

Research of Ship Deck Mechanisms Electric Drives Start by the Help of Soft Starters

Y.R. Abdullayev¹, E.F. Sultanov², E.M. Mammadov²

¹*Azerbaijan State Oil and Industry University (Azadlig pr., 20, Baku, AZ1010, Azerbaijan)*

²*Azerbaijan State Marine Academy (Z.Aliyeva str. 18, Baku, Az1000, Azerbaijan)*

For correspondence:

Sultanov Elshan / e-mail: elshen_sultanov@mail.ru

Abstract

The issues of asynchronous electrical motors starters applied in ship deck mechanisms electric drives by the help of soft starting means were researched and noted the advantages of this method. Including, were indicated the advantages of using the soft starters means in asynchronous electric drives of deck mechanisms in raising of control system reliability and decreasing of electrical energy consumption. Starting into ship deck mechanisms electric drives work is usually performed by engine stators windings from the diagram “star” on the diagram “triangle”. This method of starting is not considered as sufficiently reliable. Besides of this, results of held analysis showed, that at the time of passage the transitional processes in these electric drives the magnitude of stators windings starting currents exceeds par in 5-7 times, but the magnitude of rotating moment on a shaft constitutes 150-200% from the par value. This in its turn, leads the precocious failure of engine mechanical elements and flop of supply network voltage. Considering the above for controlling by asynchronous motor with short-circuited rotor were considered the connectivity issues of the main starter to its stator winding. In view of the, in ships with level of automation AUT 2 control existing systems can't answer to modern requirements and also with the aim of raising the reliability of work and energy-consuming decrease, it was suggested the using of device of the main starters in operating electric drives of deck mechanisms.

Keywords: ship, electric drive, asynchronous motor, soft start device, star-triangle.

DOI: 10.52171/2076-0515_2021_13_03_83_88

For citation:

Abdullayev Y.R., Sultanov E.F., Mammadov E.M.

[Research of Ship Deck Mechanisms Electric Drives Start by the Help of Soft Starters]

Herald of the Azerbaijan Engineering Academy

2021, vol. 13, no. 3, Pp. 83-88 (in Azerbaijani)

Gəmi göyərtə mexanizmlərinin elektrik intiqallarının yumşaq işəburaxıcılar vasitəsilə işə salınmasının tədqiqi

Y.R. Abdullayev¹, E.F. Sultanov², E.M. Məmmədov²

¹Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti (Azadlıq pr., 20, Bakı, AZ1010, Azərbaycan)

²Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası (Z. Əliyeva küç.18, Bakı, AZ1000, Azərbaycan)

Yazışma üçün:

Sultanov Elşən / e-mail: elshen_sultanov@mail.ru

Xülasə

Məqalədə gəmi göyərtə mexanizmlərinin elektrik intiqallarında tətbiq olunan asinxron mühərriklərin yumşaq işə buraxıcılar vasitəsi ilə işə salınması araşdırılmış və onların müsbət cəhətləri qeyd edilmişdir. Həmçinin, məqalədə idarəetmə sistemlərinin etibarlığının yüksəldilməsində və elektrik enerjisinin sərfini azaltmaq məqsədi ilə gəmi göyərtə mexanizmlərinin elektrik intiqallarında tətbiq olunan asinxron mühərriklərin yumşaq işə buraxıcılar vasitəsilə işə salınmasının üstünlüklərindən bəhs olunur. Adətən gəmi göyərtə mexanizmlərinin elektrik intiqallarının işəburaxılması mühərrikin stator sarğılarını "ulduz" sxemindən "üçbucaq" sxemində keçirməklə yerinə yetirilir. Bu işəburaxma üsulu kifayət qədər etibarlı sayılmır. Həmçinin, aparılmış təhlillərdən məlum olmuşdur ki, həmin elektrik intiqallarında keçid prosesi zamanı mühərrikin dolaqlarının işəburaxma cərəyanı nominaldan 5-7 dəfə çox və onun valındakı fırlanma momenti nominal qiymətin 150-200 %-ni təşkil edir. Bu işə buraxılmanın mexaniki hissələrinin vaxtından əvvəl sıradan çıxmasına, qidalandırıcı şəbəkənin gərginlik aşırımına səbəb olur. Bütün bunları nəzərə alaraq, məqalədə qısaqapanmış rotorlu asinxron mühərrikin idarə olunması üçün stator dövrəsinə yumşaq işəburaxıcının (soft-starter) qoşulması nəzərdən keçirilmişdir. AUT2 avtomatlaşdırma dərəcəsi olan gəmilərdə mövcud idarəetmə sistemləri müasir dövrün tələblərinə cavab vermədiyinə görə, idarəetmə sistemlərinin etibarlığını yüksəltmək və elektrik enerjisinin sərfini azaltmaq məqsədilə, gəmi göyərtə mexanizmlərinin elektrik intiqallarının işə salınması zamanı yumşaq işə buraxıcılardan istifadə olunması təklif olunur.

Açar sözlər: gəmi, elektrik intiqalı, asinxron mühərrik, yumşaq işəburaxıcı, ulduz-üçbucaq

DOI: 10.52171/2076-0515_2021_13_03_83_88

УДК: 629.12.066

Исследование пуска электроприводов судовых палубных механизмов с помощью устройств плавного пуска

Я.Р. Абдуллаев¹, Э.Ф. Султанов², Э.М. Мамедов²

¹ Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

(Азадлыг пр., 20, Баку, AZ1010, Азербайджан)

² Азербайджанская государственная морская академия (ул. 3. Алиевой, 18, Баку, AZ1000, Азербайджан)

Для переписки:

Султанов Эльшан / e-mail: elshen_sultanov@mail.ru

Аннотация

Исследованы вопросы пуска асинхронных электродвигателей, применяемых в электроприводах судовых палубных механизмов, с помощью средств плавного пуска и отмечены преимущества данного метода. В том числе указаны достоинства использования средств плавного пуска в асинхронных электроприводах палубных механизмов в повышении надежности работы систем управления и снижения потребления электрической энергии. Пуск в работу электроприводов судовых палубных механизмов обычно выполняется переключением статорных обмоток двигателя со схемы "звезда" на схему "треугольник". Данный метод пуска не считается достаточно надежным. Кроме этого, результаты проведенных анализов показали, что во время протекания переходных процессов в данных электроприводах, величина пусковых токов статорных обмоток превышают номинальные в 5-7 раз, а величина вращающего момента на валу составляет 150-200% номинального. Это в свою очередь, приводит к преждевременному выходу из строя механических элементов двигателя и провалу напряжения питающей сети. Учитывая вышеизложенное, для управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором, рассмотрены вопросы подключения устройства плавного пуска к его статорной обмотке. Ввиду того, что на судах с уровнем автоматизации AUT2 существующие системы управления не отвечают современным требованиям, а также с целью повышения надежности работы и снижения, энергозатрат предложено использование устройства плавного пуска, для пуска в работу электроприводов палубных механизмов.

Ключевые слова: судно, электропривод, асинхронный двигатель, устройство плавного пуска, звезда-треугольник

Giriş

Elektrik intiqalı vasitəsi ilə hərəkətə gətirilən qurğulara misal olaraq (köməkçi sükan qurğusu, yük nasosu, lövbər-yanalma qurğusu, yedək bucurqadı, yükqaldırıcı mexanizmlər və.s.) göstərmək olar. Hal-hazırda istismarda olan gəmilərin bir hissəsində gəmi elektrik intiqallarının işə buraxılması, mühərrikin stator sarğılarının “ulduz” birləşmə sxemindən “üçbucaq” sxeminə keçirməklə yerinə yetirilir. Bu işəburaxma üsulu kifayət qədər etibarlı deyildir [1, 2].

Asinxron mühərriklərin “ulduz”-dan “üçbucaq”-a keçməklə işə buraxma üsulunun mənfi cəhətləri aşağıdakılardır:

1. Mühərrikin “ulduz” sxemindən “üçbucaq” sxeminə keçidi prosesində cərəyan sıçrayışının böyük qiymət alması;
2. Mühərrikin işə buraxma momentinin kiçik olması;
3. “Ulduz-üçbucaq” keçidi zamanı mexaniki zərbələrin yaranması.

Böyük güclü gəmi elektrik intiqallarında tətbiq olunan asinxron mühərriklərin işə buraxılma xassələri mühərrik üçün vacib məsələlərdən biridir. Bu xassələr, əsasən, işəburaxma cərəyanı və momenti ilə xarakterizə olunur. Böyük güclü gəmi elektrik intiqallarında asinxron mühərriklərinin işə salınma xassələri, adətən, onların rotorlarının quruluşundan asılıdır.

Əksər hallarda, az güclü qısa qapalı rotorlu mühərriklərin işə buraxılmasında birbaşa işə buraxma üsulundan istifadə olunur. Mühərrikin bu üsulla işə buraxılması, digər üsullara nəzərən, çox sadədir və qısa müddətdə baş verir. Burada stator sarğıları birbaşa qidalanma şəbəkəsinə qoşulur. Mühərrik öz təbii xarakteristikası üzrə işə buraxılır [1, 2].

Mühərrikin rotorunun tərpnəmzə vəziyyətindən ($S=1$) nominal fırlanma tezliyinin ($S=S_n$) və yaxud yüksüz fırlanma tezliyinə ($S \approx 0$) çatdırılma prosesinə onun işə salınması deyilir.

İşəsalma prosesində mühərrikə aşağıdakı əsas tələblər qoyulur:

1. İşəsalma momenti $M_{i.s}$ mümkün qədər böyük olmalıdır;
2. İşəsalma cərəyanı $I_{i.s}$ mümkün qədər kiçik olmalıdır;
3. İşəsalma sxemi mümkün qədər sadə olmalıdır.

Bundan başqa mühərrikin işəsalma müddəti mümkün qədər kiçik, işəsalma prosesi səlis və qənaətli olmalıdır.

Mühərrik işə buraxılan zaman, rotor qəfəsi kimi yığılmış, kiçik müqavimətli rotor sarğısı, ikinci tərəf sarğısı kiçik müqavimətlə qısa qapanmış, transformator kimi işləyir. Rotorda yaranan cərəyan qidalanma şəbəkəsində ifrat cərəyan yaradır. İşə buraxma cərəyanı nominal cərəyandan təqribən 5-7 dəfə artıq olur. İşə buraxma momentinin orta qiyməti ($M_{i.s}$) isə nominal momentin (M_n) 0,5-1,5 hissəsinə bərabərdir.

Ümumiyyətlə, işəsalma şəbəkənin gücündən asılıdır. Böyük güclü gəmi elektrik intiqallarında tətbiq olunan asinxron mühərriklərində işəsalma cərəyanının azaldılması üçün, bəzi hallarda stator sarğılarına ardıcıl olaraq, induktiv müqavimət (reaktor) qoşurlar [1, 2].

Avtotransformatorla işəsalma üsulu da bu məqsədlə tətbiq edilir. Mühərrikin statoruna verilən gərginlik, avtotransformator vasitəsi ilə tənzim edilərək, azaldılır. Mühərrik işə buraxıldıqdan sonra, gərginlik tədricən artırılaraq nominala çatdırılır. Belə metod, təxminən, 20 kVt-a qədər gücə malik olan, rotoru qısaqapanmış asinxron mühərrikin işə salınmasında istifadə olunur.

Faza-rotorlu asinxron mühərriklərin işə buraxılmasında işəsalma reostatından istifadə edilir. Mühərrik şəbəkəyə qoşulmazdan əvvəl işəburaxma reostatlarının dəstəyi elə vəziyyətə gətirilir ki, rotor dövrəsinin müqaviməti maksimum olsun. Bu vəziyyətdə elektrik mühərriki şəbəkəyə qoşulduqda, rotor dövrəsinin müqaviməti böyük olduğundan, stator dolaqlarından axan cərəyanın da qiyməti nominaldan az olur.

Rotorun sürətini artırmaq üçün, reostatın dəstəyini hərəkət etdirməklə, müqavimətlər

tədricən dövrədən çıxarılır. Mühərrikin sürəti nominala çatdıqdan sonra isə, reostatın müqavimətləri tamamilə dövrədən çıxarılaraq, rotor sarğılarının çıxışlarının qapanması təmin edilir [3, 4].

Bütün bunları nəzərə alaraq, məqalədə gəmi elektrik intiqallarında tətbiq olunan qısaqapanmış rotorlu asinxron mühərrikin idarə olunması üçün, stator dövrəsinə yumşaq işəburaxıcının (soft-starter) qoşulması nəzərdən keçirilmişdir.

Gəmi elektrik intiqallarının mövcud idarəetmə sistemləri müasir dövrün tələblərinə cavab vermədiyinə görə, idarəetmə sistemlərinin etibarlılığını yüksəltmək və elektrik enerjisinin sərfinin azaldılması məqsədilə, istismarda olan gəmilərin elektrik intiqallarının işə buraxılması zamanı yumşaq işəburaxıcılardan istifadə olunması təklif olunur [1, 2].

Məsələnin qoyuluşu

Qısa qapanmış rotorlu asinxron mühərrikin idarə olunması üçün güc elementi kimi stator dövrəsinə yumşaq işəburaxıcının (soft-starter) qoşulmasını nəzərdən keçirək (şəkil 1).

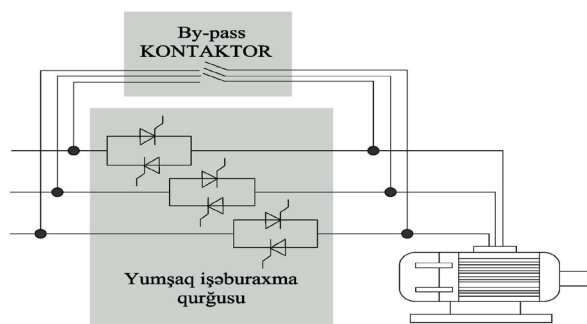
Elektrik intiqallarında keçid prosesi zamanı, mühərrikin dolaqlarından keçən işəburaxma cərəyanı nominaldan, təxmini olaraq, 5-7 dəfə çox və onun valındakı fırlanma momenti nominal qiymətin 150-200%-ni təşkil edir. Bu hadisələr isə mühərrikin mexaniki hissələrinin vaxtından əvvəl sıradan çıxmasına, elektrik şəbəkəsində gərginliyin ifrat enməsinə səbəb olur [3].

Bu məsələni həll etmək üçün, təcrübədə mühərrikin yumşaq işəburaxma avadanlığından istifadə olunur və yük cərəyanının, tədricən artımı təşkil olunur. Bunun üçün yumşaq işəburaxma avadanlıqlarının tətbiq edilməsi ilə aşağıda göstərilən üstünlüklər əldə edilir:

- Mühərrikin dolaqlarının qızmasının azaldılması;
- İşə düşmə zamanı gərginlik itkisinin azaldılması;

- Dayanmanın təmin edilməsi və sonrakı işədüsmə vaxtının təyin edilməsi;
- Nasos qurğularında, borularda təzyiqin və hidro zərbələrin azaldılması;
- Elektomaqnit küylərin azaldılması;
- Mühərrikin kompleks mühafizəsini təşkil etmək;
- Sistemin daimi və etibarlı işinin təşkil edilməsi.

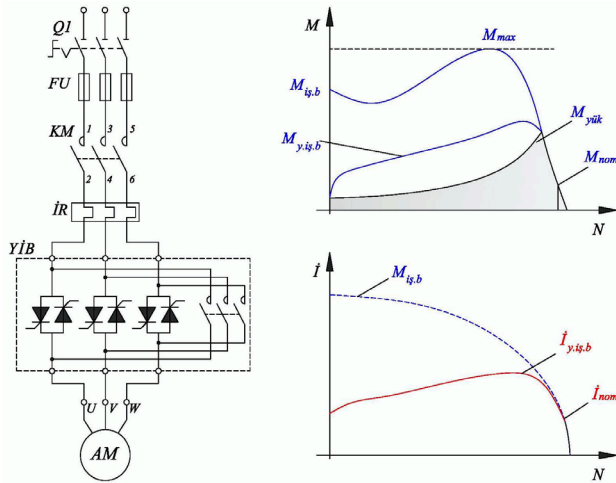
Yumşaq işəburaxma qurğusunun sxemi şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şəkil 1 – Yumşaq işəburaxma qurğusunun struktur sxemi
Figure 1 – Block diagram of a soft start device

Asinxron mühərrikin statoruna tətbiq olunan gərginliyi azaltmaqla, işəburaxma metodlarından müasir dövrdə ən çox istifadə olunanlardan biri də mikroprosessor idarə sistemləri ilə təchiz edilmiş, yumşaq işəburaxma üsuludur (şəkil 2). Yumşaq işəburaxıcıları, nəzəri olaraq mühərrikin işəsalma dövrəsinə ardıcıl qoşulmuş müqavimət kimi başa düşmək olar. Yumşaq işəburaxıcılarda eyni ilə digər işəburaxma üsullarında olduğu kimi, işəsalma cərəyanı tənzim edilir. Bu üsulun digər işəburaxma üsullarından əsas üstünlüyü – mühərrikin heç bir mexaniki zərbə olmadan işə buraxılması və tormozlanmasıdır. Digər üstün cəhət isə – göstərilən üsulların heç birində mövcud olmayan cərəyan-moment xarakteristikasının səlis tənzim oluna bilməsidir. Yumşaq işəburaxıcı mühərrikin işəburaxılması zamanı statora tətbiq olunan gərginliyi 30%-dən 100% -ə qədər səlis şəkildə artıraraq mühərrikin işəsalma cərəyanını tənzim edir. Həm-

çinin, işəburaxılma prosesində, mikroprosessor vasitəsi ilə, mühərrikin cərəyan-moment xarakteristikasının tənzim edilməsini də, yumşaq işəburaxıcının əsas üstünlüklərinə əlavə etmək olar. Yumşaq işəburaxıcılar, hər fazada qoşulmuş triyak, reversiv birləşmiş diod-tiristor cütündən, və ya ən çox istifadə olunan reversiv birləşmiş tiristor cütündən ibarət olurlar. Mikroprosessorla idarə olunan bu yarımkeçirici cütünə mühərrikin işəburaxılması anından başlayaraq, idarə siqnalları göndərilir. Bununla da, mühərrikin statoruna tətbiq olunan gərginlik tənzim olunur. Mühərrikin işəburaxılma xarakteristikası bu üsulla ideal vəziyyətə gətirilə bilər. İşəburaxma prosesi başa çatdıqdan sonra, yumşaq işəburaxıcı şuntlayıcı kontaktor (BYPASS kontaktoru) vasitəsilə dövrədən çıxarılır. Bu üsulun mənfi cəhəti iqtisadi cəhətdən səmərəli olmaması və idarə oluna bilən yarımkeçiricilərdə baş verən güc itkilərinin olmasıdır [4, 5].



Şəkil 2 – Asinxron mühərrikin yumşaq işəburaxıcılar vasitəsi ilə işə salınması sxemi və mexaniki xarakteristikaları

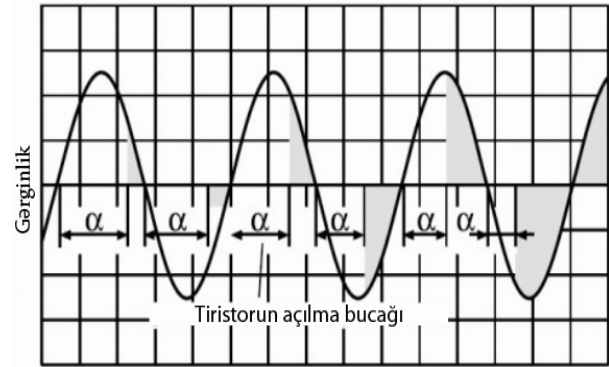
Figure 2 – Scheme and mechanical characteristics of asynchronous motor starting with soft starters

Tiristorun açılma bucağının dəyişməsi nəticəsində, yumşaq işəburaxma qurğusunun çıxış gərginliyinin tənzimlənməsi həyata keçirilir. Tiristorun açılma bucağı nə qədər böyük olarsa, o zaman mühərriki qidalandıran

çıxış gərginliyinin qiyməti də o qədər böyük olar [4].

Şəkil 3-də yumşaq işəburaxma qurğusunun çıxış gərginliyinin formalaşması diaqramı verilmişdir.

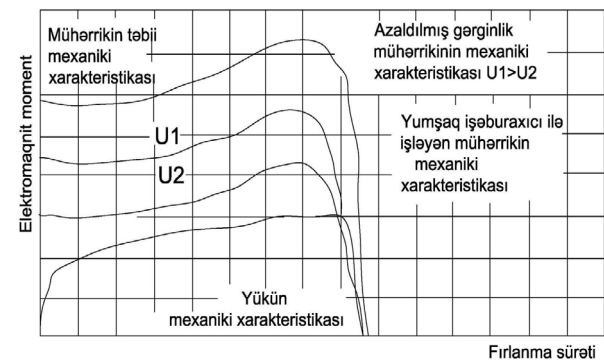
Bildiyimiz kimi, asinxron elektrik mühərriklərində fırlanma momenti gərginliyin kvadratik artmasından asılıdır, yəni, gərginliyin azaldılması mühərrikin valına düşən fırlanma momentinin azalması ilə nəticələnir.



Şəkil 3 – Yumşaq işəburaxma qurğusunun çıxış gərginliyinin formalaşması diaqramı

Figure 3 – Diagram of the formation of the output voltage of the soft start device

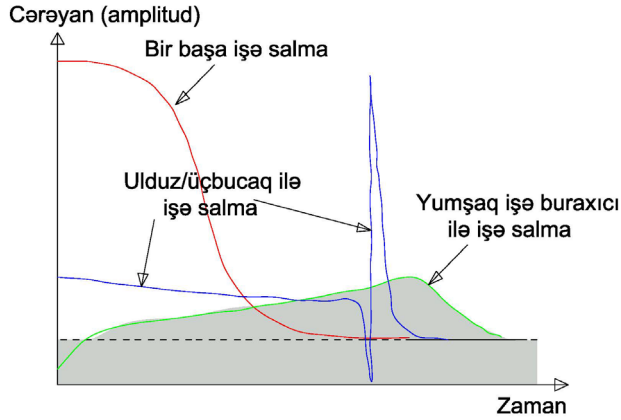
Bu metodun köməyi ilə elektrik mühərrikində işə düşmə cərəyanını 2...4 I_{nom} həddinə qədər endirə bilərik ki, bu zaman işə düşmə müddəti qismən artacaqdır. Mexaniki dəyişiklikləri nəzərə alaraq, asinxron elektrik mühərrikində azaldılmış gərginlik xarakteristikası şəkil 4-də göstərilmişdir.



Şəkil 4 – Mühərrikin mexaniki xarakteristikaları

Figure 4 – Mechanical characteristics of the engine

Yumşaq işəburaxma zamanı işə düşmə cərəyanının azalması prosesi şəkil 5-də aydın görünür.



Şəkil 5 – İşəburaxma cərəyanının azalma diaqramı
Figure 5 – Start-up current reduction diagram

Şəkil 1-də yumşaq işəburaxma qurğusunun tipik sxemi verilmişdir, lakin onu demək lazımdır ki, yumşaq işəburaxma qurğusunun real sxemi istifadə yerindən asılıdır. Məsələn, sənaye qurğularında tələb olunan

yumşaq işəburaxma qurğularının, xüsusi olaraq mühərriklər üçün istehsal edilməsi tələb oluna bilər [4, 5].

Nəticə

Araşdırmalar nəticəsində məlum olmuşdur ki, böyük güclü gəmi göyörtə mexanizmlərinin elektrik intiqallarının işə buraxılmasında yumşaq işəburaxıcıların tətbiqi ilə intiqallarda istifadə olunan elektrik mühərrikinin sarğılarının qızmasının azaldılması, mühərrikin işə düşməsi zamanı gərginlik itkisinin azaldılması, elektrik intiqalının etibarlı işləməsi, rahat və təhlükəsiz istismarı, mexaniki zərbələrin qarşısının alınması və s. kimi üstünlüklər əldə olunur. Bunları nəzərə alaraq, idarəetmə sistemlərinin etibarlılığının yüksəldilməsi məqsədi ilə, gəmi göyörtə mexanizmlərinin elektrik intiqallarında tətbiq olunan asinxron mühərriklərin yumşaq işə buraxıcılar vasitəsilə işə salınması təklif olunur.

REFERENCES

1. Mehdiyev H.A, Həsənov Z.Ə, Şabanov T.H. “Avtomatlaşdırılmış gəmi elektrik intiqalları”. Bakı: “Nurlan”, səh. 2005-358 (in Azerbaijani)
2. Sultanov E.F., Abdullayev A.N. Müasir gəmi elektrik intiqalları, dərslik, Bakı, ADDA mətbəəsi, səh. 2018-438 (in Azerbaijani)
3. Frolov Yu.A., Khokhlovskii V.N. Rukovodstva po resheniyam v avtomatizatsii, Moskva: Shenider Electric, s. 2011-323 (in Russian)
4. Sultanov E.F., İsmayilov S.S., Şıxıyev A.S. Yük nasosunun elektrik intiqalının yumşaq işə buraxıcılar vasitəsilə işə buraxılmasının tədqiqi // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, Bakı 2020, Cild 12. № 1, səh. 97-101 (in Azerbaijani)
5. Sultanov E.F., Abdullayev A.N., Bayramova İ.P. Böyük güclü gəmi köməkçi sükan qurğularının elektrik intiqallarının işə salınması üsullarının tədqiqi. Energetikanın problemləri, Bakı: Elm, 2020, №2, səh. 86-94 (in Azerbaijani)

Daxil olub: 17.03.2021
Tamamlanıb: 15.09.2021
Qəbul edilib: 22.09.2021