

YOT 621.311.1/2

## **BORT ELEKTRİK ŞƏBƏKƏSİNDƏ BİRMAŞINLI SİSTEMƏ KEÇİD MƏSƏLƏLƏRİ**

**MUSAYEV Z.N.**

*Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyası*

Məqalədə müasir sərbəst hərəkət edən obyektlərdə geniş tətbiq olunan starter və generator üçün qoyulmuş iki elektrik maşını əvəzinə onların funksiyasını yerinə yetirən bir maşının tətbiqi məsələsinə baxılır. Yüksək texnologiya, etibarlılıq və texniki-iqtisadi göstəricilər nöqtəyi-nəzərindən problemin mümkünlüyü araşdırılır.

İnsan cəmiyyətinin bütün fəaliyyət sahələrində elektrik enerjisindən istifadə olunur. Sıx məskunlaşma yaşayış məkanında bu enerjiden faydalanmaq üçün artıq heç bir problem yoxdur. Lakin səyyar istehsal sahələri, hərəkət edən obyektlər və sairələri zəruri olan elektrik enerjisini özləri istehsal etməli və ondan faydalanmalıdırlar. Belə obyektlərə misal olaraq enerji mənbəindən uzaqda fəaliyyət göstərən neft, su quyularının qazma və istismarı qurğuları, səyyar elektrik stansiyaları, ümumtəyinatlı avtomobil nəqliyyat vasitələri, traktorlar, özü hərəkət edən kənd təsərrüfatı maşınları, müxtəlif hərbi qurğu və texnika və sairəni göstərmək olar. Bu göstərilən obyektlərdə ilk enerji mənbəi olaraq akkumulyator bankası nəzərdə tutulur; əsas güc elementi olan daxili yanacaq mühərrikləri isə xüsusi iş buraxma qurğuları vasitəsilə birbaşa və ya da pilləli surətdə işə salınırlar. Hər bir obyektin özünə məxsus və müxtəlif elektrik avadanlıqları ilə təchiz olunmuş elektrik şəbəkəsi mövcuddur. Göstərilən obyektlər içərisində ən mürəkkəb elektrik sistemə avtomobillərin bort enerji şəbəkəsi daxildir. Burada rahatlıq, idarəetmədə etibarlılıq, hərəkətin təhlükəsizliyi, elementlərin uzunmüddətli iş dövrü, təmirələr-arası müddətin uzadılması kimi vacib məsələlər kompleks şəkildə həll olunur.

XX əsrin əvvəlindən inkişafa başlamış bort elektrik şəbəkəsi mürəkkəbləşmiş, yüksək səviyyədə layihələndirmə, istehsal və texniki qulluq tələb edən bir sahəyə çevrilmişdir. Göstərilən sistemdə işlədilən elektrik maşınlarının perspektiv inkişafı elm və texnikanın son nailiyyətlərindən və progressiv texnologiyadan istifadə etməklə resursun artırılması, kütlə-qabarit göstəricilərinin azaldılması, konstruksiyanın texnolojiliyinin yüksəldilməsi və funksional imkanlarının genişləndirilməsi tələblərinin yerinə yetirilməsi ilə müəyyən olunur. Bu istiqamətdə aparılan tədqiqatlar tərkibində işə buraxma qurğusu – starter ilə şəbəkəni elektrik enerjisi ilə təchiz edən generator funksiyalarını yerinə yetirən iki elektrik maşınının bir maşınla əvəz olunma məsələsi əsas yer tuta bilər. Məsələnin həlli nəticəsində müasir texniki tələblərə cavab verə bilən konstruksiyanın yaradılması kütlə-qabarit parametrlərinin azaldılması və geniş aqreqatlaşdırmanın tətbiqinə imkan verir.

Məqalədə müasir avtomobil sənayesində geniş tətbiq olunan ikimaşınlı (starter və generator) sistemdən birmaşınlıya (starter-generator) keçid məsələsinin həlli istiqamətində araşdırmalar və bunun mümkünlüyü məsələsinə baxılır.

Hərəkət edən obyektlərdə, o cümlədən, avtomobillərdə qoyulmuş daxili yanacaq mühərriki işə salınma momentinə malik deyillər. İşə salma qurğusu kimi əksər hallarda birbaşa təsir edən starterdən istifadə olunur. Bunun üçün akkumulyator bankasından bəslənən sabit cərəyan mühərrikindən istifadə olunur. İşə salma prosesində qoşma-açma mexanizmi, reduktor və idarəetmə aparatları iştirak edirlər. Bu sistem hal-hazırda demək olar ki, yeganə, rahat və işə salınmanın bütün problemlərini həll edə bilən sistemdir.

Bort sisteminin elektricləşdirilməsinə gəlincə bu məqsədlə müxtəlif növ və konstruktiv quruluşlarda generatorlar işlədilmişdir. Hər bir sistem sonralar tələblərə cavab verməmiş, digəri ilə əvəz edilmişdir. Keçən əsrin 50-ci illərindən başlayaraq dəyişən cərəyan generatorları geniş tətbiq olunmağa başladı; eyni güc şəraitində onlar əvvəlki

generatorlara nəzərən xeyli aşağı çəkiyə, ən əsası isə misin (kollektorun olmamasına görə) az sərfinə malik olduqları üçün əsaslandırıldılar.

Məlumdur ki, elektrik maşınlarının nəzəriyyəsinə görə hər növ maşın çevrilə bilmə qabiliyyətinə malikdir; o generator və ya mühərrik rejimi funksiyasını yerinə yetirə bilər. Belə olan halda bortda bir maşından hər iki məqsəd üçün ayrılıqda istifadə etmək mümkünlüyünə dərinlən baxılma məsələsi aktualıq nöqtəyi-nəzərindən maraq doğurur.

Müasir sistemdə starter funksiyasını yerinə yetirən sabit cərəyan maşını bir neçə saniyə ərzində işləyərək uzun müddət işsiz dayanaraq onun hazırlanmasına sərf olunan materiallardan istifadə olunmasını heçə endirir. Avtomobilin xidmət müddətini analiz etsək starter funksiyası üçün sabit cərəyan mühərrikinin hazırlanmasına sərf olunan materialların nə qədər aşağı faydalı iş əmsalına malik olduğunu görürük. Bu maşına sərf olunan materiallardan generator rejimini yaratmaq üçün istifadə olunarsa, kütləvi istehsal şəraitində xeyli əlvan və yüksək maya dəyərində malik materiallara qənaət etmək imkanı yaranar.

Avtomobil sənayesinə olan tələbatların xeyli yüksək olduğu bort elektromexaniki çevirmə sistemində starter və generatorun ayrı-ayrı yerləşdirilməsinin öz xüsusiyyətləri vardır: bu xüsusiyyətlərdən biri sabit cərəyan maşınında kollektor-fırça sisteminin vacibliyidir; digəri isə generator rejiminin geniş fırlanma tezliyi sahəsinə malik olmasıdır.

Xronoloji tətqiqatların analizi, bort avadanlıqlarının sayının və onların zəbt etdikləri həcmə olan tələbatların artımı, materiallar üçün irəli sürülən qənaətçilik, ikimaşınli sistemin yuxarıda qeyd olunan xüsusiyyətlərinin ümumiləşdirilməsi halı starter-generatora keçidi zəruri edir.

Qoyulan problemin həlli üçün starter-generatorun sabit cərəyan maşını bazasında yaradılması qəbul olunmuşdur. Bütün elmi-tədqiqat işlərinin müqayisəsi; kompleksin texniki-iqtisadi əsaslandırılması məhz hazırki sistemlərdə starter funksiyasını yerinə yetirən sabit cərəyan maşınına əsaslanaraq aparılır.

Müasir starter sistemi bir cüt dişli çarxlar vasitəsilə daxili yanacaq mühərrikinə moment ötürür. Bu cütün isə ötürmə ədədi 13-18-dir. Artıq optimal olaraq 8-13 ötürmə ədədi qəbul olunur. Ötürmə ədədinin hazırda qəbul olunmuş konstruksiya üzərində artırılması yəqin ki starterin fırlanma tezliyinin artırılmasına və nəticədə onun qabarit ölçülərinin azaldılmasına səbəb olardı.

Məsələnin digər istiqamətdə həllinə baxaq.

Elektrik maşınlarının layihələndirilməsi prinsipinə görə maşında cərəyan sıxlığının ( $\Delta$ ) və induksiyanın ( $B$ ) dəyişməz olması şərtində xətti ölçü ( $l$ ) ilə güc və fırlanma tezliyi arasında nisbi münasibət aşağıdakı kimi müəyyən olunur [2]

$$P_i / n \sim l^4$$

buradan

$$l \sim \sqrt[4]{P_i / n} \sim \sqrt[4]{M} \quad (1)$$

burada  $P_i$  – mühərrikin hesabi gücü;  $n$  – lövbərin fırlanma tezliyi;  $M \sim P_i / n$  – maşının elektromaqnit momentidir.

Elektrik maşınının kütləsi  $G$  onun həcminə, yəni onun xətti ölçülərinin kubuna mütənasibdir:

$$G \sim l^3 \left( \sqrt[4]{P_i} \right)^3 \sim \sqrt[4]{P_i^3} \quad (2)$$

Fırlanma tezliyini dəyişən qəbul edərək və (1) və (2) ifadələrini nəzərə alaraq yazıla bilər

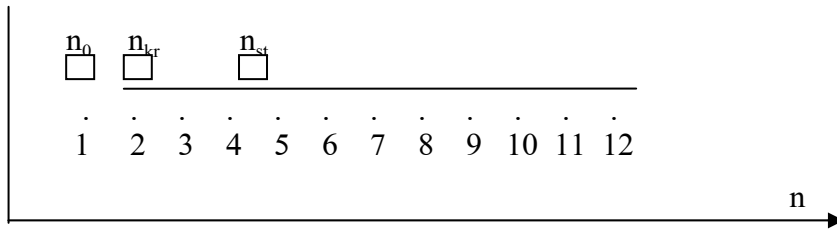
$$i^3 \sim G \sim \sqrt[4]{P_i^3 / n^3}$$

Deməli, maşının dəyişməz gücü şəraitində, fırlanma tezliyinin artması qabarit ölçülərinin və maşının kütləsinin azalmasına səbəb olur:

$$l^3 \sim G \sim 1 / \sqrt[4]{n^3} \quad (3)$$

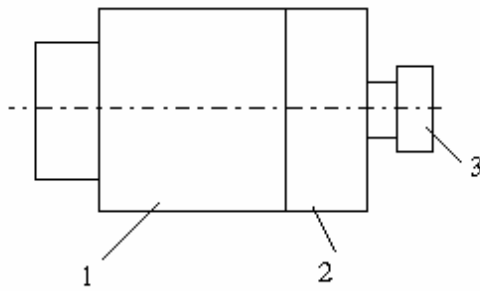
Həqiqətdə isə maşının qabarit ölçülərinin və kütləsinin tezliyin artması ilə azalması daha böyük sürətlə baş verir, belə ki, (3) ifadəsinə əsasən nominal fırlanma tezliyindən sonrakı artım nəticəsində maşının soyuma şəraiti yaxşılaşır (öz-özünə ventilyasiyada) ki, bu da B və  $\Delta$  elektromaqnit yüklərin artırılmasına imkan verir ki, nəticədə maşının qabarit ölçülərinin və kütləsinin bir qədər də azaldılmasına təminat verir.

Starter-generator sistemində keçiddə yuxarıda göstərilən mülahizələr əsas yer tutur. Avtomobil sənayesində daxili yanacaq mühərrikinin fırlanma tezliyi 1:6 sərhədlərində dəyişir. Starter-generatorun valı ilə daxili yanacaq mühərrikinin dirsəkli valı arasında qayıç ötürməsindən istifadə edərək onun ötürmə ədədi təxminən 2-yə bərabər qəbul olunarsa generator rejimində starter-generatorun lövbərində fırlanma tezliyi 1:12 sərhədlərində olacaqdır (şək.1). Daxili yanacaq mühərrikinin yüksüz işləmə rejiminə uyğun olan fırlanma tezliyinin  $n_0$  və ona yaxın sahəsində bort şəbəkəsi demək olar akkumulyator bankasından qidalanır.



Şək.1. Starter-generatorun lövbərinin fırlanma tezliyinin dəyişmə sərhədləri

$n_{kr}$  fırlanma tezliyindən xeyli aşağı tezliklərdə generatorun induksiyləndirdiyi elektrik hərəkət qüvvəsi artıq akkumulyator bankasının gərginliyinə ( $U_{AB}$ ) bərabər olacaqdır; məhz bu fırlanma tezliyi daxili yanacaq mühərrikinin faydalı işə qoşulduğu minimal fırlanma tezliyidir; onun normal iş rejimi buradan başlanır.



Şək.2 Starter-generatorun ümumi konstruktiv ifası.

- 1 - sabit cərəyan maşını;
- 2 - işəsalma çevirici qurğu - İÇQ;
- 3 - qasnaq

Starter-generatorun fırlanma tezliyi sahəsində ən vacib xarakterik nöqtə  $n_{st}$  – starter rejimi üçün fırlanma tezliyidir. Starter-generatorun layihələndirilməsi, hesabı, istismar və rejim xarakteristikalarının uyğunlaşdırılması bu nöqtə üçün yerinə yetirilir. İşə buraxma rejimi çoxpilləli reduktor vasitəsilə – işəsalma çevirici qurğu (İÇQ) – həyata keçirilir (şək. 2). Reduktorun ötürmə ədədi 15÷25, qayıç ötürməsi ilə birlikdə isə bu ədəd təxminən 30-50-yə bərabər olur. Konkret layihə zamanı starter-generatorun starter rejimi üçün qəbul edilmiş gücündən və generator rejimindəki tənzim zonasının uzunluğundan asılı olaraq ötürmə ədədinin qiyməti dəqiqləşdirilir.

Ümumi ötürmə ədədinin yüksək olması (3) bərabərliyinin göstəricilərinə görə sabit cərəyan mühərrikinin lövbərinin fırlanma tezliyini xeyli artırmağa imka yaradır ki, bunun da

nəticəsində onun ümumi çəkisi xeyli azalmış olur. Bu azalma generator rejimində lövbərin geniş zonada (1:12) problemsiz işləməsinə imkan verəcəkdir.

Sabit cərəyan mühərrikinin lövbərində qoyulmuş xüsusi dolaq, starter-generatorun generator rejiminə keçidi ilə əlaqədar olaraq, ikiqat elektrik hərəkət qüvvəsi yaratma rejiminə keçir ki, bu  $n_{st}$  fırlanma tezliyinin  $0.3 \div 0.5$  qiymətlərində bort elektrik şəbəkəsinə nominəl gərginlik verir və akkumulyator bankasının boşalma rejiminin qarşısını xeyli alır. Lövbərin ( $0.3 \div 0.5$ )  $n_{st}$  qiymətlərindən başlayaraq fırlanma tezliyinin 12 (şək.1) qiymətinə qədər normal bort gərginliyi (gərginlik tənzimləyicisinin daxil olması ilə) yaradılır.

Məsələnin həllində ən əsas konstruktiv işlənmələrdən biri generator rejimində etibarsız bir qovşaq kimi qəbul olunan kollektor-fırça sistemindən imtina olunmasıdır.

Bort elektrik şəbəkəsinin starter-generator sisteminə keçidi zamanı hazırki ikimaşınlı sistemin starterinə sərf olunan material sərfindən də az həcmə iki rejimi müasir etibarlılıq səviyyəsində yerinə yetirmək mümkün ola bilər. Sistemin yüksək səviyyədə layihələndirilməsi həm starter və həm də uzunmüddətli işləməyə malik olan generator rejiminin texniki-iqtisadi əsaslandırılması istiqamətində yerinə yetirilir.

- 
1. Справочник по электрическим машинам. Том 2. М. Энергоатомиздат, 1989
  2. *Кацман М.М.* Расчет и конструирование электрических машин. М. Энергоатомиздат, 1984.
  3. Техническая эксплуатация автомобилей (под ред. Г.В.Крамаренко). М. Транспорт, 1983.

## **ВОПРОСЫ ПЕРЕХОДА К ОДНОМАШИННОЙ СИСТЕМЕ В БОРТОВОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ**

**МУСАЕВ З.Н.**

В статье рассматривается вопрос применения одной машины, выполняющей функции двух электрических машин, установленных на борту свободно двигающихся объектов в качестве стартера и генератора. Анализируется возможность решения проблемы на основе высокой технологии, надежности и технико-экономических показателей.

## **ASPECTS OF TRANSITION TO ONE-MACHINE SYSTEM IN AN ONBOARD ELECTRICAL NETWORK**

**MUSAYEV Z.N.**

In article the question of application of one machine carrying out function of two electrical machines, established onboard of freely moving objects in role of the starter and the generator is examined. The opportunity of the decision of a problem on the basis of high technology, reliability and technical and economic parameters is analyzed.