

UOT:621.313

SİNHRON VAL-GENERATOR QURĞUSUNDA MƏCBURİ RƏQSLƏR**¹ABDULKADİROV A.İ., ¹ƏLİYEV N.A., ²RÜSTƏMOV R.M.**¹*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, AZ1010, Azadlıq prospekti 20**E-mail: nadir.alili.52@mail.ru*²*Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası, (Az1000 Bakı ş. Z.Əliyeva küç.18)**E-mail: ramiz.rustemov@mail.ru*

Gəmi sinxron val-generatorda məcburi rəqslərin yaranması səbəbləri müəyyən edilmişdir: 1) baş mühərrikin silindrlərinin məhdud sayda olması səbəbindən mühərrikin fırlandırıcı momentinin döyünməsi; 2) baş mühərrikin fırlanma tezliyinin tənzimi konturunda qeyri-xəttilik səbəbindən yaranan avtorəqslər; 3) dənizin dalğalanması səbəbindən avar vintinin müqavimət momentinin dövrü rəqsləri. Sinxron val-generatorun dizel-generatorlarla paralel işi zamanı məcburi rəqslər sərbəst rəqslərlə toplanaraq, təhlükəli nəticələrə gətirə bilən elektromexanik rezonans yarada bilər.

Açar sözlər: gəmi sinxron val-generatoru, məcburi rəqslər, avar vintinin müqavimət momenti, elektromexaniki rezonans.

Giriş. Sinxron maşının rəqsləri ilkin mühərrikin (generator rejimində) və yaxud işçi mexanizm tərəfindən (mühərrik rejimində) xarici fırlandırıcı momentlərin təsirindən yaranır. Əgər sinxron generator səlist olmayan addımlı mühərriklə, məsələn, daxili yanma mühərriki ilə hərəkətə gətirilsə, onda dövrü və yaxud məcburi adlanan rəqslər yaranır. Bunlar generatorun elektromaqnit gücünü də dəyişdirir. Məcburi rəqslər ayrıca işləyən bir generatorda, həm də şəbəkə ilə paralel işləyən zaman yarana bilər. Sonuncu halda məcburi rəqslər, sərbəst rəqslərlə toplanaraq öz təbiətinə görə qorxulu olan rezonans hadisəsinə də gətirib çıxara bilər. Bu çox zaman maşının sinxronizmdən çıxmasına, yəni qəza rejiminə gətirib çıxarır [1,2].

Sinxron generatorun (və ya mühərrikin) dövrü rəqsləri onu yaradan həyəcandırıcı qüvvələr təsiri qurtarmayınca davam edir. Təəssüf ki, gəmi elektroenergetik sistemdə rezonans şərtləri mövcuddur, lakin heyət düzgün təsnifatlandırmır və ya sadəcə, tam qiymətləndirmir. Bu halda əsas məsələ rezonans rəqslərinin qarşısının alınmasıdır.

Əsas hissə. Sinxron val-generator qurğusunun məcburi rəqsləri üç səbəbdən yaranır:

- 1) Baş mühərrik silindrlərinin məhdud sayda olması səbəbindən hərəkət etdirici momentin döyünməsi;
- 2) Baş mühərrikin fırlanma tezliyinin tənzim olunan konturlarda qeyri-xətti elementlərin olmasından yaranan avtorəqslər;
- 3) Dənizin dalğalanması ilə, avar vintinin müqavimət momentinin dövrü dəyişməsi nəticəsində yaranan məcburi rəqslər.

Avar valının qeyri-sabit fırlanma tezliyi, dizel silindrlərində istilik-energetik proseslərlə əlaqədar olub, valın bir dövrü ərzində silindrlərin sayı qədər rəqslə müşahidə olunan dövrü prosesdir. Ona görə də, bu rəqslərin tezliyi yüksək olub, istehsal olunan dəyişən cərəyanın tezliyi ilə müqayisə oluna bilən hədlərdəndir.

Məcburi rəqslərin digər səbəbi baş mühərrikin fırlanma tezliyinin avtomatik tənzimi sistemində yaranan avtorəqslərdir. Məlumdur ki, qapalı tənzimləmə konturlarında "boşluq" və ya "quru sürtünmə" qeyri xətti elementlərinin olması avtorəqslərə səbəb olur. Belə elementlər baş mühərrikin fırlanma tezliyinin avtomatik tənzimi sisteminin tərkibinə daxildir.

Val-generatorun fırlanma tezliyinin rəqsinin əsas səbəbi dənizin dalğalanmasından avar vintinin müqavimət momentinin dövrü dəyişməsidir.

Aparılmış analizə əsasən o nəticəyə gəlik ki, gəminin avar valına bir neçə moment təsir edir: baş mühərrikin fırlandırıcı momenti M_b , avar vintinin müqavimət momenti M_v və tormozlayıcı olan val-generatorun elektromaqnit momenti M_e . Avar vintinin müqavimət momenti, M_v dənizin dalğalanması zamanı, vintin onun fırlanması ilə təyin edilən dayaq momenti M_{vo} və dalğalanma səbəbindən yaranan rəqsi mürəkkəbləri ΔM_v ilə toplanır. Sakit suda gəmi hərəkətdə olan zaman $\Delta M_{\Delta v} \approx 0$ olur.

Bu momentlərin balansı, avar valının bucaq fırlanma tezliyini təyin edir.

$$J_g \frac{d\Omega}{dt} = M_b - M_e - M_v \quad (1)$$

burada J_g - val-generatorun valına köçürülmüş fırlanma kütlələrinin ətalət momentidir.(1)-in sağ tərəfindəki ikinci və üçüncü mürəkkəblərin cəmini yük momenti adlandıraraq:

$$M_c = M_e + M_v \quad (2)$$

beləki,

$$M_v = M_{vo} + \Delta M_v \quad (3)$$

sonuncu ifadədə ΔM_v mürəkkəbinin işarəsi dəyişəndir. ΔM_v ilə M_e -nin istiqaməti eyni olduqda avar valının fırlanma tezliyi buraxıla biləndən ifrat dəyişir və bunun nəticəsində val-generatorun açılması baş verir. Deyilənləri nəzərə almaqla (1) tənliyi aşağıdakı şəkillə düşür:

$$J_g \frac{d\Omega}{dt} = M_b - M_c \quad (4)$$

Bu val-generatorun hərəkət tənliyidir. ΔM_v -avar vintinin müqavimət momentinin dövrü olaraq dəyişməsinin zamandan asılılıq funksiyası şəkil 1-də göstərilmişdir.

Analizi asanlaşdırmaq məqsədi ilə bu momentin dəyişən mürəkkəbisini $\Delta M_v(t)$ - ni Furiye sırasına ayıraq:

$$\Delta M_v = \sum_{v=1}^{\infty} M_{vm} \sin(\omega_v t + \psi_v) \quad (5)$$

burada M_{vm} , ω_v , ψ_v - amplituda, bucaq tezliyi və başlanğıc fazadır.

Bu momentin hər bir harmonikasını, sinxron generatorunun yük bucağı δ - ya uyğun rəqs harmonikasını yaradır. Val-generator qurğusu sinxron generatorun rotorunun konkret götürülmüş harmonikasına uyğun rəqslərinin vektor diaqramı şəkil2-də göstərilmişdir. Burada $\dot{U}$ və $\dot{E}$ uyğun olaraq gərginlik və elektrik hərəkət qüvvəsi vektorlarıdır.

Bizim təyinatımıza əsasən δ bucağı generatorun elektrik hərəkət qüvvəsi $\dot{E}$ (eninə ox üzrə) vektorunun gərginlik vektorunu $\dot{U}$ qabaqlama bucağıdır. Bu bucaq sinxron maşının əsas parametrlərindən biri olub, adi ifalı sinxron maşınlarda müxtəlif müəlliflər tərəfindən, yük bucağı dayanıqlıq bucağı, rotorun dönmə bucağı adlanır [1-3].

Biz onu rotorun dönmə bucağı adlandıraraq. (5)-ə uyğun olaraq rotorun rəqsləri zamanı δ bucağını aşağıdakı formada ifadə edək:

$$\delta = \delta_0 + \sum_{v=1}^{\infty} \Delta \delta_{mv} \sin(\omega_v t + \varphi_v) \quad (6)$$

burada δ_0 - rotorun valındakı momentlərin tarazlıq vəziyyətinə uyğun gələn; $\Delta \delta_{mv}$, φ_v – rotorun harmonikasının dönmə bucağının amplitud və fazasının qiymətidir.

Bir daha qeyd edək ki, biz burada sinxron val-generatorun rotorunun dənizin dalğalanması səbəbindən məcburi rəqslərini nəzərdən keçiririk.

Avar vintinin müqavimət momentinin tərkibində müxtəlif ω_v tezlikli harmonikaların olması elektromexaniki rezonansa gətirib çıxara bilər (çox zaman gətirib çıxarır). Bu da val-generator qurğusu üçün təhlükəlidir. Bunlardan biri val-generatorun açılmasıdır.

Qeyd edək ki, rezonansın baş verməməsi üçün sinxron generatorun məxsusi rəqslərinin tezliyi (ω_o), mümkün qədər çox məcburi rəqslər tezliyindən (ω_v) aralanmalıdır. Bu ayrıca bir tədqiqat mövzudur.

Nəticə:

Gəmi sinxron val-generatorunda məcburi rəqslərin yaranması səbəbləri araşdırılaraq, bunlardan ən əsasının dənizin dalğalanması səbəbindən avar vintinin müqavimət momentinin məcburi rəqsləri olduğu müəyyən edilmişdir. Bu rəqslərin təhlükəliliyi ondan ibarətdir ki, rezonans yaranmasına imkan verərək, sinxron val-generatorun sinxronizmdən çıxmasına və gəmi elektroenergetik sistemlə paralel işinin mümkün olmamasına gətirib çıxarar.

1. *Абдулкадыров А.И., Рустамов Р.М.* Математическое моделирование электромеханике. Изд-во Lambert Academic Publishing Германия, Монография 2015, 314с.
2. *Abdulkadirov A.I. Əliyev N.A.* Xüsusi elektrik maşınları. Monoqrafiya, Bakı, Elm nəşriyyatı, 2018, 215s
3. *Абдулкадыров А.И., Рустамов Р.М.* Применение энергосберегающих принципов управления в судовых электрических установках. Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология», РФ, 2014, N21.

ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ В СИНХРОННОЙ ВАЛОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКЕ

АБДУЛКАДЫРОВ А.И., АЛИЕВ Н.А., РУСТАМОВ Р.М.

Установлены причины возникновения вынужденных колебаний синхронного валогенератора: 1) пульсации вращающего момента главного двигателя; 2) автоколебания, связанные с нелинейностями в контуре регулирования частоты вращения главного двигателя; 3) периодические колебания момента сопротивления гребного винта, обусловленные волнением моря. При работе синхронного валогенератора параллельно с дизель-генераторами судна вынужденные колебания, налагаясь на свободные колебания, могут вызвать опасный по своим последствиям резонанс колебаний.

Ключевые слова: синхронный валогенератор, вынужденные колебания, момент сопротивления гребного винта, электромеханический резонанс.

FORCED VIBRATIONS IN SYNCHRONOUS-SHAFT GENERATING INSTALLATION

ABDULKADIROV A.I., ALIYEV N.A., RUSTAMOV R.M.

The causes of the occurrence of forced oscillations of a synchronous shaft generator are established: 1) ripple torque of the main engine; 2) self-oscillations associated with the non-uniformity in the control circuit of the frequency of rotation of the main engine; 3) periodic oscillations of the moment of resistance of the propeller, caused by the excitation of the sea. When a synchronous shaft generator operates in parallel with the ship's diesel generators, forced oscillations, imposing on free oscillations, can cause a resonance of oscillations that is dangerous in its consequences.

Keywords: synchronous shaft generator, forced oscillations, moment of resistance of load propeller, electromechanical resonance.