

UOT 621-317.7;621-319

## ELEKTRİK MAŞINLARINDA STATOR DOLAĞININ İZOLYASIYASININ KORLANMASI

MƏRUF OV İ.M., PİRİYEVA N.M, QANIYEVA N.A., MUXTAROVA K.M

*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti*  
Ünvan : Azərbaycan , Bakı AZ 1010, Azadlıq prospekti, 20  
E-mail : [necibe.piriyeva@mail.ru](mailto:necibe.piriyeva@mail.ru)

Elektrik maşınlarının ən vacib hissələrindən biri də onun stator dolağıdır. Stator dolağının izolyasiyası da müxtəlif səbəblərdən sıradan çıxa bilər. Məqalədə təhlillər aparılmış, elektrik maşınlarında stator dolağının izolyasiyasının korlanma səbəbləri və dolağda istifadə olunan izolyasiya sinifləri araşdırılmışdır. Bununla yanaşı dolağın izolyasiyasının korlanmasına qarşı maşınlarda etibarlı mühafizə sistemləri təklif olunmuşdur.

**Açar sözlər:** Stator dolağı, izolyasiya, mühafizə, izolyasiya sinifləri, temperaturun təsiri.

### Giriş:

Stator elektrik maşınlarının tərpənməz hissəsi sayılır. Eyni zamanda statorun yerinə yetirdiyi ən mühüm funksiyası onun maqnit keçiricisi olmasıdır. Stator nüvə və gövdədən ibarət olur. Nüvə dedikdə üzərinə izolyasiya qatı çəkilmiş, qalınlığı 0.35 mm - 0.50 mm arasında dəyişən anizotrop soyuq döyülmüş polad vərəqlər başa düşülür. Stator dolağı bu nüvənin yuvalarında yerləşdirilir. Sual oluna bilər ki, nə üçün laminasiya edilmiş vərəqlərin əvəzinə bütöv bir şəkildə nüvə istifadə edilmir. Səbəb bir-birindən nazik izolyasiya təbəqəsi ilə ayrılmış olan vərəqlər dövrü cərəyanları azaldır və itkilərin azalmasında önəmli rol oynayır.

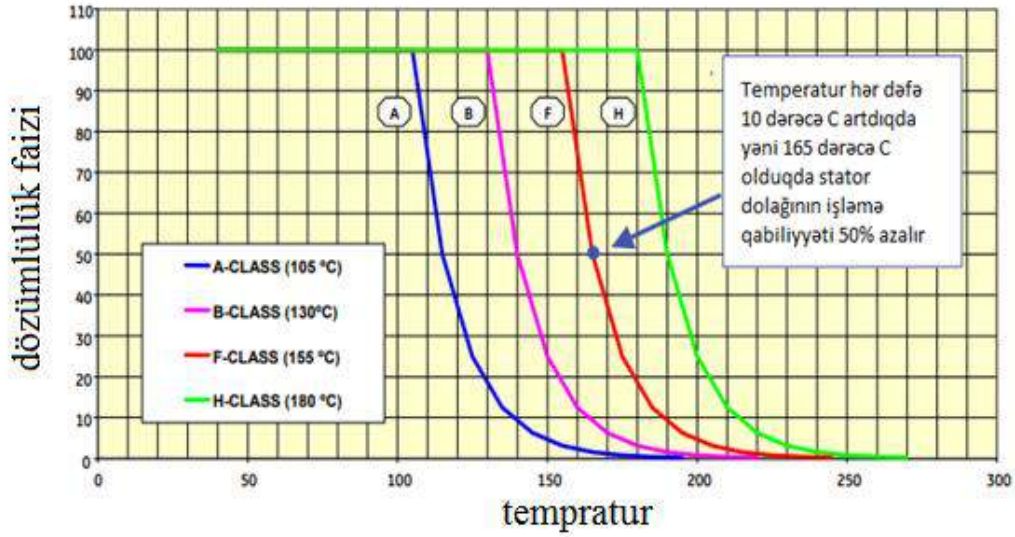
**Məsələnin qoyuluşu:** Dolağın sıradan çıxması bəzi faktorların təsiri ilə birbaşa bağlıdır ki, onlar istilik, elektrik, mexaniki və ətraf mühit təsirləridir.

*İstilikdən korlanma:* Əgər dolaq özünün qəbul edilmiş temperaturundan artıq qızdıqda termiki pisləşmə baş verir. Bu istilik dolağın izolyasiyasının tərkibindəki kimyəvi rabitələri qırır. Bu da izolyasiyanı kövrəkləşdirir və onun çatlama ehtimalını artırır. İfratqızma həm ifrat yüklənmədən həm də soyutma sisteminin imtinasından da yarana bilər.

*Mexaniki korlanma:* Mexaniki korlanma həddindən artıq titrəmələrdən meydana çıxan bir nəticədir. Su ilə soyudula bilən statorlar üçün titrəmələrdən çatlar yarana bilər ki, bu da ətraf mühitlə əlaqədar olan korlanmadır. Stator yuvalarında dolaqlar möhkəm yerləşdirilməlidir ki, titrəmələr zamanı dolağın izolyasiyası korlanmasın.

*Ətraf mühitdən korlanma:* Çirklənmə izolyasiyaya suyun, yağın, tozun sızma bilməyidir. Çirklənmə dolağı iki yolla korlayır. Birincisi o izolyasiyanın elektrik və mexaniki möhkəmliyini azaldır. Bəzi izolyasiya növləri vardır ki, onlar digər izolyasiya növlərinə nisbətən çox həssasdırlar. Məsələn bəzi izolyasiyalar təbii tərkiblərdən hazırlanırlar və onlar sintetik tərkiblərdən hazırlanan izolyasiyalara görə suyun təsirinə daha çox məruz qalırlar. İkincisi, bu cür çirklənmə potensial fərqlərdən yaranan kiçik cərəyanlar üçün keçidlər yaradırlar. Az müqavimətli keçidlər xətalara gətirib çıxarırlar.

**Məsələnin həlli:** Stator dolağının üzərinə çəkilən izolyasiya materialları onların nə qədər müddətdə istiliyə dözmə qabiliyyətləri əsasında sinifləndirilir. Bildiyimiz kimi hər dəfə yük artdıqca axan cərəyanın hesabına dolağın temperaturu artır. Həmin temperatur faktoru əsasında izolyasiya tərkibi siniflərə bölünür (Şəkil 1). Cədvəl 1-də izolyasiya sinifləri və onların dözmə temperaturları verilmişdir.



Şək.1. Temperatur hər dəfə 10 dərəcə artdıqda izolyasiyanın ömrü 50% azalır.

Cədvəl 1

#### Dolaqların müxtəlif siniflərə uyğun izolyasiya tərkibləri

İzolyasiyanın Sinfi	İzolyasiyanın Tərkibi	İzolyasiyanın Dözmə Temperaturu
Y	Pampıq, İpək, Kağız	90°C – 194F
A	Kağız, İpək, Pampıq, Polimid və Rezin	105°C – 221F
E	Sintetik rezin, minalanmış tel, sellüloza, Polivinil rezin, qətran, Plastik Toz	120°C – 248F
B	Mika, Lif, Şüşə, Azbest	130°C – 266F
F	Mika, Qətran	155°C – 311F
H	Mika, Şüşə Lifi və Azbest	180°C – 356F
C	Mika, Keramika, Şüşə, Teflon və Quartz	>180°C - >356F

Ümumilikdə elektrik maşınlarının dolaqlarının temperaturu pasportlarında göstərilmiş olan izolyasiya sinfinin üzərinə çıxmamalıdır. Əks halda hər artan 10% temperatura görə elektrik maşınının işləmə ömrü iki dəfə azalır. Məsələn:

Əgər elektrik maşınının dolağının temperaturu 180°C-yə qədər qalxıbsa onda:

- Yalnız 300 saat işləyəcək əgər bu A sinfi izolyasiyadırsa
- 1800 saat işləyəcək əgər bu B sinfi izolyasiyadırsa
- 8500 saat işləyəcək əgər bu F sinfi izolyasiyadırsa
- 10000 saat işləyəcək əgər bu H sinfi izolyasiyadırsa

Ən çox rast gəlinən qəza stator sarğısının izolyasiyasının korlanıb tək fazanın yerlə qapanmasıdır. Aşkar olunmamış bu qəza stator nüvəsini korlayır. Hava ilə soyudulan maşınlarda alovun yaranması da mümkündür. Buna görə stator dolağını mühafizə etmək üçün xüsusi mühafizə lazımdır.

Stator dolağının yerlə qapanma xətaləri dolağın izolyasiyasının korlanmasının hesabına daha çox baş verir. Müxtəlif cür stator dolağının yerlə qapanma xətaləri vardır:

- a) Fazın yerlə qapanması
- b) Fazın faz ilə qapanması
- c) Sarğılararası qapanma

Fazın yerlə qapanması stator dolağının neytralına birləşdirilmiş olan torpaqlama transformatoru ilə limitləndirilir. Fazın faz ilə yaxud da sarğılararası qapanmaların baş vermə ehtimalı olduqca aşağıdır. İki fazın arasındakı izolyasiya təbəqəsi dolağın dəmir nüvə ilə arasında qalan izolyasiya təbəqəsindən ən azı iki dəfə qalıdır bu səbəbdən də fazlar arası qapanma daha az sayda müşahidə olunur. Sarğılararası qapanma qəfil gələn cərəyan dalğalarının hesabına yarana bilər. Yüksək müqavimət xəta cərəyanını azaldır, buna görə də diferensial mühafizə üçün yüksək müqavimətli xətaləri aşkarlamaq çox çətin olur. Beləliklə diferensial mühafizə yüksək müqavimətlə torpaqlanmada işləmir.

Əgər xəta stator dolağının terminal tərəfində baş verərsə neytral tərəfdə gərginlik tam qiymətinə çatır və neytral torpaqlama transformatorundan maksimum gərginlik yaranır ki, bu da asılı xarakteristikəli ifrat gərginlik relesinin cəld işə düşməsinə zəmin yaradır. Ancaq, xəta neytral tərəfdə baş verərsə stator dolağının neytralında çox az gərginlik olur ki, bu da neytral torpaqlama transformatorunda az gərginliyin olmasına gətirib çıxarır. Bu səbəbdən asılı xarakteristikəli ifrat gərginlik relesi gec işə düşür. Əgər xəta neytrala çox yaxın bir yerdə baş verirsə dolağın 5%-dən az hissəsi üçün rele nəzarətsiz qala bilər. Bu mühafizə sistemi stator dolağının yalnız 95% mühafizə edir neytrala yaxın olan 5% hissə isə mühafizə olunmamış qalır çünki həmin yerdəki xəta relenin işə düşə bilməyi üçün yaradacağı gərginlik çox aşağıdır.

İzolyasiyanın korlanması yerlə qapanma xətasının ən əsas səbəblərindən biridir. Generatorun sıfır ardıcılıqlı müqaviməti adətən müsbət və ya mənfi ardıcılıqlı müqavimətdən kiçik olur bu səbəbdən birbaşa yerləbirləşdirilmiş generator üçün tək fazın yerlə qapandığı zaman cərəyan üç fazın qısaqapanması zamanı yaranan cərəyandan böyük olur. Yerlə qapanma xətasını limitləmək üçün generatorlar adətən müqavimət vasitəsilə torpaqlanırlar. Generator müqavimətlə torpaqlananda, fazın yerlə qapanmasını hiss edən xəta cərəyanı fazlararası qapanma ilə müqayisədə çox kiçik olur. Xətanın baş verdiyi yerdən və torpaqlamanın növündən asılı olaraq yerlə qapanmadan mühafizə metodları bir birindən fərqləndirilir.

### **Nəticə:**

Aparılmış araşdırmalar nəticəsində stator dolağının izolyasiyasının korlanma səbəbləri müəyyənləşdirilmişdir. Dolağın izolyasiya siniflərinə baxılmış və hər temperatura uyğun olaraq izolyasiya materialları təyin olunmuşdur. Eyni zamanda izolyasiyası korlanmış maşınlarda zədələnmənin vaxtında aşkarlanması üçün mühafizə tədbirləri təklif olunmuşdur.

1. *Axel Kullander, Johan Malmberg*: Sustainable Business for ABB Motors and Generators. Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden 2017, Report No. E2017:133.
2. *Walter Schossig*: “The History of Generator Protection”.
3. *Arun Phadke*: “Power System Protection”, Virginia Polytechnic Institute, The Electric Power Engineering Handbook, Ed. L.L Grigsby, Boca Raton: CRC Press LLC, 2001.
4. *Ahmad Rizal Sultan, Mohd Wazir bin Mustafa*: “Ground Fault Protection Methods of a Generator Stator”, Technology University of Malaysia.
5. *Ramandeep Kaur Auja*: “Generator Stator Protection, under/over voltage, frequency and unbalanced loading” Department of Electrical and Computer Engineering, The University of Western Ontario London, S.No 250447392.
6. ABB: “Injection based 100% stator earth fault protection”.

7. *Eirik Sundal*: “Analysis of relay protection for generators” NTNU-Trondheim Norwegian University of Science and Technology, June 2015.
8. ABB: “Generator Protection”.
9. ANSI Standard Device Numbers & Common Acronyms.
10. *Steve Turner*: “Applying 100% Stator Ground Fault Protection by Low Frequency Injection for Generator”.
11. *Prafulla Pillai, Kellogg Brown*: “Grounding and Ground Fault Protection of Multiple Generator Installations on Medium Voltage Industrial and Commercial Power Systems”.
12. *Steve Turner*: “Theory, Application, and Commissioning of Generator 100% Stator Ground Fault Protection Using Low Frequency Injection” Senior Member, IEEE.

## **ПОВРЕЖДЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТКИ СТАТОРА В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИНАХ**

**МАРУФОВ И.М., ПИРИЕВА Н.М., ГАНИЕВА Н.А., МУХТАРОВА К.М.**

Одной из важнейших частей электрооборудования является его обмотка статора. Изоляция статора также может быть нарушена по разным причинам. В статье проанализированы причины коррозии изоляции статора в электрических машинах и классы изоляции, используемые в ней. Кроме того, для машин были предложены надежные системы защиты от коррозии.

**Ключевые слова:** обмотка статора, изоляция, защита, классы изоляции, влияние температуры.

## **HURT OF STATOR WINDING INSULATION IN ELECTRICAL MACHINES**

**MARUFOV I.M., PIRIYEVA N.M., QANIEVA N.A., MUXTAROVA K.M.**

One of the most important parts of electric is its stator machines winding. The isolation of the stator can also be disrupted for various reasons. The article analyzed the causes of corrosion of stator wound insulation in electric machines and insulation classes used in the wound. In addition, reliable protection systems have been offered on machines against spoilage insulation.

**Key words:** stator winding, insulation, protection, insulation classes, effects of temprature.