

UOT 621.313.1

**DƏYİŞƏN CƏRƏYAN ELEKTRİK MAŞINLARINDA BİRQATLI DOLAQLAR VƏ
ONLARIN FAZALARA GÖRƏ BİRLƏŞDİRİLMƏ METODİKASI**

Balayeva Ə.H., Əliquliyeva X.V., Şirinova A.Y., Harunov A.T.

“Sumqayıt Dövlət Universiteti” PHŞ

Az5008, Sumqayıt şəh., Bakı küç., 1

*E-mail: balayeva.efile@mail.ru; xayala-firuza@mail.ru xayala. aynur.şirinova.79@mail. ru;
asim.harunov@sdu.edu.az*

Xülasə. *Məqalədə sənayenin müxtəlif sahələrində istifadəsi geniş vüsət tapmış dəyişən cərəyan elektrik maşınlarının dolaqlarının fazadaxili birləşmə sxemlərinin tərtibi verilmiş, həmçinin əsaslı təmir zamanı asinxron mühərrikində fırlanan maqnit sahəsinin yaranmasını təmin edən dolaqların qütb və fazaya görə birləşmə sxemlərinin qurulması və bu sxemlərin birləşdirilmə metodikasından bəhs edilir. Dəyişən cərəyan mühərriklərinin stator yuvalarında yerləşən dolaqların sarğac qrupunun sayı, dolaq növünün müəyyən edilməsi, hər bir sarğacın yerləşdiyi yuvaların təyin edilməsi, yuvalar arasındakı addım məsafələrinin (yuva sayının) hesablanması və sarğac qruplarındakı sarğular sayının müəyyənəşdirilməsi, eyni zamanda dəyişən cərəyan maşınlarında bir qatlı dolaqların (konsentrik, şablonlu və zəncirvari) qütb və fazalara görə yuvalarda yerləşdirilmə metodikası işlənmişdir.*

Abstract. *The article presents the design of in-phase connection schemes for the windings of alternating current machines, which are widely used in various fields of industry, and also discusses the construction of connection schemes for the poles and phases of the windings that ensure the creation of a rotating magnetic field in an asynchronous motor during major repairs, and the methodology for connecting these schemes. The number of winding groups of windings located in the stator slots of alternating current motors, the determination of the winding type, the determination of the slots in which each winding is located, the calculation of the step distances (number of slots) between the slots and the determination of the number of windings in the winding*

groups, as well as the method of placing single-layer windings (concentric, template and chain) in the slots according to poles and phases in alternating current machines have been developed.

Аннотация. В статье представлены расчеты схем синфазного соединения обмоток машин переменного тока, широко применяемых в различных областях промышленности, а также рассмотрены построение схем соединения полюсов и фаз обмоток, обеспечивающих создание вращающегося магнитного поля в асинхронном двигателе при капитальном ремонте, и методика выполнения этих схем. Разработаны число групп обмоток, размещаемых в пазах статора двигателей переменного тока, определение типа обмотки, определение пазов, в которых размещается каждая обмотка, расчет шаговых расстояний (числа пазов) между пазами и определение числа обмоток в группах обмоток, а также способ размещения однослойных обмоток (концентрических, шаблонных и цепочечных) в пазах по полюсам и фазам в машинах переменного тока.

Açar sözlər: cüt qütblər, stator yuvaları, konsentrik dolaqlar, sarğac qrupu

Key words: paired poles, stator slots, concentric windings, coil group

Ключевые слова: парные полюса, пазы статора, концентрические обмотки, группа катушек

Giriş. İstehsal prosesinin yüksək iqtisadi göstəricilərə malik olması bir başa enerji sisteminin və texnoloji proseslərin istehsal mexanizmlərinin əsasını təşkil edən elektrik mühərriklərinin dayanıqlı iş rejimlərindən asılıdır. Sənayenin müxtəlif sahələrində tətbiq olunan elektrik intiqal mühərriklərinin və texnoloji avadanlıqların daha etibarlı və yüksək f.i.ə -na malik olması və istehsal proseslərində dayanıqlı iş qabiliyyətinə malik olması üçün onların istismarında planlaşdırılmış sistem üzrə hazırlanmış əsaslı təmirə ehtiyac duyulur. Təsədüfi deyildir ki, istehsal proseslərində elektrik mühərriklərinin imtina səbəblərindən biri də onun dolaqlarının sıradan çıxmasıdır. Elektrik mühərriklərinin əsaslı təmir zamanı dolaqların qütb və fazalara görə yuvalarda yerləşdirilməsi, birləşmə sxemlərinin düzgün birləşdirilməsi vacib məsələlərdəndir.

Əsas hissə. Bildiyimiz kimi stator və rotorun maqnit axınının keçdiyi hissələrinə onların maqnit keçiriciləri və ya nüvələri və maqnit qüvvə xətlərinin keçdiyi bütün yola maşının maqnit dövrəsi deyilir. Maqnit sahəsinin axın xətləri rotorun fırlanması üçün başqa bir dolaqın keçiriciləri ilə kəsişir və onlarda e.h.q. yaranır. Elektrik maşınlarının dolaqlarında fırlanan maqnit sahəsinə əldə etməklə yanaşı, bunların bilavasitə iştirakı ilə enerji bir şəkildən başqa bir şəkə çevrilir.

Elektrik maşınlarının dolaqları maşının mühüm elementlərindəndir. Qeyd edək ki, elektrik maşınlarının tətbiq sahəsindən - gücündən asılı olaraq onların dolaqları da müxtəlif quruluşa və xarakterik xüsusiyyətlərə malikdir. Belə ki, onlar dəyişən cərəyan maşınlarının stator dolaqları, faz rotorlu asinxron mühərrikinin stator və rotor dolaqları, sabit cərəyan maşınlarının lövbər və təsirlənmə dolaqları və s. ayrılır. Dolaqların sarğılarının konstruksiyası, onların yuvalarda yerləşdirilməsi və öz aralarında sxemlərinin birləşdirilməsinə görə maşınların tipindən və təyinatından asılı olaraq onlar müxtəlif növlərə ayrılır. Elektrik maşınlarının istismar prosesində imtinalara səbəb olan qüsurların əksəriyyəti onların dolaqlarının sıradan çıxmasına gətirib çıxardır ki, təmir zamanı yuxarıda sadaladığımız hər hansı maşının dolaqlarının hissəli və əsaslı təmirə ehtiyacı olur.

Dəyişən cərəyan mühərriklərinin sarğı dolaqları birqatlı və ikiqatlı dolaqlardan ibarət olub, və aşağıdakı növlərə ayrılır:

- konsentrik,
- şablonlu,
- zəncirvari.

Birqatlı dolaqların müsbət cəhətlərinə daxildir:

- hazırlanması sadədir,
- ikiqatlı dolaqlarla müqayisədə misin yuvalarda yüksək doldurma əmsalına malikdir,

- izolyasiya materialının az sərfiyyatı.

Bu dolaqların çatışmayan cəhətləri ondan ibarətdir ki, maqnit hərəkət qüvvəsinin ayrılması böyük əhatəli yüksək harmonikalara təşkil edir ki, bu amplitudaya görə çox böyük, hansı ki, beşinci və altıncı harmonikalardır ki, nəticədə bu mühərrikin işəburaxma xarakteristikasına kəskin təsir edir. Konsentrik dolaqların çatışmayan cəhəti onun sarğaclarının müxtəlif addımlarla müxtəlif şablonlarda hazırlanması əlverişsiz olmasıdır. Bu dolaqların tipik göstəricilərindən biri hər bir dolağın sarğac qrupu “q” - sarğac sayından ibarət olmasıdır (fazada və qütbədəki yuvaların sayı). Bu göstəricini aşağıdakı ifadə ilə təyin etmək olar [4,7]:

$$q = \frac{Z_1}{2p} \quad (1)$$

Burada Z_1 – stator yuvalarının sayı; $2p$ – qütblər sayı; m – faza sayı ($m=3$).

Bu dolaqların digər tipik göstəricisi - hər bir dolaq “ τ ” - dolağın qütb bölgüsünün eninə malik olur hansı ki, onun tipindən asılı olmayaraq $3q$ yuvaya bərabər olur və yaxud aşağıdakı düstur ilə təyin edilir [4,7]:

$$\phi = \frac{Z_1}{2p} \quad (2)$$

Fırlanan maqnit sahəsinin alınması üçün iki şərt yerinə yetirilməlidir:

1. Fazaların başlanğıc və sonları 120 elektrik dərəcə bucaq altında yerləşməlidir;
2. Faza sarğılarının başlanğıclarına ($C1, C2, C3$) üçfazlı gərginlik verilməlidir.

Birinci şərti yerinə yetirmək üçün q yuvalarının 60 elektrik dərəcəsində olmasını bilmək vacibdir (stator yuvalarının və dolaqların qütblərinin sayından asılı olmayaraq). Buna görə də fazaların başlanğıcları iki faza zonasından (yəni $2q$ yuvalarından) sonra yerləşdirilir. Məsələn: birinci fazanın başlanğıcı ($C1$) birinci yuvada yerləşərsə, onda ikinci fazanın başlanğıcının ($C2$) yerləşdiyi yuvanın nömrəsi aşağıdakı ifadəyə əsasən hesablanır:

$$2 = C1 + 2q.$$

Anoloji olaraq üçüncü fazanın başlanğıcı üçün ($C3$):

$$C3 = C2 + 2q = C1 + 4q$$

“q” dolaqları üçün birinci fazanın sonu ($C4$) başlanğıc ($C3$) yuvasında və ya ondan aşağı yuvalarda yerləşir və yuva nömrəsi aşağıdakı ifadə ilə müəyyən olunur:

$$C4 = (Z1 - 3q) + 1$$

Əgər $q > 3$ olarsa, onda $C4 = (Z1 - 3q) + 0,5q + 1$ kimi təyin olunur.

Biz artıq yuxarıda qeyd etmişdik ki, konsentrik dolaqlarda sarğac qrupunun hər bir sarğacı müxtəlif addımlarla hazırlanır, məsələn, $q = 3$ ilə, y_1 qismən kiçik sarğacının ilk addımı, y_2 orta sarğacının birinciyə nisbətən qismən orta addımı, y_3 müvafiq olaraq daha qismən böyük addımın sarğacı hesab olunur. Deməli, ilk birinci addım - eyni fazaya məxsus növbəti sarğac arasındakı məsafədir (şəkil 1).

Hesablanmış dolaq addımı yort, ilə ifadə olunur və dolaq addımını təyin edən dolaq əmsalının qiyməti aşağıdakı düsturla hesablanır [1,2, 3, 5]:

$$y_{ort} = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n} \quad (3)$$

və yaxud

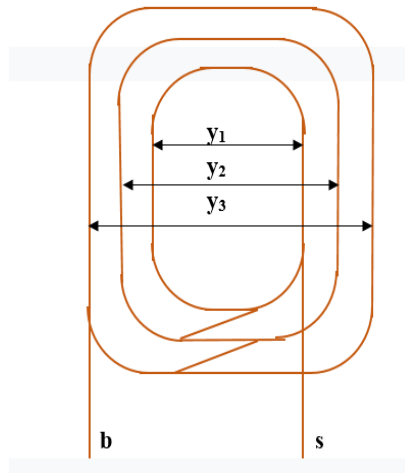
$$y_{ort} = \frac{Z_1}{2p} \quad (4)$$

burada n - sarğac qrupundakı sarğacların sayıdır.

Məsələn: $q = 3$ üçün

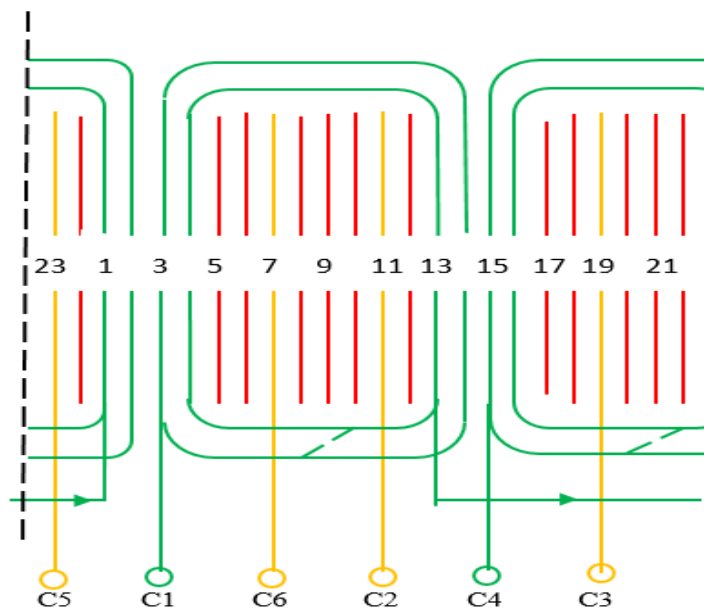
$$y_{ort} = \frac{y_1 + y_2 + y_3}{3} \quad (5)$$

kimi hesablanır.



Şəkil 1. Konsentrik dolaqların sarğac qrupu

Konsentrik dolaqların sarğac qrupları, $q = 3$. Sarğac qrupundakı sarğac sayı 3-dən çox olduqda ($q > 3$) birqatlı konsentrik dolaqların alın birləşmələrinin uzunluğunun azaldılması və mis sərfiyyatının azaldılması “parçalanmış” yerinə yetirilir, beləki, sarğac qrupu iki yarım qrupa bölünür, hansı ki, əks istiqamətlərdə yerləşdirilir (şəkil 2). Bu şəkildə fazaların “parçalanmış” bir qatlı konsentrik dolaqlarının yerləşdirilməsi verilmişdir. “N” fazasında sarğac qruplarının sayı qütblərin sayından və sarğac qrupundakı sarğacların sayından asılıdır. “q” üçün $3N = p$ aşağı və yaxud bərabər; $q > 3$ üçün $N = 2p$ olur.



Şəkil 2. “Parçalanmış” bir qatlı konsentrik dolaqların A fazasının sxemi

Sarğac nömrələrini müəyyənləşdirmək üçün dairə şəklində statorun görünüşünü çəkməklə və onu 2pm faza zonasına bölürük. Və paylama qanunu ilə faza zonasında faza dolaqlarının bölgüsünü qururuq, onda faza zonasına görə fazanın paylanmasını qəbul edirik - A, C, B, A, C, B, və s.

$$Z1=24, 2p=4, a=1, q=4$$

Hər bir faza zonası “q” üçün, 3 - ə bərabər və yaxud az bir sarğac qrupu tərəfindən doldurulur. Əgər “q” 4 - dən az və ya ona bərabər olarsa, onda dolaqlar “parçalanmış” şəkildə hazırlanır, bu halda hər bir faza zonası ikili sarğac qrupu ilə doldurulur.

Fazanın faza zonasına görə paylaşıldıqdan sonra hansı faza zonasında fazanın başlanğıcının yerləşdiyini təyin edək. Birinci faza zonasından birinci faza başlayır. İkinci faza – iki faza zonasından sonra (üçüncüdə). Üçüncü fazanın başlanğıcı dördüncü faza zonasından sonra yerləşir (beşinci faza zonasında). Sarğac qrupunun nömrələnməsi adətən saat əqrəbi istiqamətində birinci sarğac qrupundan qəbul edilir - 1,2,3,4 və s. Belə olan halda fazaya görə sarğac qruplarının nömrəsini başqa bir formada paylaşdırmaq olar (cədvəl).

Sarğac qrupları q- sarğacdən ibarət olur, mütləq fazaya elə birləşməlidir ki, lazım olan qütblər sayını və onların bir birinin əvəz etməsini təmin etsin və yaxud, əgər $q > 3$, sarğac qruplarının fazada birləşməyi qarşı- qarşıya (sonu son ilə, başlanğıcı başlanğıc ilə). Əgər $q \leq 3$ – bərabər və yaxud az olarsa, onda sarğaslar qrupunun fazada (sonu başlanğıc ilə) birləşdirmək olar.

Qeyd. Sarğac qruplarının sayı onların yuvada yerləşdirilmə sırası ilə göstərilib.

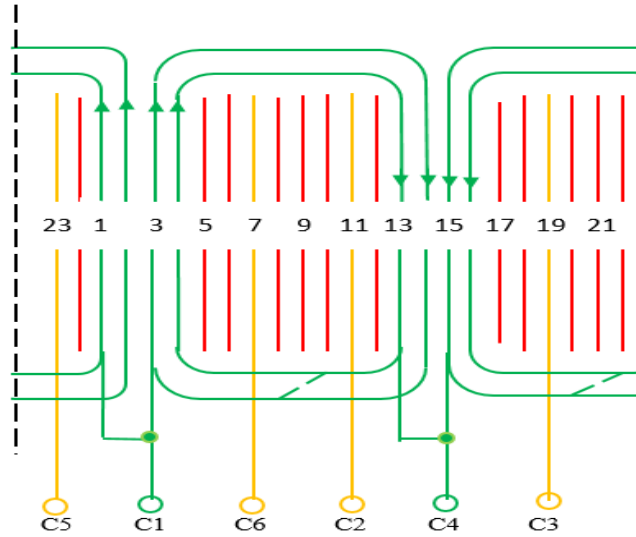
Qoyuluş gücü böyük olan mühərriklərə görə hansı ki, hazırlanan dolaq naqilinin n kəsiyinin azaldılması üçün sarğac qrupları bir neçə paralel budaqlarda birləşir (şəkil 3, 4). Paralel budaqların “a” sayı qoyulmuş tələbə görə təyin olunması mümkündür, hansı ki, $2p/a$ münasibətində tam ədədlə ifadə alınmalıdır [1, 4].

Üç fazalı birqatlı dolaqların sarğac qrupunun nömrələrinin paylanması (cədvəl).

Cədvəl

<i>Qütblər sayı</i>	<i>Fazaya görə sarğac qrupunun nömrəsi</i>	<i>Qeyd</i>
1	2	
$2p=2, (q>3, \text{parçalanmış})$	A - 1, 4; B - 3, 6; C - 5, 2	
$2p=4, (q>3, \text{parçalanmış})$	A - 1, 4, 7, 10; B - 3, 6, 9, 12; C - 5, 8, 11, 2	
$2p=4, (q\leq 3)$	A - 1, 4; B - 3, 6; C - 5, 2 və ya A - 1, 4; C - 3, 6; B - 5, 2	
$2p=6, (q\leq 3)$	A - 1, 4, 7; B - 3, 6, 9; C - 5, 8, 2 və ya A - 1, 4, 7; C - 3, 6, 9; B - 5, 8, 2	
$2p=8, (q\leq 3)$	A - 1, 4, 7, 10; B - 3, 6, 9, 12; C - 5, 8, 11, 2 və ya A - 1, 4, 7, 10; C - 3, 6, 9, 12; B - 5, 8, 11, 2	

Məsələn: $2p=2, a=1,2$; $2p=4, a=1,2,4$; $2p=6, a=1,3$; $2p=8, a=1,2,4$; $2p=12, a=1,2,3,4,6$ və s. və yaxud sarğac qruplarının (çinləşdirilməsi) yerləşdirilməsi sırası ilə.



Şəkil 3. “Parçalanmış “ birqatlı konsentrik dolaqların A fazasının sxemi

$$Z_1 = 24, 2p=2, a=2, q= 4$$

Nümunə üçün 24 yuvada dolaqların yerləşdirilməsi iki üsulla ilə təklif olunur:

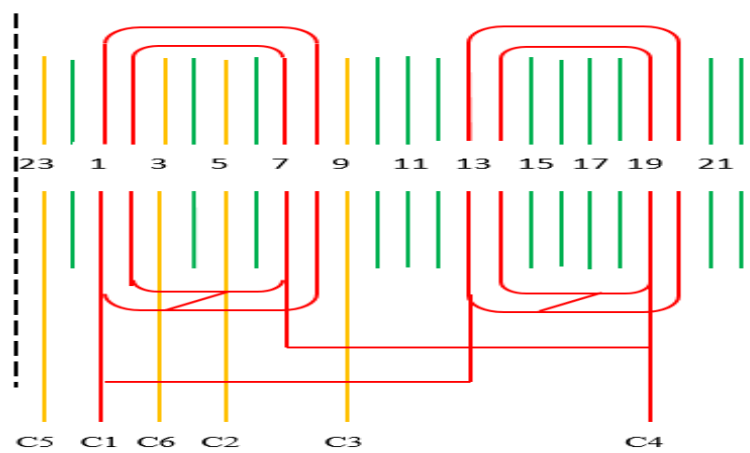
- qütblər sayı $2p=4$
- və paralel budaqların sayı $a=1$.

Nümunə:

1. Yuvaların sayını qütb və fazaya görə təyin edirik (sarğac qrupundakı sarğaclar sayı):

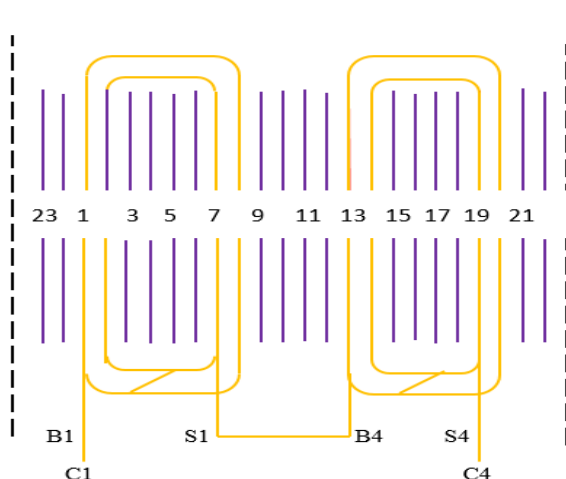
$$q = \frac{Z_1}{2pm} = \frac{24}{2 \cdot 2 \cdot 3} = 2$$

2. Stator dolaqlarını faza sahəsinə görə ayıraraq, “q” yuvalarında yerləşən A, B, C fazalarını qeyd edirik. Texniki ədəbiyyatlarda dolaqların açılmış sxemini iki və üç müstəvidə təsvir edilir. Açılmış sxemlərin sayılması asan olması üçün bir müstəvidə təsvir edilir (şəkil 2, 3, 4, 5, 6, 7 və s.).

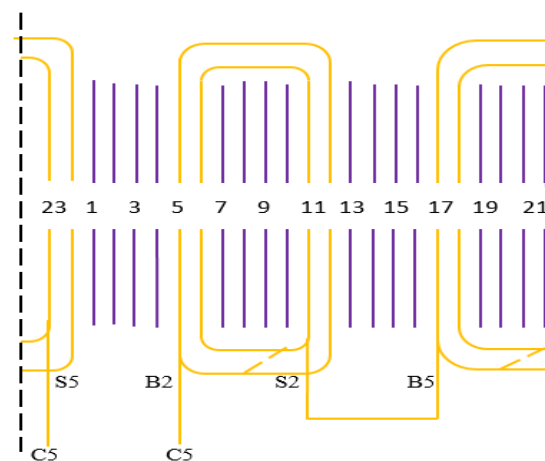


Şəkil 4. Birqatlı konsentrik dolaqların “ A ” fazasının sxemi

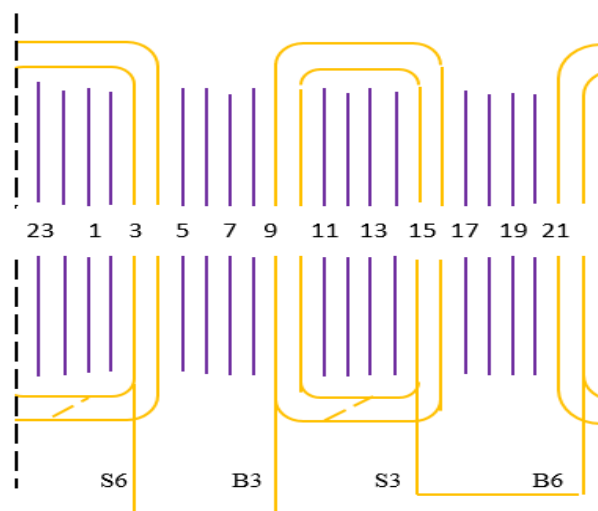
$$Z_1= 24, 2p=4, a=2, q=4$$



Şəkil 5. "A" fazasının sxemi



Şəkil 6. "B" fazasının sxemi



Şəkil 7. "C" fazasının sxemi

Nəticə. 1. Araşdırmalar nəticəsində yüngül sənaye, metallurgiya sənayesi, kimya müəssisələri, neft sənayesində və s. istifadə olunan müasir elektrik intiqal mühərriklərinin istismarında əsaslı təmir zamanı dolaqlarının qütblərə və fazalara görə birləşmə sxeminin düzgün birləşdirilməsi və təyin edilməsi yolu ilə onların yüksək etibarlılıq və f.i.ə.-na malik olmasına nail olunur. 2. Verilmiş məlumatlar sənaye müəssisələrində elektrik intiqal mühərriklərinin istismarında əsaslı təmiri zamanı və ali məktəb tələbələri üçün "Elektrik intiqallarının istismarı, təmiri və sazlanması", həmçinin "Elektrik maşınlarının etibarlılığı və sınağı", "Elektrik intiqallarının diaqnostikası" fənlərinin mənimsənilməsində etibarlı mənbə hesab oluna bilər.

Qoyulmuş məsələdə aparılan nəzəri tədqiqatların düzgünlüyü praktiki yolla müəyyən edilmişdir. Dəyişən cərəyan elektrik maşınlarına qoyulan tələbatlar təyin edilərək verilmiş sxem və nəzəri məlumatlar elektrik maşınlarının istismarı və təmiri bazasında realizasiyaları həyata keçirilmişdir.

Ədəbiyyat

1. Александр Еремеев. Обмотки электрических машин; Издательство · Государственное энергетическое издательство; Место издания -Москва, Ленинград; -2008; - с. 481.
2. Balayeva Ə.H. “Dolaqları yanmış və texniki göstəriciləri məlim olmayan asinxron mühərrikinin sarğılarının və texniki göstəricilərinin bərpası“, Azərbaycan Dillər Universiteti, Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XVIII Respublika Elmi Konfransı.- Bakı, -2013
3. Məmmədov F.İ., Balayeva Ə.H. “Elektrik mühərriklərinin dolaqlarına texniki nəzarət, dolaqlarda zədə yerlərinin təyin olunma üsulları”. - Sumqayıt Dövlət Universiteti, Elmi xəbərlər,- Cild №1, -2015
4. Иванов-Смоленский, А.В. Универсальный метод расчета электромагнитных процессов в электрических машинах / А.В. Иванов- Смоленский, Ю.В. Абрамкин, А.И. Власов, В.А. Кузнецов. Под редакцией Иванова - Смоленского А.В.-Москва: - Энергоатомиздат, - 2004, - 245 с.
5. Аникеенко В.М., Петросова А.В., Пионов А.П. «Обмоточные провода»- Электроника, учебники, Москва
6. Кацман М.М. Электрические машины. Справочник (спо) / М.М. Кацман. -М.: - КноРус, - 2015, - с. 288.