

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВНУТРІШНІХ СПРАВ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

з навчальної дисципліни  
**«Технологія виробництва електричних машин і апаратів»**  
вибіркових компонент  
освітньо-професійної програми першого(бакалаврського) рівня вищої освіти

**Електромеханіка**

**за темою - Контроль і випробування обмоток**

**Харків 2022**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 30.08.2022 № 8

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою Кременчуцького  
льотного коледжу Харківського  
національного університету  
внутрішніх справ  
Протокол від 22.08.2022 № 1

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією Науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 29.08.2022 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 15.08.2022 № 1.

**Розробник:** к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання Волканін Є.Є.

**Рецензенти:**

1. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.
2. Професор циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії Гаврилюк Ю.М.

**План лекції:**

1. Призначення, стадії контролю та випробування обмоток.
2. Перевірка обмоток на відсутність міжвиткового замикання.
3. Перевірка послідовності фаз статора.

**Рекомендована література:****Основна література:**

1. Юхимчук В.Д. Технологія виробництва електричних машин: Підручник/ В.Д. Юхимчук – Х.: Тім Пабліш Груп, 2014.
2. Чучман Ю. І. Технологія машинобудування для електромеханіків.: Навч. посібник для студ. електромех. спец. ВНЗ України. - Львів: Вид-во Нац. Ун-ту «Львівська політехніка», 2001.- 356 с.
3. Чучман Ю. І. Виготовлення феромагнітних осердь електротехнічних пристроїв.: Навч. посібник для студ. електромех. спец. ВНЗ України. - Львів: Вид-во Нац. Ун-ту «Львівська політехніка», 2003. - 246 с.

**Допоміжна література:**

1. Електричні машини: підручник / Б.Т. Кононов, Г.І. Лагутін, О.Б. Котов та ін.; за заг. ред. Б.Т. Кононова. – Харків : ХУПС, 2015. – 493 с.
2. Белікова Л.Я. Електричні машини: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Л.Я. Белікова, В.П. Шевченко. – Одеса : Наука і техніка, 2012. – 478 с.
3. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс : навчальний посібник. – Харків: Вид-во «Точка», 2012. – 340 с.

**Інформаційні ресурси в Інтернеті:**

1. <https://leg.co.ua/info/elektricheskie-mashiny/tehnologiya-i-oborudovanie-proizvodstva-elektricheskikh-mashin.html>
2. <http://web.kpi.kharkov.ua/elmask/wp-content/uploads/sites/108/2017/04/Tehnologiya-proizvodstva-elektricheskikh-mashin-v-2-h-knigah.YUhimchuk-V.D.-2006.pdf>

## Текст лекції

### 1. Призначення, стадії контролю та випробування обмоток.

Довговічність і надійність роботи електричної машини залежать головним чином від якості обмоток. Тому в процесі виробництва обмоток стан їх ізоляції перевіряється неодноразово. Контроль і випробування обмоток виробляють з метою визначення відповідності їх кресленням і попередження потрапляння пошкоджених обмоток на наступні операції виготовлення.

Контроль і випробування обмоток виробляють на наступних стадіях виготовлення:

- 1) в процесі і після закінчення виготовлення котушок обмотки;
- 2) в процесі укладання в пази сердечника і на готовому якорі (роторі, статорі);
- 3) після закінчення збирання електричної машини.

У виготовлених обмоток (крім котушок всипною обмотки) проводиться контроль геометричних розмірів на відповідність заданих кресленням, перевіряється міцність виткової ізоляції проводів котушок і її зовнішньої ізоляції по відношенню до корпусу, у полюсних котушок, крім того, перевіряється полярність, правильність маркування висновків. У котушок паралельного збудження в процесі виготовлення перевіряються активний опір і кількість витків.

У котушок з всипною обмоткою, що не мають зовнішньої ізоляції від корпусу і витки яких після намотування не прилягають один до одного, немає необхідності перевіряти міцність ізоляції. Котушки ці проходять перевірку після укладання в пази.

В процесі укладання обмоток в пази якоря і після закінчення його виготовлення виробляються такі операції випробування і контролю;

а) після насадки колектора на вал сердечника перевіряють колектор на відсутність замикань між пластинами на електричну міцність його по відношенню до корпусу. Незважаючи на те що перевірка зазначених параметрів колектора вже проводилася в процесі його виготовлення, повторне випробування колектора на осерді перед укладанням обмотки необхідно для того, щоб виключити можливість потрапляння випадково пропущених раніше «бракованих або пошкоджених при транспортуванні і насадки на вал колекторів;

б) після укладання обмотки в пази сердечника перевіряється міцність її ізоляції відносно корпусу та відсутність виткових замикань;

в) після пайки і обточування колектора перевіряється правильність з'єднань, цілісність ланцюга (наявність обривів), міцність ізоляції і відсутність виткових замикань;

г) у готового якоря перевіряється міцність ізоляції і відсутність виткових замикань.

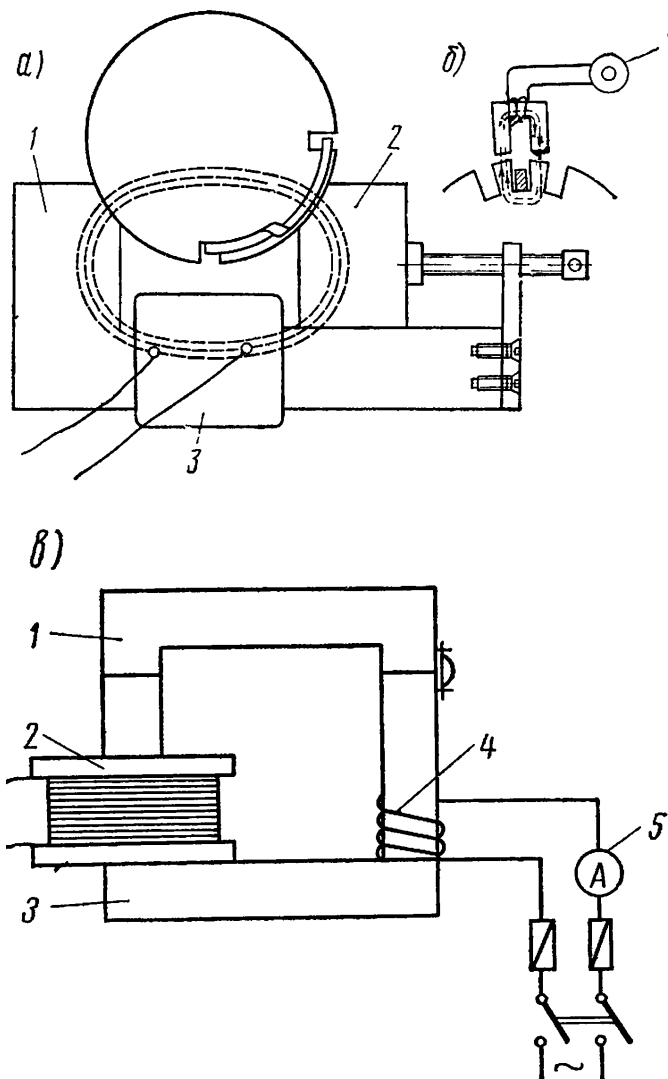
Як видно зі сказаного вище, ізоляція обмоток перевіряється після кожної операції, при виконанні якої може бути порушена цілісність ізоляції. Величина випробувальної напруги при випробуванні на електричну міцність міжвиткової ізоляції обмоток дорівнює 1,3 номінальної напруги. Під підвищеним напругою обмотка при випробуванні повинна перебувати протягом 5 хв.

## 2. Перевірка обмоток на відсутність міжвиткового замикання.

Перевірку обмоток на відсутність міжвиткового замикання виробляють наступними методами.

Метод индуктирование напруги. Зазначеним методом перевіряється міцність виткової ізоляції котушок якорів з петлевою і хвильової обмотками, статорів і фазних роторів і у котушок збудження.

Випробування якорів проводиться за допомогою спеціального електромагніта (а). Він складається з полюсних наконечників 1 і 2, сердечника з котушкою 3. На котушку подається змінний струм частотою 500-1000 Гц, в результаті чого порушується магнітний потік. Якщо покласти випробуваний якір на полюсні наконечники, то потік замкнеться через якір і в його обмотці наведеться змінна електрорушійна сила.



Мал. Перевірка обмоток на відсутність короткозамкнених витків методом індуктування напруги:

- а - у якоря на спеціальному електромагніті;
- б - у ротора за допомогою телефонної трубки;
- в - у котушки збудження

При наявності в будь-якої котушці короткозамкнених витків або при замиканні пластин колектора, до яких приєднані кінці котушки, в котушках потече великий струм. У зубцях паза з короткозамкненими витками буде створюватися сильний магнітний потік.

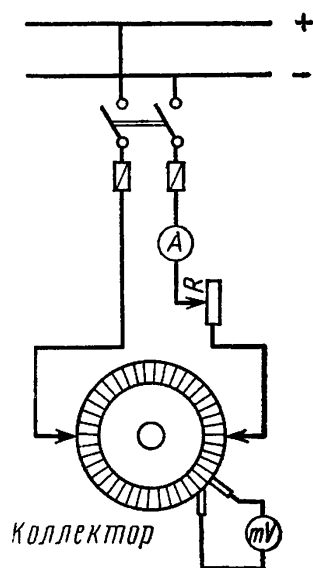
Котушки з короткозамкненими витками у статоров і фазних роторів можна виявити за допомогою телефонної трубки 2, приєднаної до котушці невеликого П-образного магніту, що живиться змінним струмом високої частоти (рис. Б).

Магніт пересувають по колу ротора або статора. При проходженні його над пазами з справними котушками в телефоні чується рівномірне гудіння. Коли магніт знаходиться над пазом з короткозамкненими витками, в телефонній трубці буде чути різкий звук. Пази з дефектними котушками відзначають крейдою, і виріб відправляють в ремонт.

На ще більш простому пристосуванні (рис. В) перевіряється наявність коротко-замкнутих витків у котушок збудження до укладання їх в машину. Пристосування являє собою електромагніт 5, замикається відкидним ярмом 2. На одному з сердечників електромагніту знаходиться первинна котушка 4, яка живиться від високочастотного генератора (500-1000 Гц) змінного струму, на інший - надівається випробувана котушка 2 з роз'єднаними висновками. При включенні ланцюга в осерді електромагніту збуджується котушкою 4 магнітний потік. Якщо в випробуваній котушці немає короткозамкнених витків і ланцюг розімкнути, то індуктуватиметься напруга в ній не буде.

При наявності ж короткозамкнутих витків або дефектів виткової ізоляції, через які при пропущенні струму відбудеться виткове замикання, по короткозамкненим витків випробуваної котушки потече великий струм, який викличе сильне гудіння сердечника і нагрів замкнутих витків. Про наявність короткозамкнених витків в котушці 2 можна судити по відхиленню стрілки амперметра 5, який покаже різке зростання струму в первинній ланцюга.

Метод мілівольтметра. Індуктирование напруги в випробуваній котушці неможливо перевірити наявність короткозамкнених витків в котушках якорів з зрівняльними сполуками, так як в них завжди є короткозамкнені контури з котушок обмотки і зрівняльних з'єднань. Тому якоря з зазначеними обмотками на відсутність короткозамкнених витків перевіряються методом мілівольтметра (рис.).



Мал. метод мілівольтметра

До двох колекторним пластин, які перебувають одна від одної на відстані полюсного поділу, спеціальними щупами, що закріплюються на колекторі хомутом, підводиться постійний струм. Величина струму регулюється реостатом. Струм встановлюється такої величини, при якій відхилення стрілки мілівольтметра, приєднаного до двох колекторним пластин, добре видно.

Приєднуючи мілівольтметр за допомогою щупів по черзі до кожної пари колекторних пластин, заміряють падіння напруги в котушці. При справній обмотці показання мілівольтметра будуть мало відрізнятися один від одного, так як омичний опір кожної котушки практично однаково.

При замиканні витків котушки або колекторних пластин омичний опір зменшиться, отже, зменшиться і падіння напруги. За значного відхилення свідчення мілівольтметра судять про наявність замикання в котушці якоря або колекторних пластинах.

Після перевірки обмотки одного полюсного поділу щупи, що підводять постійний струм до колекторним пластин, переставляють до пластиків наступного полюсного поділу та продовжують перевірку.

За свідченнями мілівольтметра можна перевірити правильність з'єднання обмоток з пластинами колектора, якісне виконання пайки, виявити обриви.

При правильному з'єднанні обмотки стрілка мілівольтметра на даному полюсному розподілі буде відхилятися в одну сторону, а в разі обриву - зупиниться на нулі.

### 3. Перевірка послідовності фаз статора.

Вивідні кінці фаз статора асинхронного двигуна маркують номерами 1,2,3. При з'єднанні їх з трифазної мережею в послідовності: 1 - з фазою А, 2 -

з фазою В, 3 - з фазою С - двигун буде обертатися за годинниковою стрілкою (якщо дивитися з боку виступаючого кінця вала).

Перевірити послідовність фаз, а отже, і напрямок обертання двигуна можна до його збірки, якщо в статор, підключений до мережі в зазначеному вище порядку, замість ротора ввести металевий диск, який може обертатися. Магнітне поле статора призведе цей диск в обертання в бік обертання поля.

Спостерігати за обертанням диска потрібно з боку статора, яка в зібраному двигуні буде звернена в сторону виступаючого кінця вала ротора.

Зазвичай для цих цілей користуються, невеликим за розмірами приладом - Фазопоказчики, призначеним для визначення послідовності фаз трифазного ланцюга, що має легкий вільно обертається алюмінієвий диск.