

UOT 622.276.53

## Dəniz şəraitində neft-qaz-mədən hidrotexniki qurğuların tikintisində və əsaslı təmiri zamanı yeni monolit dəmir-beton düyünlərin işlənməsi və tətbiqinə dair

Y.F. Müslümov

"Neftqazelmütədqiqatlayihə" İnstitutu

**Açar sözlər:** monolit dəmir-beton düyün, anker, dayaq svayı, risk, dəniz estakadaları, estakadayanı meydança.

DOI.10.37474/0365-8554/2022-12-30-34

e-mail: ymuslimov@mail.ru

О разработке и применении новых монолитных железобетонных узлов при строительстве и капитальном ремонте морских нефтегазовых гидротехнических сооружений

Ю.Ф. Муслимов  
НИПИнефтегаз

**Ключевые слова:** монолитное железобетонное соединение, анкер, опорная свая, риск, морские эстакады, приэстакадная площадка.

Статья посвящена разработке и применению нового способа, обеспечивающего более надежное соединение металлических опорных свай с верхними строениями морских гидротехнических сооружений, эксплуатируемых в Каспийском море. С этой целью, разрабатываются и применяются новые монолитные железобетонные узлы, обеспечивающие более надежное соединение особенно в местах соединения опорных свай и опорных ригелей морских эстакад и приэстакадных площадок (во внутреннем пространстве ригельной конструкции), с учетом конструктивных особенностей этих сооружений.

Применение этих монолитных железобетонных узлов в гидротехнических сооружениях, эксплуатируемых в морских условиях, имеет особое значение с точки зрения увеличения срока их службы после капитального ремонта до 30 лет, обеспечения их надежности и минимизации возможных рисков в процессе эксплуатации.

В то же время в статье отражены фрагменты объектов особого государственного значения, где применяются разработанные монолитные железобетонные узлы, и приводятся соображения о роли этих узлов в обеспечении прочности, устойчивости и надежности этих сооружений.

On the development and employment of new monolite iron-concrete units in construction and turnaround of offshore oil-gas hydrotechnical facilities

Yu. P. Muslumov  
"Oil-Gas Scientific Research Project" Institute

**Keywords:** monolite iron-concrete joint, anchor, consolidation pile, risk, offshore pier, pier area.

The paper deals with the development and employment of a new method providing more reliable joint of metallic consolidation piles with upper constructions of offshore hydrotechnical facilities operated in the Caspian Sea. With this purpose, new monolite iron-concrete units providing more reliable joint, particularly in the points of joints of consolidation piles and supporting collars of offshore piers and pier areas (in the inner space of collar structure) considering design features of mentioned facilities are developed and applied.

The employment of these monolite iron-concrete units in hydrotechnical facilities operated in the offshore conditions has a great significance in the context of the extension of their service life after the turnaround up to thirty years, the assurance of their reliability and minimization of possible risks in the operation process.

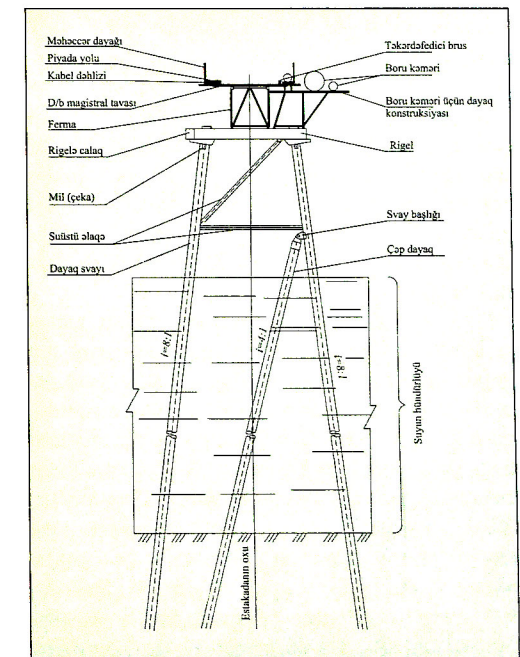
Nevertheless, the paper presents the fragments of the objects of the special state significance where developed monolite iron-concrete units are applied, and the arguments on the role of these units in the assurance of durability, hardness and reliability of these facilities provided as well.

Zəngin karbohidrogen yataqlarına malik olan Azərbaycan Respublikasının şelfində istər məlum neft-qaz yataqlarının mənimlənməsində, istərsə də yeni karbohidrogen yataqlarının kəşf olunması işlərinin aparılmasında dəniz neft-qaz-mədən hidrotexniki qurğularının rolu əvəzədlməzdir. Bu qurğular əsas etibarilə stasionar dəniz platformaları, estakadalar, estakadayanı meydançalar, dambalar, üzən qazma qurğuları, sualtı boru kəmərlərindən və s. ibarətdir. 1948-ci ildən başlayaraq, bu günə kimi Azərbaycan şelfinin 34 m dərinliyə qədər akvatoriyasındakı Gürgən-dəniz, Pirallahı adası, Neft Daşları, Darvin küpəsi, Qum dəniz, Çilov adası, Palçıq Pilpələsi və s. kimi neft yataqlarının işlənməsi unikal dəniz neft-qaz-mədən hidrotexniki qurğuları hesab edilən estakada və neft-mədən avadanlığının yerləşdirilməsi üçün nəzərdə tutulmuş xüsusi estakadayanı meydançalar vasitəsilə həyata keçirilir [1]. Belə ki, Xəzər dənizinin adı çəkilən akvatoriyalarında 1948-ci ildən bu günə kimi 214 km-ə qədər estakada (bundan ≈200 km-i konstruktiv olaraq metaldan, 14 km-i isə dəmir-betondan) və 500-ə yaxın (6-sı dəmir-beton konstruksiyalardan olmaqla) estakadayanı meydança indiki "Neftqazelmütədqiqatlayihə" İnstitutu tərəfindən layihələndirilmiş və müxtəlif tikinti təşkilatları tərəfindən tikilmişdir. Estakada və estakadayanı meydançalar eyni zamanda neftin, qazın çıxarılması, saxlanması və nəql edilməsində müstəsna əhəmiyyətə malik dəniz neft-qaz-mədən hidrotexniki qurğularıdır. Hazırda bu qurğuların 65 %-dən çoxu istismar olunur [2].

Bu gün SOCAR infrastrukturunda istismar olunan estakada və estakadayanı meydançaların konstruktiv olaraq əsas yükdaşıyan elementləri metaldan işlənilmişdir. Bu qurğuların əsaslı tikintisinin layihə-smeta sənədlərində, onların təyinatından asılı olaraq istismar müddəti dayaq elementləri qara metaldan olan qurğular üçün 17–20 il, dayaq elementləri sinklənməmiş borulardan olan qurğular üçün isə 20–25 il qəbul olunmuşdur. Lakin sözü gedən qurğuların ilk əsaslı təmirindən sonrakı istismar müddəti 15 il göstərilir [3]. Estakadaların geniş yayılmış ənənəvi metodla əsaslı təmiri üçün tələb olunan metal sərfini onların əsaslı tikintisinə sərf olunan metalın həcmi ilə müqayisə etdikdə görürük ki, məsələn, dənizin 10 m dərinliyində 100 pm estakadanın əsaslı tikintisi üçün orta hesabla 175 t, əsaslı təmiri üçün isə, orta hesabla 135 t metal sərf olunur. Məlumdur ki, əsaslı təmir və yenidənqurma layihələrində texniki-texnoloji həllin optimallığı birbaşa neft-qaz yataqlarının mənimlənməsində zəruri olan texnoloji proseslərin

(qazma, hasilat, yığım, saxlama, nəql və s.) həyata keçirilməsi üçün nəzərdə tutulmuş əsaslı təmir və yenidənqurma obyektlərinin qiyməti ilə bağlıdır. Ona görə estakada və estakadayanı meydançaların daha uzunmüddətli istismarını və etibarlılığını təmin edən əsaslı təmir və yenidənqurma layihələrində korroziyaya davamlı və iqtisadi səmərəli materiallardan istifadə etməklə optimal və etibarlı variantın seçilməsi layihəçilərdən bu məsələyə daha ciddi yanaşma tələb edir.

Hazırda istismarda olan və dəniz şəraitində yeni tikintisi planlaşdırılan estakada və estakadayanı meydançalar bir-birinə bənzər unifikasiyalaşdırılmış konstruktiv sxemə malikdir [4]. Ümumilikdə baxıldıqda konstruktiv sxem aşağıdakı kimidir: dənizdibi süxurlara bərkidilmiş metal borulardan olan maili və şaquli dayaq svayları başlardan eninə və uzununa horizontal dayaq rigelləri ilə birləşir. Dayaq rigelləri üzərinə isə yığma dəmir – beton tavalar düzülməklə istehsalat sahələri və gediş yolları yaradılır (şəkil 1). Dayaq svaylarının rigellərlə birləşməsi metal vərəqlərdən və bucaqlıqlardan işlənməmiş xüsusi "Mil" yaxud da "Oturacaq" adlanan konstruksiyalar hesabına təmin edilir. Bu millər və oturacaqlar estakada və meydançalar üzərinə düşən bütün statik və dinamik yükləri dayaq svaylarına ötürməklə konstruksiyada əsas elementlərdən biri sayılır.



Şəkil 1. Estakada konstruksiyasının en kəsiyinin sxemi

Lakin rigelin altından dayaq svayının divarlarını diametral kəsərək keçən bu millər istismar müddəti ərzində dayaq svaylarının daxili boşluqdan yeni dəmir-beton, yaxud da metal ankerlərlə gücləndirilməsi zamanı ağır kran gəmilərinin cəlb edilməsi məcburiyyəti ilə külli miqdarda əlavə xərclərin əmələ gəlməsinə və bir sıra riskli texniki çətinliklərin yaranmasına səbəb olur. Bununla yanaşı, sözü gedən metal millərin və oturacaqların açıq dəniz şəraitində ikitərəfli korroziyaya məruz qalması onların istismar müddətinin kəskin azalmasına və ümumilikdə qurğunun etibarlığının istismar müddəti ərzində təmin olunmasında kritik həddə risklərin yaranması ehtimalını da artırır.

Məlumdur ki, dəniz neft-qaz-mədən hidrotexniki qurğularının estakada və estakadayanı meydançaların konstruksiyasında yüklənmə və yükötürmə xüsusiyyətinə görə ən kritik nöqtələrdən biri üst tikililərdə dayaq svaylarının birləşmə düyünüdür. Bu düyünün istismar müddətində ilkin möhkəmlik və dayanıqlıq parametrlərinin ətraf mühit və digər mexaniki amillərdən zəifləməsi bütövlükdə qurğunun etibarlığını aşağı salır və normal istismarı üçün kritik dərəcəli risklər yaradır.

Hazırda və gələcəkdə yeni tikintisi və əsaslı təmiri planlaşdırılan bu qurğuların istismar müddətində etibarlığının tam təmin edilməsi və ehtimal olunan risklərin minimuma endirilməsi məqsədilə müəllif tərəfindən üst tikililərlə dayaq svaylarının birləşmə yerlərində daha etibarlı birləşmə düyününün yaradılması üçün yeni metodika işlənmişdir. Bu metodikaya əsasən qurğuların konstruktiv quruluşu nəzərə alınmaqla üst tikililərlə dayaq svaylarının birləşmə yerlərində monolit dəmir – beton düyünlər yaradılaraq qurğunun istismar müddəti ərzində əsas və anker svayın üst tikililərlə birgə işləməsinə və birləşmə düyününün korroziyaya qarşı davamlılığını tam təmin edən yeni konstruktiv həll variantı işlənmişdir.

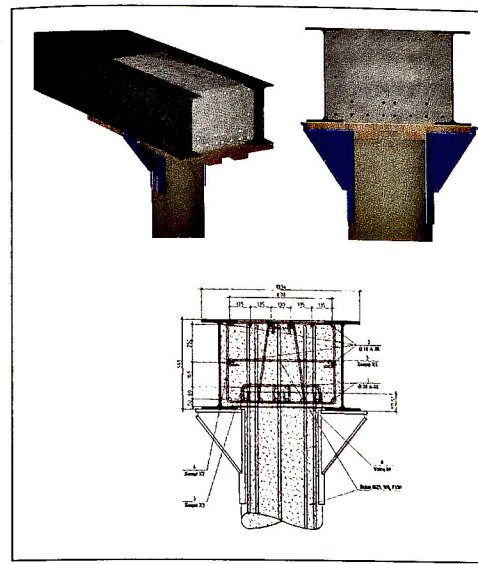
İndiyə qədər qurğuların əsaslı təmiri zamanı mövcud dayaq svaylarının gücləndirilməsi bir qayda olaraq onların daxili boşluğundan yeni dəmir – beton, yaxud da metal svayın yaradılması ilə yerinə yetirilirdi [5]. Lakin gücləndirilmiş dayaq sisteminin qurğunun üst tikililəri ilə etibarlı birləşməsi və birgə işləməsinə təmin edən, 1950-ci illərdə işlənmiş, metal konstruksiyadan olan köhnə “mil-oturacaq” sistemi olduğu kimi saxlanılmışdır. Bu “mil-oturacaq” sistemli düyün konstruksiyaları 16–20 mm qalınlıqda metal vərəqlərdən işləndiyinə və döşəməaltı kəskin aqressiv mühitdə yerləşdiyinə görə istismar müddətinin ilk 15 ilində qalıq ehtiyatların 30 %-i həcmində

korroziyaya məruz qalaraq zəifləyir və qurğunun normal istismarı üçün kritik dərəcəli risklərin yaranması ehtimalını artırır. Bir qayda olaraq dəniz şəraitində istismar olunan qurğuların metal konstruksiyalarının qalıq ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi, onların istismar olunduqları müddət ərzində təyinedici və deqradasiya parametrlərinin inkişafının analizlərinin nəticələri əsasında aparılır. Təyinedici parametrlər konstruksiyanın təsadüfi yüklənmə prosesləri ilə xarakterizə olunur. Deqradasiya dedikdə isə, konstruksiyanın fiziki və gərgin-deformasiya vəziyyətini xarakterizə edən parametrlərin, onun istismar olunduğu müddət ərzində tədricən pisləşməsi prosesi başa düşülür. Qalıq ehtiyatının təsadüfi kəmiyyət olduğunu nəzərə alaraq, onun proqnozlaşdırılması hazırda dünyanın bir çox elm mərkəzlərində imitasiyalı statistik modelləşdirmə əsasında aparılır. Bu metodla qalıq ehtiyatların təyin edilməsinin nəticələri ehtimal nəzəriyyəsinin qanunlarına əsaslanır və çox vaxt ümumiləşdirilmiş qiymətləndirmə ilə nəticələnir. Lakin istismar olunan metal konstruksiyaların qalıq ehtiyatlarının qiymətləndirilməsinin daha sadə və daha dəqiq yolu riyazi reqressiv model metodu hesab olunur [6].

Reqressiv riyazi model əsasında hazırda Xəzərin Azərbaycan sektorunda istismar olunan dəniz neft-mədən hidrotexniki qurğularının qalıq ehtiyatlarının dəqiq hesabının aparılması ilə onların uzunmüddətli və daha səmərəli istismarına nail olmaq olar. Belə ki, qalıq ehtiyatların hesablanması üçün reqressiv model prinsipi bütün dəniz infrastrukturunu üzrə qurğuların cari və əsaslı təmirinin əvvəlcədən dəqiq proqnozlaşdırılmasında və etibarlı istismarında əhəmiyyətli rol oynaya bilər.

Qurğuların yuxarıda bəhs edilən nahiyələrindəki birləşmə yerlərində ilkin olaraq riyazi reqressiv model metodu əsasında metal konstruksiyaların qalıq ehtiyatlarının qiymətləndirilməsindən sonra, qiymətlərin son nəticələrinə uyğun olaraq elə konstruktiv həll variantı seçilməlidir ki, bu daha uzunmüddətli, korroziyaya davamlı və etibarlı bağlantı yaratmaq üçün konstruksiyanın daha uzunmüddətli istismar edilməsi baxımından ən optimal həll yolu olsun. Təklif edilmiş monolit dəmir-beton düyünlər mümkün ola bilən variantlardan həm iqtisadi səmərəlilik nöqtəyini nəzərdən, həm də texniki cəhətdən icra olunması baxımından ən optimal variant hesab edilir.

Monolit dəmir-beton düyünlərin işlənməsində qurğunun konstruktiv quruluşunun nəzərə alınması dedikdə o başa düşülür ki, bütün estakada və estakadayanı meydançaların dayaq rigel sistemi



Şəkil 2. Estakadayanı meydançanın kənar svayının rigellə birləşmə yerində yaradılan monolit dəmir-beton düyününün fraqmentlər

dayaq svaylarının diametrindən asılı olaraq bir birdən optimal məsafədə yerləşən iki ədəd ikitavr tirdən ibarətdir (şəkil 2). Dayaq svayının başı bu tirlərin arasından keçərək rigelin üst rəfindən yuxarı uzanır və rigelin hər iki (alt və üst) rəfinə qaynaqla bərkidilir. Dayaq svaylarının dəmir-beton ankerlə gücləndirilməsi zamanı anker svayın rigellə hec bir əlaqəsi yaranmır və dayaq oturacaq sistemi korroziyaya uğradıqca ağır yük altında olan üst tikililərin çökmə riski artır. Dayaq rigellərinin paralel tirlərdən təşkil olunması əslində bu rigellərin daxili boşluğunun betonlanması üçün eyni zamanda əlverişli, təbii qəlib rolunu oynayır. Rigelin bu xüsusiyyəti monolit dəmir beton düyünlərin işlənməsi və tətbiq olunmasında əsas rol oynamışdır. Beləliklə, monolit dəmir-beton düyünlərin yaradılması mövcud birləşmə yerlərində aşağıda göstərilmiş qaydada dəyişikliklərin aparılması ilə yaradılır. Mövcud dayaq svayının başı şəkil 2-də göstəriləni kimi rigelin alt rəfindən 10 sm hündürlükdə kəsilərək çıxarılır. Mövcud svayın daxilində quraşdırılan dəmir-beton anker svayın armatur qəfəsi elə yerləşdirilir ki, qəfəsin baş səviyyəsi rigelin üstü ilə eyni səviyyədə qalır. Sonra rigelin svay sistemi ilə birləşmə düyünü əlavə olaraq rigelin daxili boşluğuna uyğun armaturları və betonlanır. Bu işlərin yerinə yetirilməsi zamanı hec bir ağır maşın – mexanizmlərin tətbiqinə zərurət yaranmaması da düyünlərin əlavə üstünlüyünü bir daha sübut edir. Şəkil 2-də nümunə üçün

estakadayanı meydançanın kənar svayı ilə rigelin birləşmə yerində monolit dəmir-beton düyününün yaradılmasından fraqmentlər və sxem göstərilmişdir.



Şəkil 3. Neft Daşları yatağında helikopter meydançasının yenidən qurulması layihəsində monolit dəmir-beton düyünlərin tətbiqinə dair fraqmentlər



Şəkil 4. Neft Daşları yatağında Yeni QTIES meydançasının tikintisi layihəsində monolit dəmir-beton düyünlərin tətbiqinə dair fraqmentlər

Təklif edilmiş monolit dəmir-beton düyünlər SOCAR infrastrukturuna aid olan, müəllifin layihənin baş mühəndisi olduğu Neft Daşları yatağında yerləşən strateji dövlət əhəmiyyətinə malik, qoyulmuş gücü 48 MVt olan yeni Qaz Turbinli Elektrik Stansiyasının tikintisi layihəsində, Neft Daşlarında yerləşən Helikopter meydançasının yenidən qurulması layihəsində və bir sıra digər layihələrdə uğurla tətbiq edilmiş və külli miqdarda iqtisadi səmərə əldə edilmişdir (şəkil 3, 4).

## Ədəbiyyat siyahısı

1. *Вяхирев Р.И., Никитин Б.А., Мирзоев Д.А.* Обустройство и освоение морских нефтегазовых месторождений. – М.: Академия горных наук, 1999.
2. *Сборник научных трудов "Морские нефтегазопромысловые сооружения"*. – Рига: ВНИИморгео, 1989, 141 с.
3. *MS1669347-13-2009* Xəzər dənizində neft-qaz-mədən hidrotexniki qurğularının istismarı.
4. *Носков Б.Д., Правдивец Ю.П.* Гидросооружения водных путей, портов и континентального шельфа, ч. III. Сооружения континентального шельфа. – М.: Изд-во АСВ, 2009.
5. *РД 31.35.13-90* "Указания по ремонту гидротехнических сооружений на морском транспорте".
6. *Манаров А.З., Майстренко И.Ю.* Расчет остаточного ресурса стальной конструкции с использованием регрессионных математических моделей // Известия КГАСУ, 2006, № 2(6).

## References

1. *Vyakhirov R.I., Nikitin B.A., Mirzoyev D.A.* Obustroystvo i osvoyeniye morskikh neftegazovykh mestorozhdeniy. – M.: Akademiya gornyykh nauk, 1999.
2. *Sbornik nauchnykh trudov "Morskie neftegazopromyslovyye sooruzheniya"*. – Riga: VNIImorgeo, 1989, 141 s.
3. *MS1669347-13-2009*. Khezər denizində neft-qaz-mədən hidrotekhniki gurğularının istismarı.
4. *Noskov B.D., Pravdivets Yu.P.* Gidrosooruzheniya vodnykh putey, portov i kontinental'nogo shelfa, ch. III. Sooruzheniya kontinental'nogo shelfa. – M.: Izd-vo ASV, 2009.
5. *RD 31.35.13-90*. "Ukazaniya po remontu gidrotekhnicheskikh sooruzheniy na morskoy transporte".
6. *Manarov A.Z., Maystrenko I.Yu.* Raschyot ostatochnogo resursa stal'noy konstruksii s ispol'zovaniem regresionnykh matematicheskikh modeley // Izvestiya KGASU, 2006, No 2(6).