

**ТЕХНОЛОГИЯ  
ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ  
РАБОТ  
лекция №3**

# Содержание

- ▶ **Сопряжения электродвигателя с рабочими механизмами и их выверка (приспособления)**
- ▶ **Сушка электрических машин**

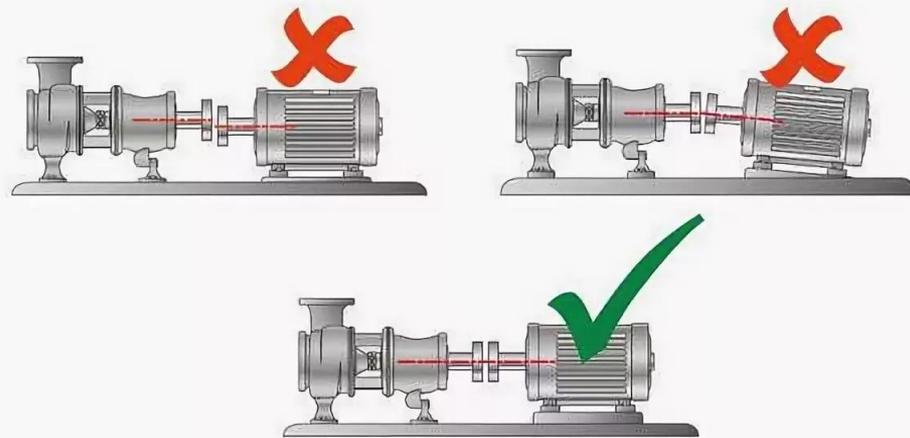
»» Сопряжения  
электродвигателя с рабочими  
механизмами и их выверка  
(приспособления)

Монтаж двигателя на исполнительном механизме, осуществляется путем его крепления на фундаменте (раме, опоре) исполнительного механизма, с помощью предусмотренных для этой цели болтов или шпилек, через крепежные отверстия в лапах двигателя (фланце).

Для сопряжения рабочего вала двигателя с исполнительным механизмом применяются гибкие и жесткие муфты, шестерни, ременные передачи или непосредственная насадка на вал двигателя рабочего органа исполнительного механизма.



Соосность валов считается идеальной, когда центры валов находятся на одной осевой линии. Соответственно несоосность показывает обратный результат.



Последствия нарушения соосности выражаются следующими моментами:

- преждевременный выход из строя подшипников, сальников, муфтовых соединений;
- усиление осевой и радиальной вибрации;
- повышение температуры нагрева подшипниковых узлов и смазывающей жидкости;
- ослабление или поломка элементов крепежа к фундаменту.

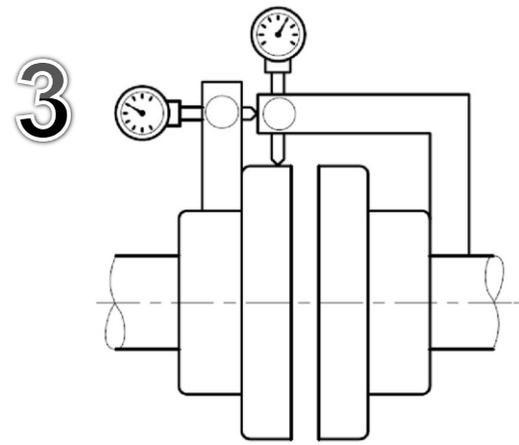
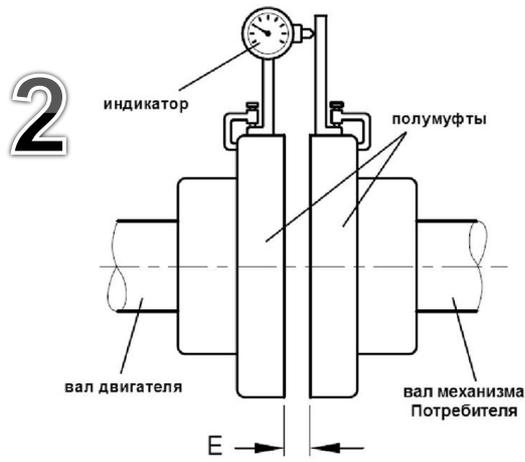
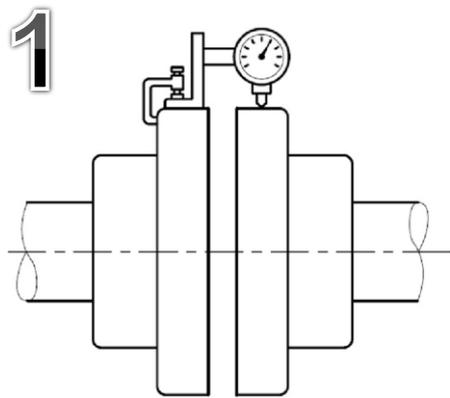
## Сопряжение с муфтой

Вал двигателя должен быть отцентрирован в *радиальном* и *осевом* направлениях с валом исполнительного механизма.

Измерение *параллельной несоосности* следует проводить по схеме 1.

При устранении *угловой несоосности* (смещения осей) используют схему 2.

Допускается использовать комбинированный способ измерения несоосностей (схема 3).



■ Допуски для проведения центровки, по европейским стандартам

Частота вращения, об/мин	Допуск			
	Смещение осей, мм		Излом осей, мм/100 мм	
	Хорошо	Приемлемо	Хорошо	Приемлемо
до 1000	0,07	0,13	0,06	0,10
до 2000	0,05	0,10	0,05	0,08
до 3000	0,03	0,07	0,04	0,07
до 4000	0,02	0,04	0,03	0,06
до 5000	0,01	0,03	0,02	0,05
до 6000	< 0,01	< 0,03	0,01	0,04

<https://yandex.ru/video/preview/817294424229789803?from=tabbar&parent-reqid=1663589629399584-8175401620724080568-sas3-0979-e6b-sas-l7-balancer-8080-BAL-8588&text=%D0%A1%D0%BE%D0%BF%D1%80%D1%8F%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F+%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8F+%D1%81+%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%87%D0%B8%D0%BC%D0%B8+%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8+%D0%B8+%D0%B8%D1%85+%D0%B2%D1%8B%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%B0>

<https://yandex.ru/video/preview/5077547422829776915?from=tabbar&text=%D0%A1%D0%BE%D0%BF%D1%80%D1%8F%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F+%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8F+%D1%81+%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%87%D0%B8%D0%BC%D0%B8+%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8+%D0%B8+%D0%B8%D1%85+%D0%B2%D1%8B%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%B0>

<https://yandex.ru/video/preview/3768569089241003549?from=tabbar&text=%D0%A1%D0%BE%D0%BF%D1%80%D1%8F%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F+%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8F+%D1%81+%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%87%D0%B8%D0%BC%D0%B8+%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8+%D0%B8+%D0%B8%D1%85+%D0%B2%D1%8B%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%B0>

» Сушка  
электрических  
машин

# Введение

При эксплуатации, транспортировке и хранении изоляционные конструкции электрических машин подвергаются воздействию окружающей среды и увлажняются. Попадание влаги в обмотку приводит к ухудшению диэлектрических характеристик изоляции и преждевременному выходу электрической машины из строя.

Сушка изоляции обмоток электрических машин без особой необходимости вызывает дополнительные неоправданные расходы, а при неправильном ведении режима сушки, кроме того, происходит порча обмотки.

Сушка электрических машин предназначена для **удаления влаги из изоляции обмоток и повышения сопротивления до значения, при котором электрическую машину можно поставить под напряжение.**

Перед сушкой изоляции обмоток электрических машин помещение должно быть очищено от мусора, пыли и грязи. Электрические машины должны быть тщательно осмотрены и продуты сжатым воздухом 2 атм. Во время сушки измеряют сопротивление изоляции каждой обмотки электрической машины по отношению к заземленному корпусу машины и между обмотками.

Абсолютное сопротивление изоляции для электрических машин, прошедших капитальный ремонт должно быть не менее 0,5 МОм при температуре 10 - 30° С.

Для вновь установленных электрических машин это значение должно быть не ниже значений, приведенных в таблице.

# Наименьшие допустимые сопротивления изоляции обмоток электрических машин после сушки

Машины или их части	Наименьшее допустимое сопротивление изоляции
Статоры машин переменного тока с рабочим напряжением: выше 1000 В	1 МОм на 1 кВ рабочего напряжения
до 1000 В	0,5 МОм на 1 кВ
Якори машин постоянного тока напряжением до 750 В включительно	1МОм на 1 кВ
Роторы асинхронных и синхронных электродвигателей (включая всю цепь возбуждения)	1 МОм на 1 кВ
Электродвигатели напряжением 3000 В и более: статоры	1 МОм на 1 кВ
роторы	0,2 МОм на 1 кВ

# Коэффициент абсорбции

**Коэффициент абсорбции** — отношение  $R_{60}$  к  $R_{15}$ , где  $R_{60}$  представляет собой значение сопротивления изоляции, отсчитанное через 60 секунд после приложения напряжения,  $R_{15}$  — то же, только отсчитанное через 15 сек.

Коэффициент абсорбции определяет увлажнение изоляции. Если изоляция **сухая**, то коэффициент абсорбции **намного больше единицы**, если **влажная** то коэффициент **близок к единице**.

Значение коэффициента абсорбции нового оборудования должно отличаться от заводских данных (в сторону уменьшения) не более чем на 20%, а его значение должно быть не ниже 1,3 при температуре 10–30°C. При **невыполнении** этих условий оборудование **подлежит сушке**.

$$K_{\text{абс}} = \frac{R_{60}}{R_{15}},$$

Перемещение влаги происходит вследствие перепада влажности в разных слоях изоляции, из слоев с большей влажностью влага перемещается в слои с меньшей влажностью. Перепад влажности в свою очередь создается перепадом температуры. Чем больше температурный перепад, тем интенсивнее происходит сушка изоляции. Например, нагревая внутренние части обмотки током, можно создать перепад температуры между внутренними и внешними слоями изоляции и тем ускорить процесс сушки.

Для ускорения сушки обмотки, нагретые до предельной температуры, целесообразно периодически охлаждать до температуры окружающей среды. При этом эффективность термической диффузии получается тем большей, чем быстрее охлаждаются поверхностные слои изоляции.

В процессе сушки нагревать обмотки и сталь нужно постепенно, так как при быстром нагревании температура внутренних частей машины может достигнуть опасного значения, в то время как нагревание наружных частей будет еще незначительным.

Скорость подъема температуры обмотки во время сушки не должна превышать 4 - 5°С в час.

Согласно ПТЭ электроустановок потребителей измерение сопротивления изоляции относительно корпуса машины и между обмотками производят для обмоток электрических машин напряжением до 660 В включительно мегаомметром на 1000 В, а у электрических машин напряжение выше 660 В - мегаомметром на 2500 В.

Измерение сопротивления изоляции производится при температуре обмоток 75°С. Если сопротивление изоляции обмоток было измерено при другой температуре, но не ниже 10°С, оно может быть пересчитано на температуру 75°С.

# Ориентировочная продолжительность сушки электрических машин

Электрические машины	Минимальное время, ч, для достижения температуры		Продолжительность сушки, ч	
	50 °С	70 °С	общая	минимальная после достижения установившегося сопротивления изоляции
Малой и средней мощности (до 10кВт)	2 - 3	5 - 7	15 - 20	3 - 5
Большой мощности открытого исполнения	10 - 16	15 - 25	40 - 60	5 - 10
Большой мощности закрытого исполнения	20 - 30	25 - 50	70-100	10 - 15

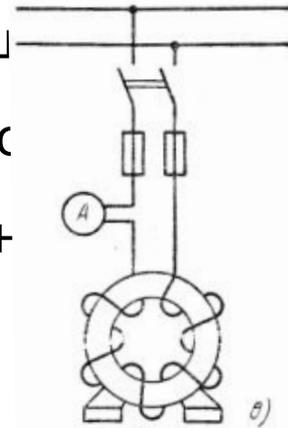
# Способы сушки изоляции электрических машин

- а) Сушка индукционным нагревом
- б) Сушка внешним нагревом
- в) Сушка электрическим током от постороннего источника

Выбор способа сушки зависит главным образом от местных условий, имеющихся возможностей и степени увлажнения изоляции обмоток.

# Сушка индукционным нагревом

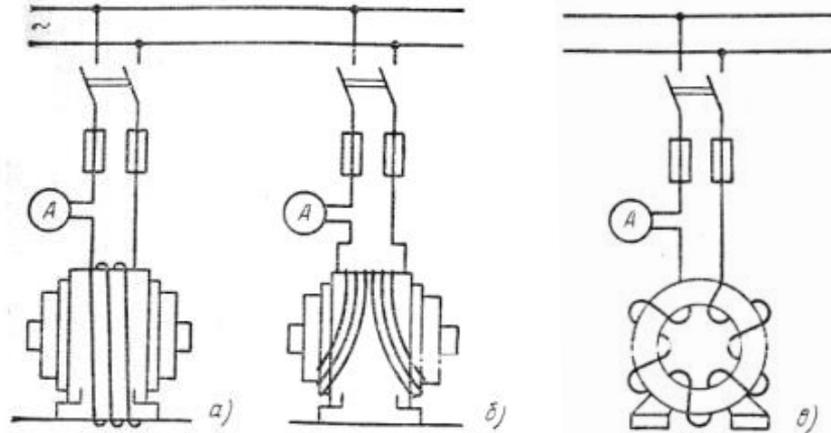
Наиболее распространена сушка индукционным нагревом. При использовании одновременно сушить несколько машин их намагничивающие обмотки.



ческих машин  
способа можно  
последовательно

Обмотку из изолированных проводов наматывают на наружной поверхности корпуса машины и присоединяют к источнику переменного тока. Для сушки индукционным нагревом могут быть применены сварочные трансформаторы с регулировкой тока дросселем.

# Сушка индукционным нагревом



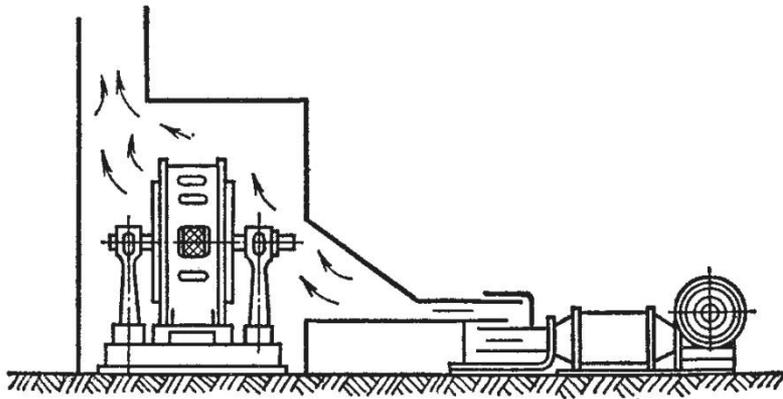
Если намагничивающую обмотку невозможно намотать по всей наружной поверхности станины, приподнимают машину над плитой, либо смещают обмотку на подшипниковые щиты, как показано на рисунке под буквой «б».

## **Сушка индукционным нагревом**

При сушке индукционным способом ведут непрерывное наблюдение за температурой обмотки (последняя не должна превышать 70°С) и через каждый час измеряют ее сопротивление изоляции. В начале нагрева сопротивление изоляции обычно падает, а затем начинает возрастать.

Сушку заканчивают, когда прекращается нарастание сопротивления изоляции. Если в процессе сушки сопротивление изоляции достигло требуемой нормами величины, но продолжает повышаться, сушку не останавливают. Ее продолжают до тех пор, пока сопротивление изоляции не будет примерно одинаковым в течение 2—3 ч.

## Сушка внешним нагревом



Другой распространенный способ сушки электрических машин — внешний нагрев. Электрическую машину помещают в кожух, у которого внизу оставляют отверстие для входа нагретого воздуха, а сверху (в противоположном углу) отверстие для выхода теплого воздуха. Кожух должен быть

огнестойким (из металла или листового асбоцемента). Если его выполняют из деревянных щитов, последние обшивают кровельной сталью по войлоку. Воздух нагревают с помощью тепловоздуховки, ламп накаливания, нагревательных сопротивлений или батарей пароводяного отопления, которое устанавливают вблизи нижнего входного отверстия. Температуру нагретого воздуха у входа необходимо контролировать: она не должна быть выше  $90^{\circ}\text{C}$ . Каждый час измеряют также сопротивление изоляции обмоток.

# Сушка электрическим током от постороннего источника

Наиболее интенсивной сушкой влажной изоляции является сушка электрическим током, при которой внутренние слои изоляции нагреваются сильнее наружных. Однако следует учитывать, что сушка током, пропускаемым через обмотку с сильно увлажненной изоляцией, может привести к ее вспучиванию. Поэтому в подобных случаях сушку рекомендуется вначале проводить другим способом, например внешним нагреванием либо продуванием через машину горячего воздуха, затем можно сушить током.

Для сушки асинхронных двигателей **трехфазным током** применяют напряжение не более 10—15% номинального. При этом ротор должен быть заторможен.

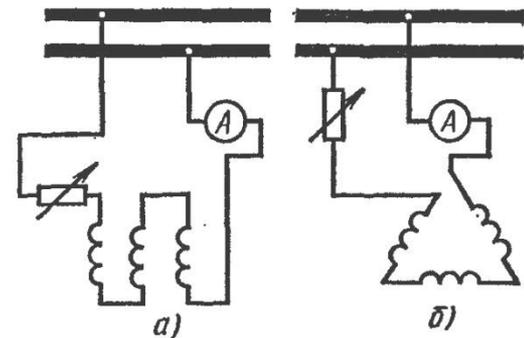
# Сушка электрическим током от постороннего источника

## ИСТОЧНИКА

При сушке асинхронных двигателей **однофазным** переменным или постоянным током ротор также должен находиться в неподвижном состоянии.

При сушке асинхронных двигателей током от постороннего источника недостаточна вентиляция, так как ротор двигателя находится в неподвижном состоянии. Поэтому ток сушки на каждой фазе не должен превышать 50—70% номинального. При этом необходимо вести непрерывный контроль за нагревом обмотки с помощью термометра (температура должна быть не выше 70° С).

Схемы включения обмоток двигателя в этом случае выбирают в зависимости от числа выводов обмотки статора. Если выведены шесть концов обмотки статора, то все фазы включают последовательно (рис. а и б) и через них пропускают переменный ток.



# Сушка электрическим током от постороннего источника

Если разъединить обмотки фаз не представляется возможным, то сушку производят по схемам на рис. в или г, приведенным для случаев соединения обмоток звездой и треугольником. При этом необходимо периодически переключать фазы для равномерного нагревания обмоток. Переключение производится каждые 2—4 ч в зависимости от размеров машины и скорости повышения температуры в начале сушки. Измерение температуры обмотки при таком способе сушки следует производить во всех фазах.

