumunun quraşdırılması nəzərdə tutulur (şəkil 1, a). Qumayıncılar gövdə, dib, qapaq, gövdə daxilində quraşdırılmış süzgəclər, məhsulun giriş və çıxış düyünləri və drenaj çıxışından təşkil olunmuşdur. Giriş borusu qumayıncının içərisinə daxil olur və sonluğunda üzü aşağı dirsək quraşdırılır. Yuxarıdakı qapaqdan aşağıda gövdə daxilində polad təbəqə bərkidilir və ondan süzgəclər asılır. Süzgəclər giriş və çıxış boruları arasındakı fəzada yerləşdirilir. Qumayıncının drenaj çıxışı qumtutucularla əlaqələndirilir. Qumtutucular konteyner içərisində yerləşdirilir və hündürlükləri bir-birindən azalan ardıcılıqla fərlənən yeşiklərdən ibarət olur. Yeşiklər arasında borucuqlarla əlaqə yaradılır. Qumayıncıdan qumlu su qumtutucuda birinci yeşiyə daxil olur, qum çökür, su daşaraq növbəti qumtutucuya keçir. Birinci yeşik qumla dolduqda, qum-su qarışığı daşaraq növbəti qumtutucuya tökülür. Bu qayda ilə qum-gil qarışığı çökərək qumtutucu yeşiklərə yığılır, su isə daşaraq drenaj tutumuna axır. Qumtutucuların və tutumların drenaj çıxışları meydançanın döşəməsi altında yerləşən drenaj tutumu ilə əlaqələndirilir. Drenaj tutumu nəzarət-ölçü cihazları ilə təchiz olunmuşdur və maye təyin edilmiş səviyyəyə çatdıqda nasos avtomatik işə düşür və mayeni texnoloji tutumun giriş

xəttinə vurur. Qumtutuculara yığılmış qum-gil qarışığı utilizasiya məqsədilə sahilə, müvafiq yerə daşınır. Sıxlığı ρ_b olan bərk hissəciklərin (kg/m^3) qumayırıcıda sıxlığı ρ_m olan mühitdə hərəkətinə nəzər salaraq. Verilən halda $\rho_b > \rho_m$. Hissəciklər neft-qaz qarışığı ilə $v_1 = Q/F$ sürəti ilə (m/s) qumayırıcıya daxil olur, burada Q – neft-qaz qarışığının işçi təzyiq və temperaturda borunun en kəsiyindən 1 s ərzində keçən həcmi, m^3/s ; F – borunun işçi en kəsiyinin sahəsidir, m^2 [2].

Quyu məhsulunun R radiuslu qövsə qumtutucuya daxil olma yerində bərk hissəciklər üçün (şəkil 1, b) Dalamber prinsipinə görə [3–5]:

$$\overline{F_{ag}} + \overline{F_1} = \overline{F_M} + \overline{F_A}, \quad (1)$$

burada $\overline{F_{ag}}$ – bərk hissəciyə təsir edən ağırlıq qüvvəsi, N ; bərk hissəciyi d diametrlə küre formasında qəbul edərək baxılan qüvvəni aşağıdakı kimi ifadə edə bilərik: $F_{ag} = mg = \frac{\pi d^3}{6} \rho_b g$; m – bərk hissəciyin

kütləsi, kg ; g – sərbəstdüşmə təcili, m/s^2 ; $F_1 = ma = m \frac{dv_1}{d\tau} = \frac{\pi d^3}{6} \rho_b \frac{dv_1^2}{R}$ – hissəciyə təsir edən ətalət

qüvvələrinin əvəzləyicisi, N ; a – mərkəzdənqaçma təcili, m/s^2 ; τ – zamandır, s ; R – qumayırıcı daxilində dirsəyin əyrilik radiusu, m ; $F_A = \frac{\pi d^3}{6} \rho_m g$ – Arximed qüvvəsi, N ; $F_M = \varphi \frac{\pi d^2}{4} \frac{\vartheta_{çök}^2}{2} \rho_m$ – bərk hissəcik

çökərkən ona təsir edən anın müqavimət qüvvəsi, N ; φ – mühitin müqavimət əmsəlidir, laminar rejimdə, Reynolds ədədi $Re_c \leq 2$ olduqda, Stoks qanununa görə $\varphi = 24/Re_c$; keçid rejimində, $2 \leq Re_c \leq 500$, $\varphi = 18.5/(Re_c^{0.6})$; turbulent rejimində, $Re_c > 500$, sabitdir və $\varphi = 0.44$ təşkil edir [4]; $v_{çök}$ – hissəciyin durğun mühitdə çökmə sürətidir, m/s .

İfadələri (1) tənliyində yerinə yazdıqda:

$$\frac{\pi d^3}{6} \rho_b g + \frac{\pi d^3}{6} \rho_b \frac{v_1^2}{R} = \frac{\pi d^3}{6} \rho_m g + \varphi \frac{\pi d^2}{4} \frac{v_{çök}^2}{2} \rho_m. \quad (2)$$

(2) tənliyindən bərk hissəciklərin çökmə sürətini hesablamaq olar

$$v_{çök} = \sqrt{\frac{4d \left[(\rho_b - \rho_m) g + \rho_b \frac{v_1^2}{R} \right]}{3\varphi \rho_m}}. \quad (3)$$

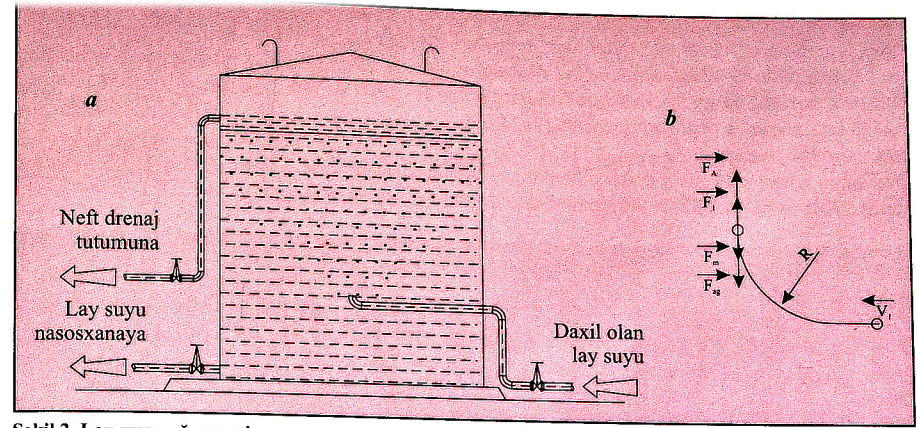
Neft-su qarışığının qumayırıcısında qum-gil qarışığından daha yaxşı ayrılması üçün drenaj çıxışında quraşdırılmış klapın az miqdarda açıq qalmalıdır ki, dibə çökmüş qum-gil qarışığı su ilə çıxaraq qumtutucuya axsın (bax: şəkil 1, a). Dirsəkdən aşağıda qravitasiya əsasən su olur və qum-gil qarışığı sulu mühitdə çökür. Drenaj klapınının açılma dərəcəsiyindən asılı olaraq dirsəkdən aşağıdakı lay suyu mühitində axını laminar və ya keçid rejimində qəbul etmək olar.

Quyudan çıxarılan neft-su-qaz qarışığının qumayırıcıya döyüntülərlə daxil olma halları ola bilər. Bu halda qumayırıcı daxilində burulğanlı hərəkət yaranır və dibə çökmüş qum-gil qarışığının bir qismi yuxarı qalxır. Neft-su qarışığında döyüntülər vaxtı qum-gil qarışığının texnoloji tutumlara keçməsinin qarşısını alınması üçün qumayırıcı qurğuda, giriş borusundan yuxarıda süzgəclər quraşdırılır.

Neft-yığım məntəqələrində neftdən ayrılan lay suyu çənlərə yığılır və yüksəktəzyiqli nasoslar vasitəsilə çəndən götürülərək utilizasiya quyularına və ya lay təzyiqinin saxlanılması üçün qidalandırıcı quyulara vurulur. Lay suyunun tərkibində qum-gil qarışıqlarının və neft asılqanlarının miqdarı uyğun olaraq 15 mq/l -dən çox olmamalıdır [6, 7]. Lay suyu yığım çənlərindən neft asılqanlarının tez və daha yaxşı ayrılması üçün giriş borusu çənin içərisinə daxil olmalı və sonluğunda üzü yuxarı quraşdırılmış dirsək olmalıdır (şəkil 2, a). Giriş borusu çənin dibindən 1–1.5 m yuxarı məsafədə yerləşməlidir.

Bu halda lay suyu ilə çənə daxil olmuş neft asılqanlarına təsir edən qüvvələr aşağıdakı kimi olmalıdır (şəkil 2, b):

$$\overline{F_{ag}} + \overline{F_m} = \overline{F_1} + \overline{F_A}, \quad (4)$$



Şəkil 2. Lay suyu yığım çəni:

a – ümumi görünüş; b – neft asılqanına təsir edən qüvvələr

burada neft hissəciyini d_n diametrlə küre formasında qəbul edərək baxılan qüvvələri aşağıdakı kimi ifadə edə bilərik: $F_{ag} = \frac{\pi d_n^3}{6} \rho_n g$; ρ_n – neft hissəciyinin çəkisi, kg/m^3 ; $F_m = \varphi \frac{\pi d_n^2}{4} \frac{v_q^2}{2} \rho_{su}$; $F_1 = \frac{\pi d_n^3}{6} \rho_n \frac{v_1^2}{R}$;

$F_A = \frac{\pi d_n^3}{6} \rho_{su} g - \rho_{su}$ – lay suyunun çəkisidir, kg/m^3 .

İfadələri (4) tənliyində yerinə yazdıqda:

$$\frac{\pi d_n^3}{6} \rho_n g + \varphi \frac{\pi d_n^2}{4} \frac{v_q^2}{2} \rho_{su} = \frac{\pi d_n^3}{6} \rho_n \frac{v_1^2}{R} + \frac{\pi d_n^3}{6} \rho_{su} g. \quad (5)$$

(5) tənliyindən neft asılqanının qalxma sürəti:

$$v_q = \sqrt{\frac{4d_n \left[(\rho_{su} - \rho_n) g + \rho_n \frac{v_1^2}{R} \right]}{3\varphi \rho_{su}}}. \quad (6)$$

Sonuncu düsturdan da görünür ki, v_1 sürəti ilə üzü yuxarı çənə daxil olan neft asılqanı daha tez səthə qalxır və neft təbəqəsi əmələ gətirir. Su üzünə yığılmış neft təbəqəsi çənin yuxarısında olan çıxış borusu ilə drenaj tutumuna axıdılır.

Qumayırıcısında qum-gil qarışığı və lay suyu yığım çənində neft asılqanlarının qeyd olunan texnologiyalar üzrə ayrılma səmərəliyini qiymətləndirmək üçün laboratoriyada şəffaf sınaq qablarında təcrübi tədqiqatlar aparılmışdır.

Su-qum-gil qarışığı çalxalanaraq şəffaf şlanq vasitəsilə aşağısında kran olan şaquli şəffaf qaba axıdılmışdır. Daxil olan maye qabın yuxarısındakı şlanq vasitəsilə başqa bir şəffaf qaba axıdılır. Birinci halda qaba daxil olan şlanqın ucu qab daxilində üzü aşağı istiqamətlənmişdir. İkinci halda qaba daxil olan şlanqın ucu gövdəyə perpendikulyar yerləşdirilmişdir. Qabın dib hissəsində olan kranı qismən açmaqla qum-gil qarışığı drenaj tutumuna axıdılır. Müşahidələr göstərmişdir ki, qab daxilində şlanqın ucu üzü aşağı olduqda dibə daha tez və çox qum-gil qarışığı çökür.

Lay suyundan qalıq neftin ayrılmasını izləmək üçün şəffaf qaba şəffaf şlanq vasitəsilə su-neft qarışığı axıdılmışdır. Birinci variantda qab daxilində şlanqın ucu yuxarı istiqamətlənmiş, ikinci variantda isə gövdəyə perpendikulyar vəziyyətdədir. Müşahidələr göstərmişdir ki, qab daxilində şlanqın ucu yuxarı yönəldikdə sudan neft hissəcikləri daha tez və yaxşı ayrılaraq su səthinə qalxır.

Qeyd edək ki, lay suyu yığım çənindən su götürərkən onun çəndəki aşağı səviyyəsi giriş borusunun dirsəyinin uc hissəsindən aşağı düşməməlidir.

Nəticə

Neft quyularının yığılmaq-nəql sistemində texnoloji avadanlıqların və nəql kəmərlərinin mexaniki qarışıq çökmələri ilə çirkənlənməsinin, sıxıcı nasoslarda hərəkət edən mexaniki hissələrinin yeyilib sıradan çıxmasının və sızmalar nəticəsində ətraf mühitin neft tullantıları ilə çirkənlənməsinin qarşısını almaq üçün texnoloji tutumların və nəql kəmərlərinin girişlərində qumayırıcılar və onların drenaj çıxışlarında qumtutucular quraşdırılmalıdır.

Lay suyu çənlərində qalıq neft asılqanlarının ayrılması üçün giriş borusu dibdən 1–1.5 m yuxarıda quraşdırılmalı və çən daxilində borunun ucunda üzü yuxarı dirsək olmalıdır.

Ədəbiyyat siyahısı

1. *Suleymanov A.B., Kuliyeв P.P. и др. Эксплуатация морских нефтегазовых месторождений.* – М.: Недра, 1986, 285 с.
2. *Лутощкин Г.С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды.* – М.: Недра, 1977, 192 с.
3. *В.К. Манжосов, О.Д. Новикова, А.А. Новиков. Теоретическая механика. Часть II. Динамика. Аналитическая механика.* – Ульяновск: УлГТУ, 2011, 194 с.
4. *Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Шелкунов В.А. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии.* – М.: Недра, 2000, 677 с.
5. *Бабенко А.П., Стрелец И.В. Гидравлическая крупность – основная характеристика при расчете отстойников // Интернет-журнал “Строительство уникальных зданий и сооружений”,* 2013, № 6 (11).
6. *Назаров В.Д., Назаров М.В., Гузаиров И.Ш., Иванов М.Е., Латыпов И.Ф., Сабитов С.З. Подготовка подтоварных вод для использования в системе ППД низкопроницаемых коллекторов нефти // Сетевое издание “Нефтегазовое дело”,* 2017, № 6, с. 35-56. <http://ogbus.ru>.
7. *OСТ 39-225-88. Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству.*

References

1. *Suleymanov A.B., Kuliyeв R.P. i dr. Expluatatsiya morskikh neftegazovykh mestorozhdeniy.* – М.: Nedra, 1986, 285 s.
2. *Lutoshkin G.S. Sbor i podgotovka nefti, gaza i vody.* – М.: Nedra, 1977, 192 s.
3. *Manzhosov V.K., Novikova O.D., Novikov A.A. Teoreticheskaya mekhanika. Chast' II. Dinamika. Analiticheskaya mekhanika.* – Ulyanovsk: UIGTU, 2011, 194 s.
4. *Skoblo A.I., Molokanov Yu.K., Vladimirov A.I., Shchelkunov V.A. Protsessy i apparaty nefegazopererabotki i neftekhimii.* – М.: Nedra, 2000, 677 s.
5. *Babenko A.P., Strelets I.V. Gidravlicheskaya krupnost' – osnovnaya kharakteristika pri raschyote otstoynikov // Internet-zhurnal “Stroitel' stvo unikal' nykh zdaniy i sooruzheniy”,* 2013, No 6 (11).
6. *Nazarov V.D., Nazarov M.V., Guzairov I.Sh., Ivanov N.E., Lapytov I.F., Sabitov S.Z. Podgotovka podtovarnykh vod dlya ispol' zovaniya v sisteme PPD nizkopronitsaemykh kollektorov nefti // Setevoe izdanie “Neftegazovoe delo”,* 2017, No 6, s. 35-56. <http://ogbus.ru>.
7. *OСТ 39-225-88. Voda dlya zavodneniya plastov. Trebovaniya k kachestvu.*