

UOT 629.5:620.197.5

F.İ. MƏMMƏDOV, A.Y. ŞİRİNOVA

## DƏNİZ ESTAKADALARINDA TƏTBİQ OLUNAN ELEKTROKİMYƏVİ KATOD MÜHAFİZƏSİNİN STANSİYASININ FAYDALI İŞ ƏMSALININ YÜKSƏLDİLMƏSİ MODELİ

*Qoyulan məsələyə əsasən dəniz estakadaları üçün katod stansiyasının avtomatlaşdırılmasını təmin edən təcrübə qiymətləri əsasında katodla anod arasında potensiallar fərqlinin aralarındakı məsafədən asılı olaraq dəyişməsinin qrafik xarakteristikaları alınmışdır. Təklif olunan anodların estakada boyu yerləşdirilmə sxeminin katod stansiyasına tətbiqinə əsasən daha yüksək faydalı iş əmsalının alınması məsələsi riyazi modellə əsaslandırılmışdır.*

**Açar sözlər:** katod mühafizəsi, dəniz estakadası, anod və katod

**1. Giriş.** Neft, qaz və başqa faydalı mədənlərin qazıntılarının həcmi artması dəniz tikililərindən və konstruksiyalarından istifadə olunmasını tələb edir. Dənizdə quraşdırılmış metal konstruksiyaların uzunmüddətli olması onların etibarlı və aqressiv mühitdə istismarından asılıdır [1].

Metal konstruksiyaların işləmə müddətini artırmaq üçün elektrokimyəvi mühafizə üsulu ilə dayaqların korroziyadan mühafizə olunması yerinə yetirilir. Elektrokimyəvi yolla dəniz estakadalarında dayaqların korroziyadan mühafizə olunmasının keyfiyyəti, əsasən, mühafizə potensialının qiyməti ilə müəyyən edilir [2]. Mühafizə potensialı dəniz tikililərini fasiləsiz olaraq sabit cərəyan elektrik enerjisi ilə katod stansiyasından (KS) təmin edir.

Sabit cərəyan enerjisi KS-nin çıxışından mis və ya alüminium naqillərlə konstruksiya yaxınlığında yerləşən anodlara ötürülür. Mühafizə zonasında yerləşən anodlar böyük cərəyan tələb etdiklərinə görə və onların müqaviməti praktiki olaraq, cərəyan daşıyan naqillərin müqavimətindən kiçik olduğuna görə KS-ni və anodları birləşdirən naqillərdə böyük gərginlik düşgüsü yaranır. Estakadanın uzunluğu artdıqca veriliş xəttində güc itkisi artır.

Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya ETİ-nin elmi təcrübə laboratoriyasında aparılmış sınaqlar zamanı məlum olmuşdur ki, katodla anod arasında məsafə dəyişdikcə potensiallar fərqi də dəyişir. Eyni zamanda, buna potensial anodun ölçüləri və anodun suda batma hündürlüyü (H, mm) təsir edir. KS-nin əsas vəzifəsi katodla anod arasında məsafə dəyişdikcə potensiallar fərqlini tənzimləməkdən ibarətdir. Bununla əlaqədar olaraq, elektrokimyəvi üsulla katod mühafizəsi prosesinin stansiya çərçivəsində avtomatlaşdırılması elmi cəhətdən aktual məsələdir.

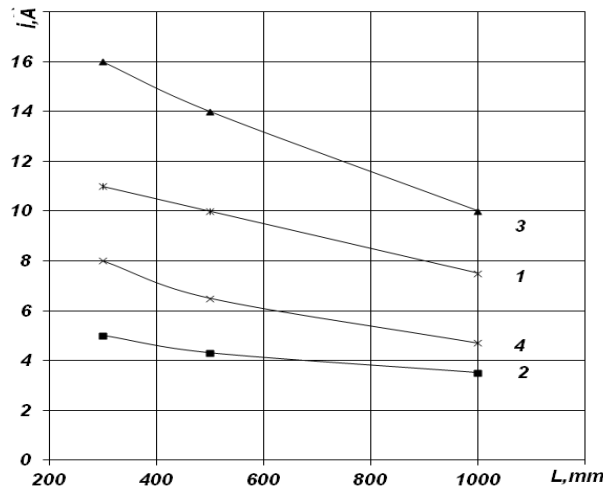
**2. Məsələnin qoyuluşu.** Katodla anod arasında potensiallar fərqlinin onların aralarındakı məsafədən asılılığının tədqiqi, təcrübə qiymətlərinin sistemləşdirilməsi və katod mühafizəsi stansiyasının faydalı iş əmsalının yüksəldilməsi modelinin işlənməsindən ibarətdir. Tədqiqat məsələsi kimi qoyulan katodla anod arasında potensiallar fərqlinin aralarındakı məsafədən asılı olaraq, dəyişməsinin təcrübə qiymətlərinin sistemləşdirilməsi üçün cədvəl tərtib edilmişdir (Cədvəl 2.1). Təcrübə sınaqları zamanı dəniz suyunun codluğu pH=8,4 qəbul olunmuşdur.

**Cədvəl 2.1**

| № | Anodun uzunluğu (L), mm | U, V | I, A | Anodun hündürlüyü (H), mm |
|---|-------------------------|------|------|---------------------------|
| 1 | 300                     | 10   | 6    | 50                        |
| 2 | 500                     | 10   | 4    | 50                        |
| 3 | 1000                    | 10   | 3.5  | 50                        |

Katod mühafizə qurğusunda nəzərdə tutulur ki, çıxış gərginliyi 6; 12 və 24 V olan və cərəyanı 400 A gücü isə 5 kVt olan düzləndiricidən istifadə edilsin.

KS-nin düzləndiricisinin tipinin seçilməsi tələb olunan cərəyana və gərginliyə görə aparılır. Metal konstruksiyaların korroziyadan mühafizəsi üçün elektrokimyəvi üsulda vahid və qrup anodlardan istifadə olunur. Bu halda anoda su altında emitterdə estakadanın uzunluğu boyu torpağın üzərinə 10 və ya 100 m mühafizə olunan zonadan aralı yerləşdirilir. Həmin anodlar estakadanın sağında və solunda yerləşdirilə bilər. Bütün mühafizə olunan elementlər öz aralarında en kəsiyi  $3 \cdot 10^{-4} m^2$  olan polad şinlərlə əlaqələndirilir, KS metal konstruksiyası ilə kabel xətti vasitəsilə birləşdirilir və özü də bir neçə elementə və ya ümumi şinə birləşdirilir. Hər bir anodun metal konstruksiyadan olan məsafəsi 10 m-dən az olmalıdır. Anodlar və anod paketləri arasında olan məsafə onların effektiv təsir formasında asılılıq şərti ilə təyin edilir [3, s.24-27]. Katodla anod arasında potensial fərqi aralarındakı məsafədən asılı olaraq dəyişməsinin təcrübə qiymətlərinə əsasən qrafiki xarakteristikalar qurulmuşdur (Şək. 2.1).



Şəkil 2.1 Dənizdə su ilə təmaslı qurğular üçün vahid anodların katodla olan məsafədən potensialın asılılığı qrafiki

**3. Katod mühafizəsi stansiyasının faydalı iş əmsalının yüksəldilməsi modeli.** KS-nin işçi cərəyanı artdıqca KS-nin çıxışına qoşulan anodların miqdarı azalır (Şək. 3.1). Məsələn, KS-nin çıxış cərəyanı 100A olarsa, onda KS-yə qoşulan anodların sayı 4-ə bərabər alınır. KS-nin əsas parametrlərinin elektrod potensialı mühafizə olunan səthin cərəyan sıxlığıdır. Elektrokimyəvi mühafizənin tipi texniki və iqtisadi nöqtəyi- nəzərdən seçilir.

Mövcud elektrokimyəvi mühafizənin KS aşağı f.i.ə. (0.5-0.75) malikdir. Ədəbiyyat mənbələrində nəzərdə tutulur ki, KS və düzləndirici qurğuların çıxış gərginliyi 6; 12 və 24 V cərəyanı 400 A olan KS buraxılır və bunlara qoşulmuş anodların miqdarı verilən cərəyan şiddətinə görə təyin edilir.

Qəbul edək ki, KS-nin hər bir anoda verdiyi işçi cərəyan 12.5 A -dir, onda stansiyanın çıxışına qoşulan anodların sayı 32-yə bərabərdir. Alınmış anodların sayını hər iki tərəfə bərabər bölüşdürmüş olsaq, onda anodların yerləşdirmə sxemi şəkil 3.2-dəki kimi olur. Burada, KS-ya qoşulan anodların estekada boyu yerləşən sxem şəkil 2-dəki kimi yerləşdirilir və bu sxem üzrə anodlararası məsafə (10÷100) m aralığında götürülür. Qəbul edək ki, KS-nin çıxışına qoşulan anodların sayı 32-dir və şəkil 3.2-də göstəriləndiyi kimi bir-birindən 20 m məsafədə yerləşdirilir. Anodlar mühafizə zonasının hər iki tərəfində yerləşdiyi üçün və anodların bir-birindən 20 m məsafədə yerləşdiyini nəzərə alsaq, ümumi birləşdirici naqillərin müqaviməti [4]:

$$R = \rho \frac{l}{S_1} \cdot 16 \quad (3.1)$$

kimi yazılır. Burada  $\rho$  – naqilin xüsusi müqaviməti;  $l \cdot 16$  anodlar arası naqillərin uzunluqları cəmi,

$S_1$  – naqillərin en kəsiyinin sahəsidir.

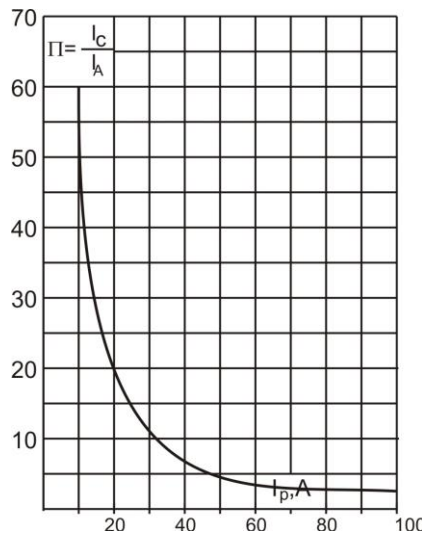
Naqillərin materialından asılı olaraq, onların en kəsiyinin sahəsi məlumat kitablarından götürülür.

Əgər düzləndirilmiş gərginlik KS-nın çıxışında 48 V və cərəyan şiddəti 400 A olarsa, onda stansiyanın yük müqaviməti

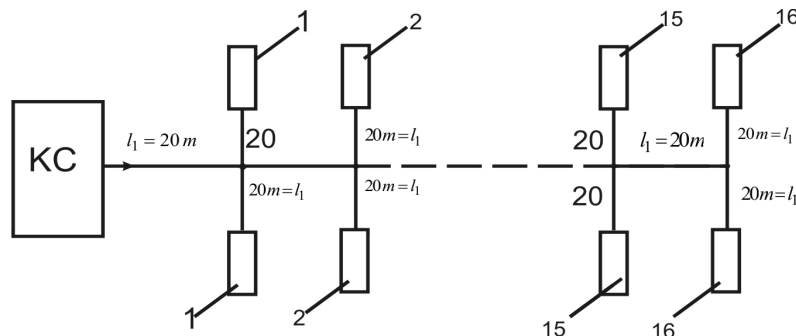
$$R_y = \frac{48}{400} = 0,12 \text{ Om}$$

alınır. Nümunə olaraq, birləşdirici naqillərin materialı mis götürülmüş və dəniz suyunda yerləşdirilmiş anodların öz aralarında sadə sxemlə birləşməsi variantına baxılmışdır.

Yuxarıda hər birinin cərəyanı 12,5A olan anodlar estakada boyu hər iki tərəfdə yerləşir. Bu hesabla estakada boyu anodlar şəkil 3.2-də göstərilən sxemlə ümumi kabelə qoşulur.



Şəkil 3.1. Katod stansiyanının işçi cərəyanına görə anodların miqdarının təyin olunması



Şəkil 3.2. Anodların estakada boyu yerləşdirilmə sxemi

Qəbul edək ki, anodlar magistral kabelə 20 m aralıq məsafələrdə birləşdirilir və ya anodların həmin xəttən olan məsafəsi 20 m götürülür. Bu halda hər 10 m-ə uyğun gələn müqavimət

$$R = \rho \frac{l_2}{S_2} 16 \quad (3.2)$$

ifadəsi ilə təyin edilir və mis naqıl üçün bu müqavimətin qiyməti məlumat kitabından  $S_2$  -yə uyğun təyin edilir ( $\rho = 1,75 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot \text{m}$ ;  $l_2 = 10 \text{ m}$ ,  $S_2 = 7 \text{ mm}^2$ ,  $\delta = 0,08$ ). Onda

$$R = 0,0175 \frac{10 \cdot \delta}{7}$$

olur. Şəkil 3.2-də göstərilən sonuncu cərəyan budaqlanmasında olan iki anodun kabelinin sonundan olan məsafə 20 m və onların kabelidən ayırdığı polada olan məsafə 20 m qəbul edilir. Kabelin

sonundakı iki anod öz aralarında paralel birləşdiyi üçün onların 20 m-ə uyğun gələn ekvivalent müqaviməti aşağıdakı kimi hesablanır (burada  $R$  hər 10 m-ə uyğun gələn müqavimətdir):

$$R_{u.m} = 2R + \frac{2R \cdot 2R}{2R + 2R} = 2 \cdot 0,0024 + \frac{4 \cdot 0,0024 \cdot 0,0024}{2(0,0024 + 0,0024)} = 0,0072 \text{ Om}$$

olur. Bu müqavimətdən axan cərəyanın yaratdığı güc tam güc hesab olunur və bu gücün bir hissəsi birləşdirici naqillərdə sərf olunan itkiyə, bir hissəsi isə faydalı güc olub anodla dəniz tikliləri arasında yaranan elektrokimyəvi prosesin yaranması üçün sərf olunur. Birləşdirici naqillərdə yaranan güc itkilərini təyin etmək üçün (3.2) tənliyindən istifadə olunur.

Şəkil 3.2-dən görünür ki, birləşdirici naqillərin köməyi ilə anodlar arasında müntəzəm olaraq paylanır. Naqillər tikintilərdə, həm onların uzunluğu boyu, həm də, onun uzunluğuna perpendikulyar istiqamətdə yerləşdirilir. Uzununa olan hissələrin birinin uzunluğu  $l_1$ , perpendikulyar hissələrindəki uzunluğu  $l_2$  adlandıraraq  $l_1$  uzunluğuna uyğun olan müqaviməti

$$R = \frac{\rho l_1}{S_1} \quad (3.3)$$

ifadəsi ilə təyin edilir.  $l_1$  uzunluqlarının sayı 16 olduğuna görə (3.5) ifadəsi 16-ya vurulur və

$$R = \frac{\rho l_1}{S_1} 16 \quad (3.4)$$

olur. Anoloji olaraq,  $l_2$  uzunluğuna uyğun gələn müqavimət anod müqavimətinə uyğun ardıcıl nəzərdə turulur. Buna görə də budaqlanma qolunun müqaviməti iki müqavimətin paralel birləşməsindən alınır. Bu müqavimət (3.4) ifadəsinə oxşar olaraq aşağıdakı kimi yazılır.

$$R_{l_2} = \frac{\rho l_2}{S_2} 8 + 8R\alpha \quad (3.5)$$

Beləliklə, ümumi güc itkisi  $S_1 = S_2 = S$  halı üçün

$$P_{itg} = J_{ka}^2 \frac{\rho(2l_1+l_2)}{S} 8 \quad (3.6)$$

olur. (3.5 və 3.6) ifadələrini nəzərə alaraq sistemin f.i.ə. təyin olunur:

$$\eta = \left[ 1 - \frac{J_{ka} \rho(2l_1+l_2) 8}{S \cdot U} \right] \cdot 100\% \quad (3.7)$$

kimi ifadə olunur.

Əgər (3.7) ifadəsini daxil olan  $S$ -i naqıl materialı üçün buraxıla bilən cərəyan sıxlığı ilə ifadə etmiş olsaq,

$$\eta = \left[ 1 - \frac{\rho(2l_1+l_2) \delta \cdot 8}{U} \right] \cdot 100\% \quad (3.8)$$

olduğunu alarıq. Burada  $\delta$  – buraxıla bilən cərəyan sıxlığıdır.

Xüsusi halda naqılın materialını mis qəbul etsək, (3.8) ifadəsində olan  $\rho$ ,  $\rho_{1m}$ -lə və  $\delta$ ,  $\delta_m$ -lə əvəz olunur. Əgər KC ilə anod sistemini əlaqələndirən naqillərin materialı alüminium olarsa, onda (3.8) ifadəsində  $\rho$  əvəzinə  $\rho_a$  və  $\delta$  əvəzinə  $\delta_A$  yazılır.

Beləliklə, şəkil 3.2-də göstərilən sxem üçün (3.8) düsturu əsasında mis materialdan istifadə olunduqda f.i.ə 30%, alüminium material üçün isə f.i.ə 35 % alınır.

(3.8) ifadəsini şəkil 3.2-də göstərilən KS-nın əvəz sxemində tətbiq etmiş olsaq, f.i.ə-n ifadəsi

$$\eta = \left[ 1 - \frac{\rho(2l_1+l_2) \cdot \delta \cdot 4}{U} \right] \cdot 100\%$$

formada olar. Həmin f.i.ə. KS-nın şəkil 3.2-də verilmiş sxemdən istifadə etmiş olsaq, mis naqıl üçün onun 65%, alüminium üçün isə 67,5% alındığını görürük.

#### **4. Nəticələr.** Məqalədə baxılan məsələlərə əsasən aşağıdakı nəticələr alınmışdır:

1. Katod stansiyasının avtomatlaşdırılmasını təmin edən təcrübə qiymətləri əsasında katodla anod arasında potensiallar fərqi aralarındakı məsafədən asılı olaraq dəyişməsinin qrafik xarakteristikaları alınmışdır.

2. Anodların estakada boyu yerləşdirilmə sxeminin katod stansiyasına tətbiqinə əsasən daha yüksək faydalı iş əmsalının alınmasının riyazi modeli işlənmişdir.

#### Ədəbiyyat

1. Попов А.В. Повышение эффективности работы анодных заземлителей/А.В. Попов//Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: сб. материалов Всеросс. научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. г.Екатеринбург, 13-16 декабря 2011 г.– Екатеринбург: УрФУ, 2011. – С. 189-192.
2. Семенова, И.В. Коррозия и защита от коррозии /И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов; под ред. И.В. Семеновой – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 336 с
3. Şirinova A.Y. Sinxron mühərrikində özünəburaxma ilə əlaqədar mühafizə sistemlərində tərpənmə cərəyanlarının dəyişməsi. “Ekologiya və həyat fəaliyyətinin mühafizəsi”. IV Beynəlxalq konfransının materialları, səh. 24-27, 2014.
4. Ермаков, А.В. Разработка новых перспективных материалов для анодов электрохимической защиты от коррозии/ А.В. Ермаков, М.С. Игумнов, Е.С. Студенок, В.А. Желобецкий, А.В. Попов. // Коррозия территории НЕФТЕГАЗ. – 2012. – №3. – С. 62-65.

**F.I. Mammadov, A.Y. Shirinova**

#### **The model of efficiency increase factor of electrochemical cathode protection stations for offshore platforms**

*Based on the problem to ensure the automation of cathode station in the sea platforms, graphical characteristics have been obtained, using the experimental data of the distances between the potential differences of cathode and anode. The problem of obtaining a higher efficiency of the placement of the anodes on the platform scheme in the cathode station based on the mathematical model has been substantiated.*

**Keywords:** cathodes protection, offshore pier, cathode and anode

УДК 629.5:620.197.5

**Ф.И. Мамедов, А.Я. Ширина**

#### **Модель повышения коэффициента полезного действия электрохимической катодной защитной станции для морских эстакад**

*На основе поставленной задачи по обеспечению автоматизации катодной станции в морских эстакадах, с помощью опытных данных расстояний между разностями потенциалов катода и анода были получены графические характеристики. Была обоснована задача получения более высокого коэффициента полезного действия по размещению анодов по эстакадной схеме в катодной станции на основе математической модели.*

**Ключевые слова:** катодная защита, морская эстакада, катода и анод