

UOT 621.311

İXTİSASLAŞDIRILMIŞ GƏMİLƏRDƏ ELEKTRİK AVAR QURĞULARININ TƏTBİQİNİN MƏQSƏDƏUYĞUNLUĞUNUN ANALİZİ

Sultanov E.F., Səlimova A.K., Məmmədov E.M.

“Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası”PHŞ

AZ1000, Bakı şəh., Z.Əliyeva küç., 18

E-mail: elshen_sultanov@mail.ru, afag_sk@mail.ru, emilmemmedoglu@gmail.com

Xülasə. Məqalədə elektrik mühərriki sistemli elektroenergetik qurğu variantlarının (ənənəvi baş dizel mühərriki və vahid elektroenergetik sistemə əsaslanan) texniki-iqtisadi və texniki-istismar xarakteristikaları təhlil olunmuşdur. Həmçinin ixtisaslaşdırılmış gəmi nümunəsində hər iki variantın əsas üstünlükləri və çatışmazlıqları verilmişdir.

Аннотация. В статье проанализированы технико-экономические и эксплуатационные характеристики вариантов электростанций судов с гребной электрической установкой (на базе главного дизеля и единой электроэнергетической системы). В статье также приведены основные преимущества и недостатки обоих вариантов на примере специализированного судна.

Abstract. In the article analyzes the technical, economic and technical-operational characteristics of the **variants** of the electric power plant with an electric motor system (based on a traditional main diesel engine and a single electric power system). The article also presents the main advantages and disadvantages of both variants on the example of a specialized ship.

Açar sözlər: gəmi, elektrik hərəkəti sistemi, vahid elektrik enerjisi sistemi, ənənəvi elektrik elektroenergetik qurğu, köməkçi gəmi, gəminin əsas ölçüləri

Ключевые слова: судно, система электродвижущие, единая электроэнергетическая система, традиционная электроэнергетическая установка, вспомогательный флот, главные размерения судна

Key words: ship, electric propulsion plant, integrated electric power system, traditional electric power installation, auxiliary ship, ship main dimensions

Giriş. Avar elektrik qurğularına (AEQ) verilən tələblər Dəniz Registr Qaydalarında da öz əksini tapmışdır. Buna görə məqalədə spesifik xarakterli tələblərə nəzər yetirəcəyik. AEQ sxemlərində dəniz şəraitinə uyğun quruluşda, daha etibarlı elementlər tətbiq edilməlidirlər. Baş generatorların sayı, qurğunun etibarlılığını və davamlılığının təmin olunması üçün kifayət olmalıdır. Okean gəmilərində onların sayı 3-dən az olmamalıdır və ya qurğunun GEES-in generatorlarından qidalanması mümkün olmalıdır. Bu zaman hər bir avar elektrik mühərrikinin (AEM) qidalanması ən azı iki ümumgəmi təyinatlı generatoradan yerinə yetirilməlidir. AEQ-un elementlərinin quruluşu, gəminin kren və differentinin buraxıla bilən hədlərdə olduğu zaman, etibarlı işləməsinə təmin etməlidir. AEQ etibarlı mühafizə vasitələri ilə təmin edilməlidirlər.

Son onillikdə müxtəlif məqsədlər üçün guraşdırılan elektrikli hərəkətverici sistemləri (EHS) gəmilərdə getdikcə daha geniş şəkildə istifadə olunmağa başladı [1,2].

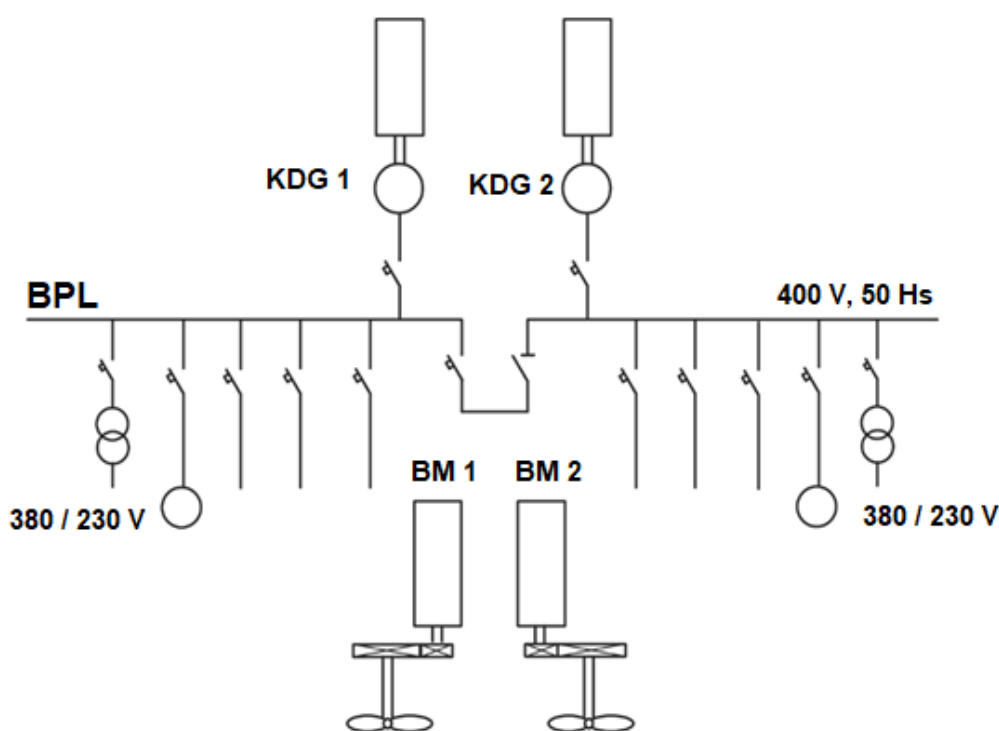
Dizel mühərriklərə əsaslanan ənənəvi hərəkətverici sistemləri ilə müqayisədə, EHS-in vintinə fırlanma momentinin birbaşa ötürülməsi faktoru bir sıra üstünlüklərə malikdir. Üstünlüklərin arasında aşağıda göstərilənləri vurğulamaq lazımdır:

- gəminin manevr qabiliyyətinin yüksəldilməsi;
- istismar xərclərinin azaldılması;
- təmir müddətinin azaldılması;

- atmosfərə atılan zərərli emissiyaların azaldılması;
- fraksiya rejimlərində elektrik stansiyasının səmərəliliyinin artırılması;
- gəmidə avadanlıqların daha rəşional yerləşdirilmə imkanı;
- elektroenergetik qurğuların (EEQ) etibarlılığının artırılması.

Qeyd etmək lazımdır ki, çəki, ölçü və qiymət göstəriciləri baxımından EHS ilə vahid elektroenergetik sistemi (VEES) ənənəvi qurğulardan əhəmiyyətli dərəcədə aşağıdır. Bununla əlaqədar olaraq, EEQ növünü seçərkən vacib məsələ EHS-in müəyyən bir gəmidə, xüsusən də məhdud əsas ölçüləri ilə xarakterizə olunan köməkçi donanma gəmilərində istifadə imkanlarının texniki-iqtisadi təhlilidir [3,4].

Aşağıda köməkçi gəmisinə tətbiq edilən ənənəvi EEQ və VEES-nin müqayisəli təhlili verilmişdir. Ənənəvi EEQ şəkil 1-də göstərilmişdir. EEQ gəminin elektrik enerjisi sistemindən (GEES) və baş energetik qurğularından ibarətdir [5,6].



Şəkil 1. Ənənəvi gəmi elektrik stansiyasının sadələşdirilmiş diaqramı

GEES iki gəmi elektrik stansiyasından (GES) ibarətdir: köməkçi və qəza. Köməkçi gəmi elektrik stansiyasına köməkçi dizel generatorları (KDG) və baş paylayıcı lövhə (BPL) daxildir. Elektroenergetik sistem 400 V gərginlik üçün nəzərdə tutulmuşdur. Qəza elektrik stansiyasına qəza paylayıcı lövhə (QPL) və qəza dizel-generatorundan (QDG) ibarətdir.

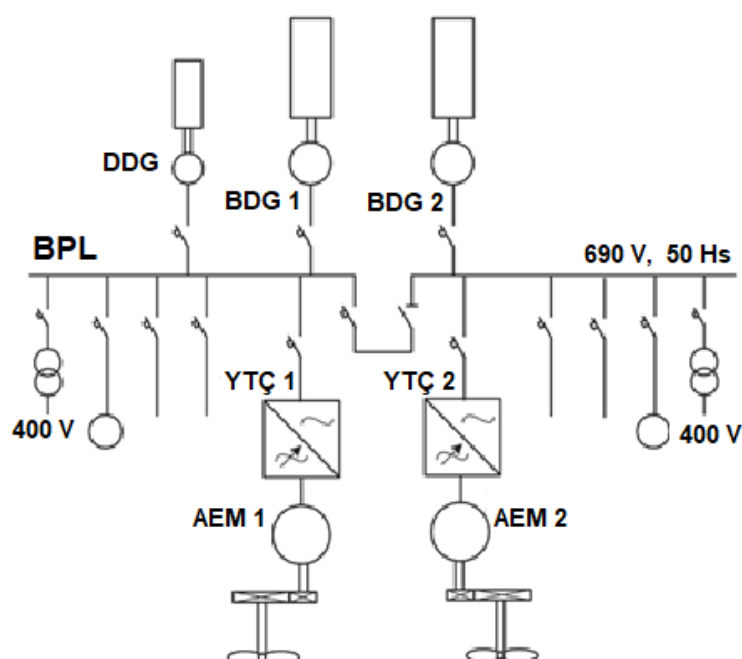
Əsas energetik qurğusu iki orta sürətli əsas dizel mühərrikindən BM 1, BM 2 və avar valına qoşulmuş iki reduksiya qutusunda və sabit addımlı vintdən ibarətdir [6,7].

VEES – nə əsaslanan elektroenergetik qurğuların struktur sxemi şəkil 2-də göstərilmişdir.

VEES – nin tərkibinə iki gəmi elektrik stansiyası daxildir: əsas və qəza elektrik stansiyası.

Əsas gəmi elektrik stansiyası əsas dizel generatordan, dayanacaq dizel generatordan və 690 V gərginlikli baş paylayıcı lövhədən ibarətdir.

EHS, yarımkeçirici tezlik çeviriciləri (YTÇ) ilə təchiz edilmiş iki avar elektrik mühərrikindən (AEM) ibarətdir. Avar elektrik mühərrikləri (AEM) alçalıcı reduktorlar vasitəsilə sabit addımlı vinti idarə edir.



Şəkil 2. VEES-nə əsaslanan elektroenergetik qurğunun struktur sxemi

Cədvəl 1

Elektroenergetik qurğuların funksional imkanlarının müqayisəli təhlili

№	Parametrin adı	Qiyməti	
		Ənənəvi elektroenergetik qurğular	EHS-li vahid elektroenergetika sistemi
1	Fırlanma sürətinin tənzimi diapazonu	30-dan 100-ə qədər	-100-dən + 100-ə qədər
2	Fırlanma momenti üzrə artıq yükləmə qabiliyyəti	10%	25-150%
3	Revers	əks hava ilə tormozlanmadan istifadə edərək baş mühərrikinin reversi nəticəsində əks istiqamətdə işəsalma	Hamar, məhdudiyyət yoxdur
4	Hərəkət sisteminin işəsalma və reverslərinin sayı	baş mühərrikin işəsalma silindrlərində sıxılmış havanın miqdarı məhdudlaşır	Limitsiz
5	Baş (avar) mühərrikinin dayandığı zaman fırlanma momenti	Yoxdur	Fırlanma momenti ilə cərəyan altında dayanma nominalın 100%-nə qədər mümkündür
6	Avar valının sürətlənməsinin intensivliyi	Aşağı. Baş mühərrik sıxılmış hava ilə işə salınır. BM sürətlənməsi fırlanma momentinin tədricən artması ilə həyata keçirilir	Yüksək. Avar mühərrikinin sürətlənməsi daha sürətli olur, çünki avar mühərriki bütün tezlik diapazonunda maksimum fırlanma momenti ilə işləyir.
7	Gəminin sürətlənməsinin intensivliyi	Aşağı. Baş mühərrikin güc yığılması prosesi məhduddur	Yüksək. AEM-in güc yığılması prosesi məhdud deyil

Yarımkeçirici tezlik çeviriciləri (YTÇ) aktiv düzləndirici və avtonom invertora əsaslanır. Nəzərdən keçirilən EHS-nin özəlliyi ondan ibarətdir ki, avar elektrik intiqalının baş paylayıcı lövhəyə qoşulması güc ötürücü transformatorlardan istifadə edilmədən həyata keçirilir [7,8].

Avar elektrik mühərriki qismində sabit maqnit qütblü və hava-su soyutma sistemli asinxron və ya sinxron tipli orta sürətli elektrik mühərrikindən istifadə etmək mümkündür.

Vahid elektroenergetika sistemi olan gəmilərdə, quraşdırılmış avadanlıqların miqdarı artır. Bununla belə, EHS-li Vahid elektroenergetika sistemi avadanlığının gəminin bütün ərazisində yerləşdirilməsi daha yumşaq (çevik) və rasionaldır.

Ənənəvi EEQ və EHS-li Vahid elektroenergetika sisteminin funksional imkanlarının müqayisəli təhlili cədvəl 1-də verilmişdir.

Funksionallıq və idarəetmə xüsusiyyətləri baxımından elektrik hərəkət sistemi ənənəvi elektroenergetik qurğudan əhəmiyyətli üstünlüyə malikdir. Elektrik hərəkət sistemində minimum fırlanma tezliyi, AEQ işə düşmə və reverslərinin sayı ilə bağlı heç bir məhdudiyyət yoxdur və buna görə də gəminin manevr qabiliyyəti əhəmiyyətli dərəcədə yüksəkdir. Elektrik hərəkət sistemində fırlanma momenti əhəmiyyətli dərəcədə yüksək yüklənmə qabiliyyətinə malikdir. Avar mühərriki momentinin sürətləndirmə imkanına görə, elektrik hərəkət sistemi olan gəmilər buz şəraitində işləyə bilər.

İlkin hesablamalara görə, ənənəvi elektroenergetik qurğulardan elektrik hərəkət sistemi olan VEES keçid zamanı qiymət artımı seçilmiş avadanlıq növündən və istehsalçıdan asılı olaraq təxminən 25-45% təşkil edə bilər. Ənənəvi elektroenergetik qurğuların və elektrik hərəkət sistemi ilə VEES-nin çəki və ölçü xüsusiyyətlərinin müqayisəli təhlili cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 2

Elektroenergetik qurğuların çəki və ölçü xüsusiyyətlərinin müqayisəli təhlili

Parametrin adı	Qiyməti	
	Ənənəvi EEQ (%)	EHS ilə VEES (%)
Avadanlıqların həcmi	100	160–180
Avadanlığın çəkisi	100	150–170

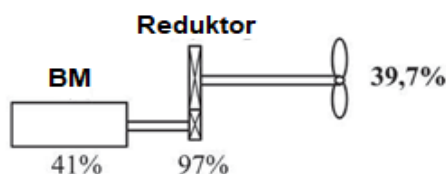
Ənənəvi elektroenergetik qurğularından EHS ilə VEES-ə keçid zamanı avadanlıqların həcmnin artması təxminən 60-80%, çəki artımı isə təxminən 50-70% olacaqdır. Bununla belə, gəmidə avadanlıqların daha optimal yerləşdirilməsi imkanı sayəsində bu çatışmazlıq əhəmiyyətli dərəcədə azaldıla bilər. Qeyd etmək lazımdır ki, EHS ilə VEES -dən istifadə edərkən FİƏ-nin artması səbəbindən yanacaq çənlərinin həcmi 20%-ə qədər azaltmaq mümkündür [8,9].

Dizel mühərrikinin sabit fırlanma sürəti ilə işləməsi və yükün daha məhdud diapazonda dəyişməsi səbəbindən EHS ilə VEES -də baş mühərrikin silindr-porşen qrupunun aşınması daha azdır. İstismar təcrübəsi göstərir ki, EHS ilə VEES-li gəmilərdə texniki xidmətin əməyinin intensivliyi ənənəvi qurğularla müqayisədə 10% azaldıla bilər.

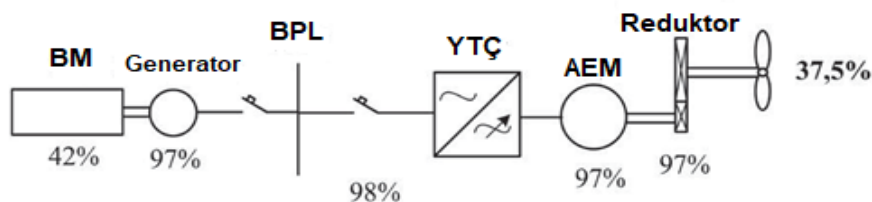
Enerjini tam sürət rejimində ilkin mühərrikdən avar vintinə ötürərkən ənənəvi elektrik stansiyasının FİƏ təxminən 40%, elektrik hərəkət sistemi ilə VEES-n FİƏ təxminən 37% təşkil edir. Nominal yüklənmədə səmərəlilik fərqi 3% -dən çox deyil.

Tam iş rejimində ənənəvi elektroenergetik qurğunun və EHS ilə VEES enerji diaqramları Şəkil 3-də təqdim edilmişdir.

Ənənəvi GEQ



AEM - li VEES



Şəkil 3. Nominal yüklənmə zamanı ənənəvi EEQ və EHS ilə VEES energetik diaqramları

Ənənəvi GEQ və AEQ olan VEES–nin bütün pay yükləri diapazonunda FİƏ müqayisəli təhlili cədvəl 3–də verilmişdir.

Cədvəl 3

Müxtəlif EEQ –nın FİƏ–nin müqayisəli təhlili

BM yükü	FİƏ	
	Ənənəvi GEQ (%)	EHS ilə VEES (%)
100%	37%	36,5%
80%	39%	37%
60%	34%	35%
40%	30%	33%
20%	işləyə bilməz	34%

Fraksiyalı yük rejimində ənənəvi qurğunun FİƏ əhəmiyyətli dərəcədə azalır, AEQ – lu VEES olan gəmilərdə isə demək olar ki, dəyişməz qalır. Bu onunla bağlıdır ki, yük azaldıqda bir DG–nin söndürülməsi, qalanının isə nominal yüklənmə rejimində işləməsi mümkündür. Bundan əlavə, qeyd etmək lazımdır ki, EHS ilə VEES Vahid Elektrik Enerjisi Sistemində baş mühərriklər generatora sabit fırlanma tezliyi ilə işləyir və yük azaldıqda onların FİƏ addımı sabit vintlərdə vint xarakteristikasına uyğun işləyən baş mühərriklərə nisbətən daha az dərəcədə azalır [10,11,12].

Gəminin istismar modelindən asılı olaraq, EHS ilə VEES tətbiqinin iqtisadi effekti fərqli ola bilər. EHS ilə VEES avadanlığının texniki istismarı xərclərinin azalması 10%-ə çata bilər. Bir pilot (losmeyster) gəmidə EHS ilə VEES istifadə edərkən, avadanlığın quraşdırılması üçün əlavə xərclərin ödənilməsi müddəti 5-7 ildən çox deyil.

Nəticə.

1. EHS–li VEES–nin əsas çatışmazlığı, seçilmiş avadanlıq növündən və istehsalçıdan asılı olaraq EEQ avadanlığının dəyərinin təxminən 25-45% artmasıdır.
2. EHS–li VEES daha yüksək çəki və ölçülərə malikdir, lakin VEES avadanlığını gəmidə daha yumşaq və rəşional şəkildə yerləşdirmək mümkündür ki, bu da bu çatışmazlığı qismən kompensasiya edir.
3. Funksionallıq və idarəetmə xüsusiyyətləri baxımından EHS ənənəvi EEQ–dan əhəmiyyətli

üstünlüyə malikdir. EHS-də minimum fırlanma tezliyinə heç bir məhdudiyyət qoyulmur, vintin reversini həyata keçirmək daha asandır və fırlanma momenti üçün artıq yüklənmə qabiliyyəti daha yüksəkdir.

4. Ənənəvi EEQ ilə müqayisədə, elektrik hərəkət sistemləri bir qədər yüksək etibarlılığa malikdir, bu da gəmilərin istismarında yerli və xarici təcrübə ilə təsdiqlənir.
5. Tam sürət rejimində enerjini əsas mühərrikdən avar vintinə ötürərkən ənənəvi elektroenergetik qurğunun FİƏ bir qədər aşağıdır, təxminən 40% təşkil edir, EHS ilə VEES-nin FİƏ 37% təşkil edir, lakin fraksiya yüklərində EHS-nin FİƏ ənənəvi elektroenergetik qurğunun FİƏ-ni əhəmiyyətli dərəcədə üstələyir.
6. ilə VEES olan EHS – li gəmilərdə texniki xidmətin əmək intensivliyi ənənəvi elektroenergetik qurğularla müqayisədə 10% azaldıla bilər. EHS ilə VEES -in ümumi istismar xərcləri ənənəvi EEES-dən 10% aşağıdır ki, bu da əlavə xərcləri 5-7 il ərzində geri qaytarmağa imkan verir.

Ədəbiyyat

1. Sultanov E.F. “Gəmi elektrik avadanlığının texniki istismarı”, Dərslik./ E.F. Sultanov., E.M. Məmmədov – Bakı ADDA, 2018.-284 s.
2. Григорьев А. В. Комплексный подход при создании судовых электроэнергетических систем и установок / А. В. Григорьев, И. М. Васин, В. А. Хомяк // Судостроение. – 2008. – № 2. – с. 30–31.
3. Григорьев, Е.А. Глеклер // Эксплуатация морского транспорта: ежекварт. сб. науч. ст. – СПб.: Тип. «Феникс», 2008. – Вып. № 3 (53). – с. 68–70.
4. Григорьев А.В. Схемные решения перспективных низковольтных судовых систем электродвижения / А. В. Григорьев, В. В. Романовский, Р. Р. Зайнуллин // Эксплуатация морского транспорта: ежекварт. сб. науч. ст. – СПб.: Тип. «Феникс», 2010. – Вып. № 4 (62). – с. 76–78.
5. Опыт эксплуатации электроэнергетической установки гидрографического судна «Вайгач» / А.В. Григорьев [и др.] // Судостроение. – 2010. – № 6. – с. 29–31.
6. Григорьев А. В. Электроэнергетические установки танкеров-газовозов / А.В. Григорьев, Р.Р. Зайнуллин // Судостроение. – 2010. – № 3. – с. 39–42.
7. Григорьев А.В. Опыт проектирования электроэнергетической установки грузопассажирского парома / А. В. Григорьев, Д. В. Умяров // Судостроение. – 2010. – № 2. – с. 29–31.
8. Григорьев А.В. Судовая система электродвижения нового поколения / А. В. Григорьев // Морской флот. – 2012. – № 2. – с. 38–40.
9. Григорьев А.В. Судовые многоканальные электроэнергетические установки / А.В. Григорьев, Ю.А. Кулагин // Эксплуатация морского транспорта: ежекварт. сб. науч. ст. – СПб.: Тип. «Феникс», 2012. – Вып. № 4 (70). – с. 50–55.
10. Григорьев А. В. Системы электродвижения судов специального назначения / А. Григорьев, Гурьев // Информационный морской журнал. – 2013. – № 2 (20). – с. 120–122.
11. Григорьев А. В. Судовые комбинированные пропульсивные комплексы нового поколения / А.В. Григорьев, Е.А. Глеклер // Морской вестник. – 2013. – Спецвып. 2 (11). – с. 49–50.
12. Григорьев А.В. Судовые системы электродвижения на базе кольцевых электродвигателей / А.В. Григорьев, Ю.А. Кулагин, С.М. Малышев // Морской вестник. – 2013. – Спец. вып. 2 (11). – с. 60–61.

Мəqalə qəbul olunub: 16.04.25
Təvsiyə edib: prof. Lazımov T.M.