**Задание для обучающихся**

**с применением дистанционных образовательных технологий**

**и электронного обучения**

Дата: 22мая 2020г.

Группа: Э-17

Учебная дисциплина: Техническое регулирование и контроль качества электрического и электромеханического оборудования (ремонт электрооборудования)

Тема занятия: Исследование способов сушки электродвигателей и центровка валов электрических машин

Форма: лабораторная работа

**Содержание занятия:**

1 Изучение теоретического материала

2Контрольные вопросы

**Теоретический материал**

Для определения условий, обязательных при включении без сушки, машины разделяют на две группы:

1. электродвигатели до 5000 кВт с частотой вращения не более 1500 об/мин,
2. генераторы и синхронные машины, а также электродвигатели кроме
3. отнесенных к группе.

Измеряемые величины и допустимые значения приведены в таблице 1. Значение допустимых величин «R 60» электрических машин до 10, 5 кВ измерены при температурах + 10° С.

Для приведения допустимых значений сопротивления изоляции «R 60» определенных по формуле в таблице 2 для температуры 75°С, к температуре измерения применяют температурный коэффициент пересчета К при температурах обмоток.

Таблица 1 - Критерии увлажненности изоляции электрических машин постоянного тока

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| С | 75 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 |
| К | 1.0 | 1.2 | 1.8 | 2.6 | 3.9 | 6.5 | 8.5 | 12 |

Сушку пропусканием тока по обмоткам машин допустимо производить, если сопротивление изоляции обмоток статора машин переменного тока и обмотки якоря машин постоянного тока не менее 50 кОм, а сопротивление изоляции обмоток ротора машин переменного тока и машин постоянного тока не менее 20 кОм.

Краткие теоретические данные

Таблица 2 - Условия включения статоров машин переменного тока без сушки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Измеряемые  величины контроля  увлажненности | Допустимые значения величин | | Группа |
| Группа с номинальным напряжением | |
| До 1000 В | Выше 1000 В До 10,5 кВ |
| Одноминутное сопротивление изоляции «60» | Не менее 0,5 мОм | При температуре 20°С  3 кВ - 25 мОм  6 кВ - 50 мОм  10кВ-85 мОм | Не менее значений, вычисленных по формуле |
| Коэффициент абсорбции «60/15» при температуре 10-30°С | - | не менее 1.2 | не менее 1.3 |

Сушка инфракрасными лучами

В качестве источника инфракрасных лучей применяют зеркальные лампы накаливания мощностью 250 или 500 Вт. Для более эффективного сушения машину закрывают брезентом, который периодически открывают на 5 - 10 минут для удаления влаги.

Внешний нагрев

Этот метод рекомендуется для сушки всех сильно отсыревших машин, имеющих низкое сопротивление изоляции обмоток. Для нагрева применяют тепловоздуходувки, нагревательные элементы. Для машин с замкнутой системой вентиляции нагреватели размещают в вентиляционной камере и температуру горячего воздуха, поступающего в машину регулируют при помощи отключения нагревателей.

Сушка машин методом индукционных потерь стали статора с использованием вала в качестве намагничивающего витка

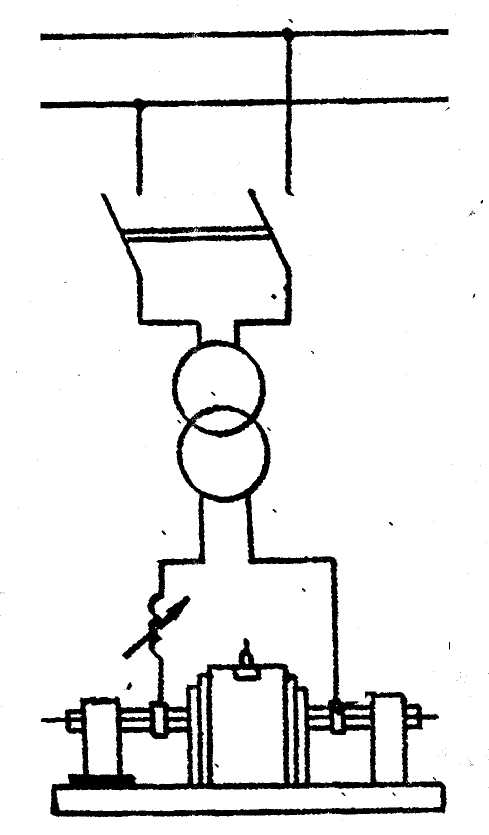


Рисунок 1- Сушка машин методом индукционных потерь

Этот метод применяется для сушки электрических машин, у которых изолирован хотя бы один подшипник или его можно изолировать без разработки машины. Через вал пропускается ток от сварочного аппарата. Вторичный ток можно регулировать реактором сварочного трансформатора с напряжением = 15-50 В, током до 1000 А.

Сушка методом индукционных потерь мощности в активной стали статора с помощью специальной намагничивающей обмотки

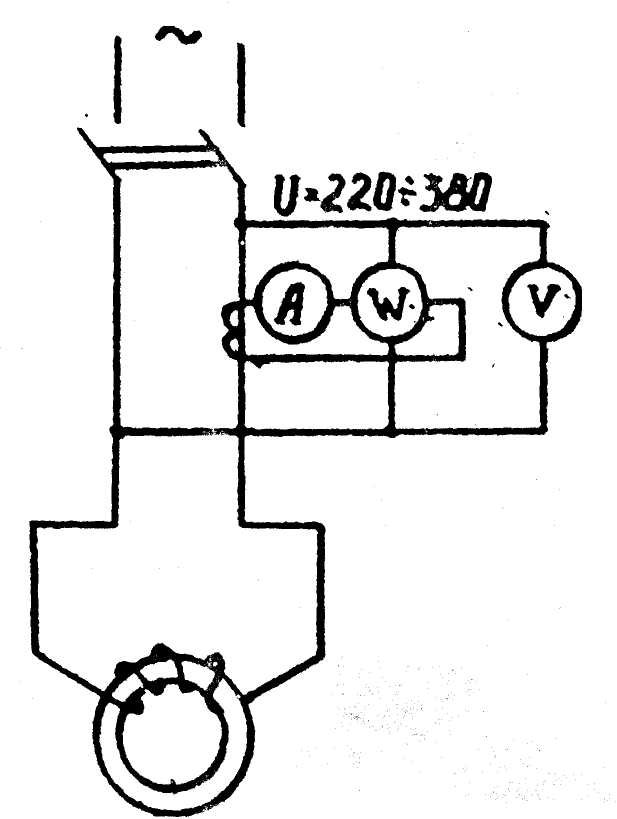


Рисунок 2 - Сушка методом индукционных потерь

Этот метод применяется для машин, поступивших на монтаж в разобранном виде. При этом методе нагревание получается за счет создания в стали статора переменного магнитного потока путем наматывания на статор специальной намагничивающей обмотки из изолированного провода. Нагрузка на провода должна быть 0.5-0.7 допустимой. Регулирование температуры производится периодическим включением и отключением намагничивающей обмотки или переключением витков.

Ротор машины подсушивается постоянным током. Число витков намагничивающей обмотки: ω=

где Uc- напряжение сети, В;

S - сечение активной стали, см2 S=k·lcм·hcм;

К = 0.95;

hcм - высота активной стали;

lcм - длина активной стали;

В - заданная индукция, при Т (В=0.6-0.8).

Ток намагничивающей катушки: I = (А)

где Dср - средний диаметр стали;

F - удельная магнитодвижущая сила (зависит от стали).

Этот метод не пригоден для сушки машин мощностью менее 125-220 кВт.

Сушка методом потерь на вихревые токи в стали статора машины

Этот метод применяется для сушки машин малой и средней мощности. Намагничивающую обмотку из изолированного провода наматывают непосредственно на корпус статора. Число витков намагничивающей обмотки:

1. напряжение сети, В
2. длина одного витка, м
3. коэффициент, определяемый по таб. 14-32 с. 193 и зависит от удельных потерь.

Этот способ пригоден для сушки крупных машин.

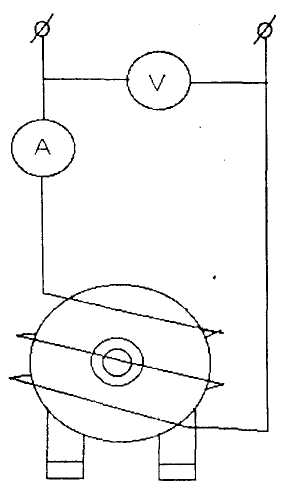


Рисунок 3- Сушка методом потерь на вихревые токи в стали статора машины

Сушка при помощи постороннего источника тока

Этот метод применяется для сушки обмоток статоров и роторов машин переменного тока.

Ток сушки поддерживается в пределах 0.4-0.7 Iном. Температуру регулируют путем изменения тока сушки, путем изменения подводимого напряжения реостатом. Необходимое напряжение источника постоянного тока находят по формуле: U = Ic·Rс.

где Rс- сопротивление постоянному току;

Iс - ток сушки.

Для сушки применяют сварочный трансформатор

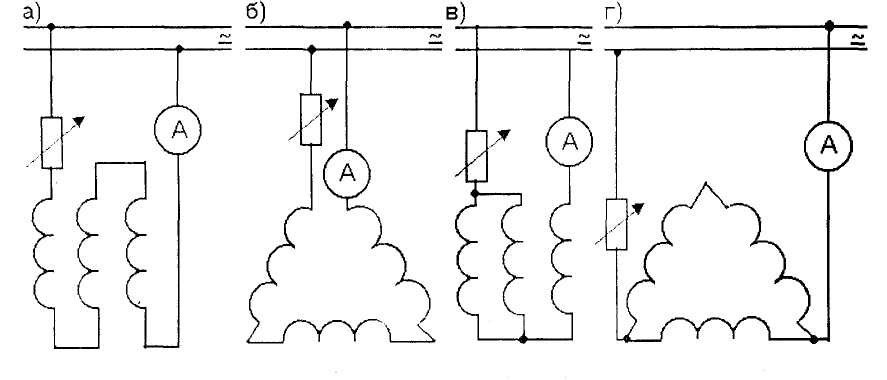


Рисунок 4 - Сушка при помощи постоянного источника тока

Сушка при помощи переменного источника питания в режиме короткого замыкания

Этот метод применяется для сушки асинхронных двигателей свыше 1000 В. Статор подключается к сети трехфазного тока пониженного напряжения и прогревают током к.з. в его обмотке. Ротор заторможен и его активная сталь нагревается индукционными потерями.

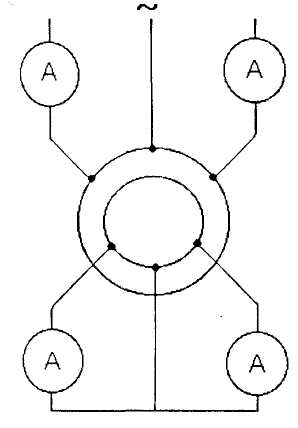


Рисунок 5 - Сушка при помощи переменного источника питания в режиме короткого замыкания

У двигателей с фазным ротором, ротор (заторможен) закорочен специальной перемычкой во избежание подгорания колец.

Сушка машин постоянного тока

Ток сушки зависит от частоты вращения машины и от способа вентиляции машины во время сушки.

Ток сушки не должен превышать 0.8 Ih.

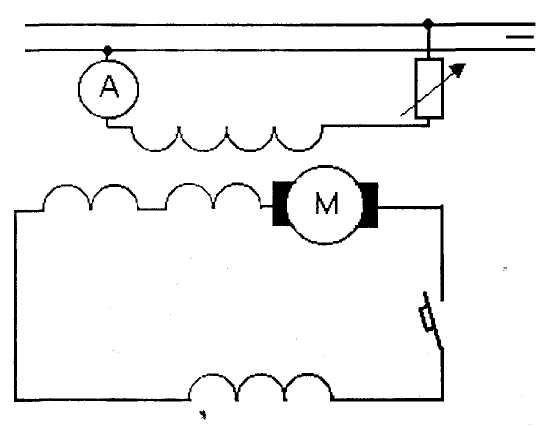


Рисунок 6 - Сушка машин постоянного тока

Короткое замыкание в генераторном режиме

Этим способом можно сушить как синхронные машины, так и машины постоянного тока при наличии двигателя для вращения машины.

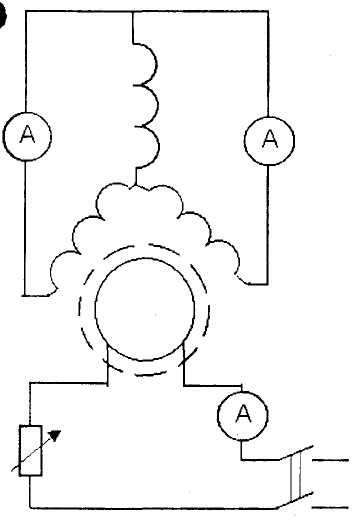


Рисунок 7 - Сушка методом короткого замыкания

Все три фазы закорачиваются через амперметры.

Генератор работает при номинальной и пониженной скорости.

Центровка валов машин

Для нормальной работы подшипников и самой электрической машины соединяемые валы электрической машины и приводного механизма должны составлять единый вал.

Центровку валов производят для устранения боковых и угловых смещений валов, соединяемых между собой электрических машин или электрической машины и механизма.

Существует большое количество способов и приспособлений для центровки валов, но наиболее распространен в монтажной практике способ центровки валов с применением радиально-осевых скоб.

Центровка валов с применением радиально-осевых скоб

Перед началом измерения полумуфты разъединяют, а валы раздвигают с тем, чтобы скобы и полумуфты при вращении валов не соприкасались.

Конструкция радиально - осевых скоб и их крепления на ступицах полумуфт показан на рисунке 8. Наружную скобу 4 закрепляют при помощи хомута 3 на ступице полумуфты 1 установлены машины, а внутреннюю скобу 6 при помощи такого же хомута ступице полумуфты 7 машины, соединяемой с установленной машиной. Для соединения хомутов со скобами используют болты 2 с гайками.

Для большей точности измерений при помощи измерительного болта 5 устанавливают минимальные зазоры а и Ь. В процессе центровки измеряют боковые зазоры а и угловые зазоры b при помощи щупов, индикаторов или микрометров. В двух последних случаях индикатор или микрометрическую головку устанавливают на место болтов 5.

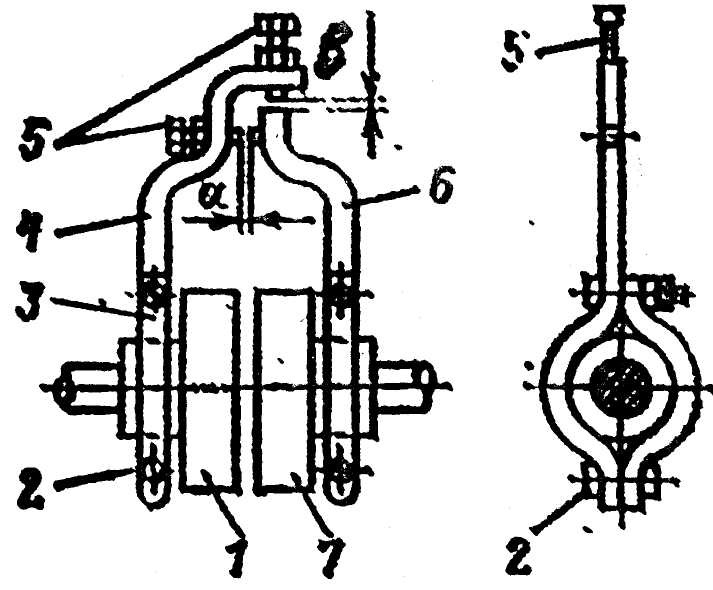


Рисунок 8 - Центровка валов

При измерениях зазоров щупом пластинки щупа вводят в зазор с ощутимым трением на глубину не менее 2/3 их длины (практически до 20 мм). В связи с тем, что при замерах щупом возможны погрешности, значения которых зависят от опыта проверяющего, результаты измерений необходимо контролировать.

В случае правильного выполнения замеров сумма числовых значений четных замеров равняется сумме числовых значений нечетных замеров, то есть:

al + аЗ = а2 + а4 и b1 + bЗ = b2 + b4

Практически можно считать, что замеры выполнены правильно, если разница между этими суммами будет составлять не более 0.04 мм. В противном случае, не изменяя положения полумуфт, измерения следует повторить более тщательно.

*Пример.* Валы занимают положение, характеризующееся данными замеров, приведенными на рисунке 9. Для замеров, показанных на рисунке 9, а, это равенство составит:

al +а3= 1.74 + 1.89 = 3.63 мм

а2 + а4= 1.83 + 1.86 = 3.69 мм

то есть в данном случае изменения произведены неправильно, так как al + а3 не равно а2 + а4, а разница между этими суммами превышает 0.04 мм.

Для замеров, приведенных на рисунке 1 б, это равенство составит: al+ а3= 1.99 + 2.19 = 4.18мм а2 + а4 = 2.14 + 2.04 = 4.18 мм,

то есть в данном случае изменения произведены правильно, так как al + а3 = а2 + а4.

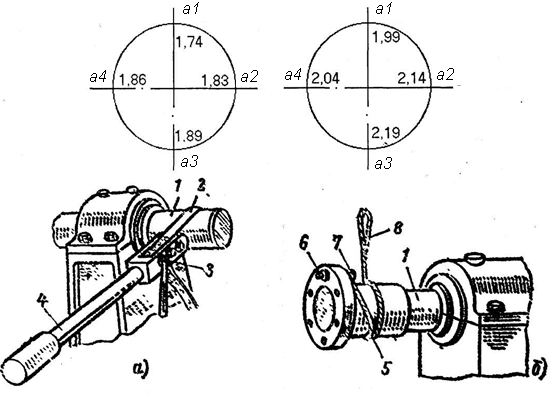


Рисунок 9.

Как показано на рисунке 9, первое измерение зазоров al и b1 производят, когда скобы находятся в верхнем положении. Затем валы проворачивают на 90° в направлении вращения приводного механизма или генератора и снова замеряют зазоры а2 и b2, при совпадении рисок на валах. Всего делают четыре замера при каждом повороте валов на 90°.

Пятый замер выполняют как контрольный, когда скобы снова приходят в верхнее положение. Зазоры в первом и пятом положениях скоб должны совпадать.

Во избежание неточностей при замерах рекомендуется повторно замерять зазоры (вновь проворачивая валы в те же положения), причем замеры должно производить одно и то же лицо.

Действительной величиной зазоров а и b в данной точке будет полусумма соответствующих зазоров, измеренных при двух замерах в этой точке. В зависимости от массы роторов проворот осуществляют вручную или при помощи крана. При этом проворот вала 1 вручную у электрических машин небольшой мощности производят без каких-либо приспособлений, а у средних или крупных машин применяют специальное приспособление, показанное на рисунке 9. Это приспособление состоит из рычага 4, ленты 2 и зажима 3 для ленты.

Проворот вала с помощью крана (рисунок 9б) осуществляют при монтаже крупных электрических машин мощностью 1000 кВт и более. В этом случае на вал 1 навивают несколько витков стального каната 5 с петлями 7 и 8. Петлю 7 зацепляют за болт 6, проходящий через отверстие полумуфты, а петлю 8 прикрепляют к крюку крана, которым при помощи каната 5 вращают вал 1. Рассмотрим конкретный пример центровки валов с применением одной пары радиально-осевых скоб.

**Пример.** Значения измеренных зазоров, мм, для четырех положений валов приведены на рис. 10. При этом цифры в обозначениях зазоров показывают порядковые номера замеров зазоров. На рис. 10 приведены отдельные установочные данные присоединяемой машины: расстояние от муфты до подшипника 3 *l1*=300 мм Расстояние от муфты до подшипника 4 *l2*=1600 мм, а также расстояние от оси вала до болта *r* =350 мм.

Для центровки валов, то есть для устранения из боковых и угловых смещений, необходимо переместить подшипники 3 и 4 присоединяемой машины, передвигая их по плите в горизонтальной плоскости, или переместить их в вертикальной плоскости, добавляя или убавляя подкладки под стояками подшипников.

Для расчета необходимых перемещений подшипников введем следующие обозначения:

х3 и х4 - горизонтальное перемещение подшипников 3 и 4 по плите вправо (рисунок 9 б), если перед х3 и х4 стоит знак «+», и влево, если стоит знак «-», смотреть на торец муфты (со стороны установленной машины),

у3 и у4 - вертикальное перемещение подшипников 3 и 4 вверх, если перед у4 и у4 стоит знак «+», и вниз, если стоит знак «-».

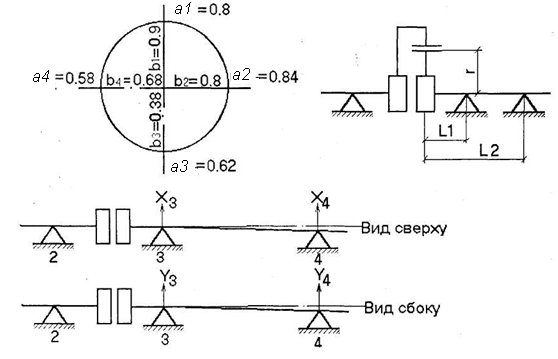
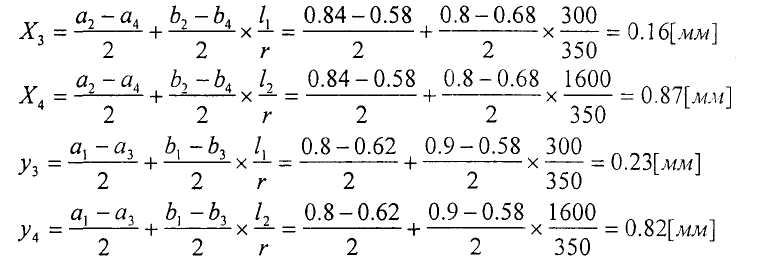


Рисунок 10.

Необходимое перемещение можно рассчитать по следующим формулам, представляя в них числовые значения а и б, указанные на рисунке 10:



Следовательно, подшипник 3 надо передвинуть вправо (знак «+») на 0.16 мм и поднять вверх на 0.23 мм, подшипник 4 необходимо передвинуть вправо (знак «+») на 0.87 мм и поднять на 0.82 мм (рисунок 10 б).

Кроме того, из рисунка 10 а, видно, что зазоры измерены правильно, так как суммы четных замеров горизонтальных и вертикальных зазоров равно сумме нечетных, а именно: а1 + а3 = а2 + а4 = 1.42 мм, b1 + b3 = b2 + b4 = 1.48 мм

**Задание**:

1. Изучите теоретический материал.

2. Контрольные вопросы:

1. Перечислите основные способы сушки изоляции эл. двигателей и их сущность?
2. Укажите достоинства и недостатки существующих способов сушки обмоток?
3. Объясните, как определить степень увлажнения обмоток в процессе эксплуатации?
4. Перечислите основные причины увлажнения обмоток?
5. Объясните назначение центровки валов.

**Задания выложены в Google Classroom, код курса w464t4a**

**Форма отчета.**

1. Сделать фото ответов на вопросы в тетради
2. **Срок выполнения задания** 22.05.2020г.
3. **Получатель отчета.** Сделанные фото прикрепляем в Google Класс или высылаем на электронную почту [olga\_galkina\_2021@mail.ru](mailto:olga_galkina_2021@mail.ru)

Обязательно укажите фамилию, группу, название дисциплины (Ремонт электрооборудования).