

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра электроснабжения горных
и промышленных предприятий

Составитель
В. В. Шурупов

ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ ЦЕНТРОВКИ ВАЛОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Методические указания к практическому занятию

Рекомендованы учебно-методической комиссией направления
13.03.02 (140400.62) «Электроэнергетика и электротехника»
в качестве электронного издания
для использования в учебном процессе

Кемерово 2015

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А. А. Шевченко – ст. преподаватель кафедры электроснабжения горных и промышленных предприятий

И. Ю. Семькина – председатель учебно-методической комиссии направления подготовки 13.03.02 (140400.62) «Электроэнергетика и электротехника»

Шурупов Виктор Владимирович. Изучение способов центровки валов электрических машин: методические указания к практическому занятию по дисциплине «Монтаж и наладка электрооборудования систем электроснабжения» [Электронный ресурс] для студентов направления подготовки 13.03.02 (140400.62) «Электроэнергетика и электротехника», образовательная программа «Электроснабжение» для всех форм обучения / сост.: В. В. Шурупов. – Кемерово: КузГТУ, 2015. – Систем. требования : Pentium IV ; ОЗУ 8 Мб ; WindowsXP ; мышь. – Загл. с экрана.

Составлено в соответствии с программой дисциплины «Монтаж и наладка электрооборудования систем электроснабжения» и предназначено для проведения практических занятий.

Приведены сведения о способах соединения и центровки валов, об их выверке, о центровке вала электродвигателя с приводным механизмом по полумуфтам.

© КузГТУ, 2015

© Шурупов В. В.,
составление, 2015

Цель работы– изучить способы соединения и центровки валов, порядок выверки валов. Научиться производить центровку вала электродвигателя с приводным механизмом по полумуфтам.

Порядок выполнения

1. Самостоятельное изучение основных теоретических положений.
2. Обсуждение профессиональных ситуаций.

1. Краткие теоретические сведения

Для нормальной работы подшипников и самой электрической машины соединяемые валы электрической машины и приводного механизма должны составлять единый вал. Устройствами, служащими для соединения валов между собой, являются муфты, назначение которых передавать вращающий момент от вала электродвигателя приводному механизму.

Муфты подбирают по характеру соединяемых валов и вращающему моменту. Виды муфт, применяемых для соединений электрических машин, приведены на рис. 1. Типы и характеристики муфт приведены в табл. 1. Для передачи вращающего момента от вала к муфте используются шпонки, которые вставляются в пазы муфт и валов. Из всех видов шпонок наиболее широко применяются призматические, размеры которых выбирают в зависимости от диаметра вала.

Под центровкой валов понимают их установку в такое взаимное положение, при котором валы электродвигателя и приводного механизма являются как бы продолжением один другого. При этом положение валов относительно друг друга может быть разным в зависимости от типа муфт и их компенсационных способностей в радиальном и осевом направлениях и отличаться на значения не более приведенных в табл. 2.

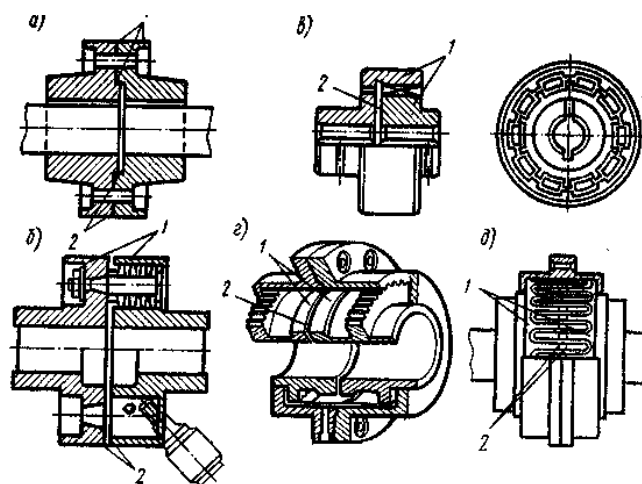


Рис. 1. Виды муфт для соединения валов электрических машин:

а – жесткая фланцевая; б – втулочно-пальцевая; в – упругая с резиновыми пластинами; г – зубчатая; д – переменной жесткости (пружинная); 1, 2 – точки измерения радиального и торцевого биения

Таблица 1

Типы и характеристики муфт

Муфты	Свойства, характер соединения	Допуск на смещение валов (компенсационная способность муфты)		Область применения
		радиальный, мм	угловой, град.	
Жесткая фланцевая	Не допускает смещения	0	0	Для соединения строго соосных валов
Втулочно-пальцевая с пластинами из прорезиненной ткани	Допускает относительный поворот валов	0,3 – 0,6	1	Для соединения соосных валов и смягчения ударов посредством упругих элементов
Зубчатая	То же	0,7– 4,8	1	Для соосных валов с большим вращающим моментом
Пружинная	То же	1,0– 2,0	1,25	Для соединения соосных валов и смягчения ударов посредством упругих элементов

Перед выверкой валов после насадки полумуфт на валы проверяют торцевое и радиальное биение полумуфт индикаторами часового типа. Максимально допустимые биения приведены в табл. 3. Затем производят проверку взаимного расположения валов. Угловой перекос валов замеряется также по полумуфтам,

причем значения, приведенные в табл. 2, относятся к замерам, проведенным на расстоянии 300 мм от вала. Поэтому при измерениях на других расстояниях необходимо делать пропорциональный пересчет.

Таблица 2

Допускаемая несоосность валов

Частота вращения, об/мин	Допускаемая несоосность валов для муфт, мм			
	жесткой (фланцевой)		втулочно-пальцевой с упруг. элементами	зубчатой
	Подшипники скольжения	Подшипники качения		
3000	0,03	0,04	0,08	0,08
1500	0,04	0,04	0,08	0,08
750	0,08	0,08	0,1	0,15
500	0,08	0,08	0,15	0,20

Таблица 3

Максимально допустимые биения полумуфт

Тип муфты	Допустимое биение полумуфт, мм, при частоте вращения об/мин	
	3000–1500	1000 и ниже
Жесткая (фланцевая)	0,02	0,03
Втулочно-пальцевая с упругими элементами	0,03	0,05
Зубчатая	0,06	0,06

Сначала производят визуальную проверку с помощью центроискателя (рис. 2), затем точную проверку с помощью центровочных скоб. Визуальная проверка взаимного расположения валов производится по рискам, нанесенным на обод полумуфты через 90° центроискателем. Угольник центродержателя устанавливается на обод полумуфты 1 таким образом, чтобы линейка 3 прилежала к торцевой плоскости полумуфты, разметочная линейка 4 устанавливается на обод полумуфты. Риски наносят на обод полумуфты и торцевой плоскости по линейкам 3 и 4. Приспособление поворачивается на 90° , точность установки 90° проверяется с помощью движка с установочной линейкой 3. Поворачивая таким образом приспособление, наносят четыре риски (рис. 3) через 90° на обод полумуфты. Если диаметры двух полумуфт равны, а муфты смещены друг относительно друга на величину d , необходимо один из валов передвинуть по вертикали, либо вбок.

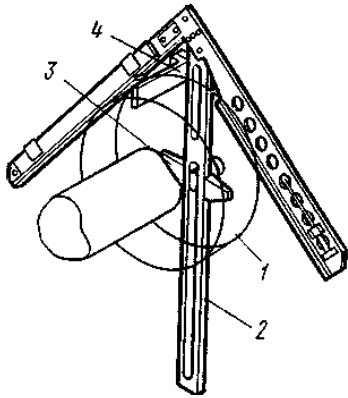


Рис.2. Центроискатель:

1 – муфта, 2 – линейка, 3 – установочная линейка, 4 – разметочная линейка

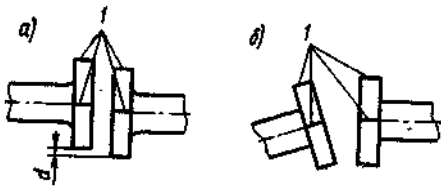


Рис. 3. Предварительная выверка валов электрических машин:

а – параллельное смещение, б – угловое смещение (1 – риски)

Можно процентрировать машины во время установки по стальной линейке на полумуфтах (рис. 4). Радиальное биение A и осевое биение B измеряют через каждые 90° при одновременном повороте обоих валов. Измерения производят в верхней, нижней и двух боковых точках. Если размер A в верхней точке отличается от размера A в нижней точке, но при повороте валов не меняется, значит полумуфты имеют одинаковый диаметр и разница в размерах образовалась от сдвига центра валов.

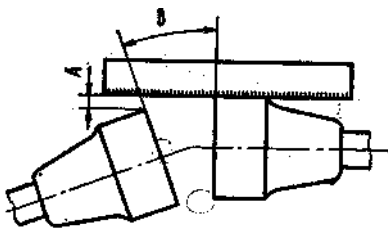


Рис. 4. Предварительная центровка валов по линейке

Точная проверка центровки валов производится по полумуфтам с помощью центровочных скоб (рис. 5). Проверку зазоров между измерительными болтами и скобами производят в четырех диаметрально противоположных точках путем совместного проворачивания валов через 90° . Результаты измерений записывают, как изображено на рис. 6. Разность показаний в четырех диаметрально противоположных точках должна быть не больше

значений, указанных в табл. 2.

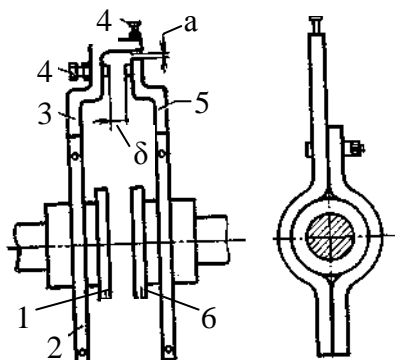


Рис. 5. Установка центровочных скоб на валы:
1, 6 – полумуфты машин, 2 – стягивающие хомуты, 3 – наружная скоба, 4 – измерительные болты, 5 – внутренняя скоба

Если по какой-либо причине вал приводного механизма невозможно проворачивать одновременно с валом двигателя, то проверку несоосности валов можно производить методом обхода одной точкой, как изображено на рис. 7. Радиальное смещение измеряют с помощью регулировочного штифта 4, осевое смещение – с помощью щупов, производя замеры при проворачивании вала двигателя через 90° .

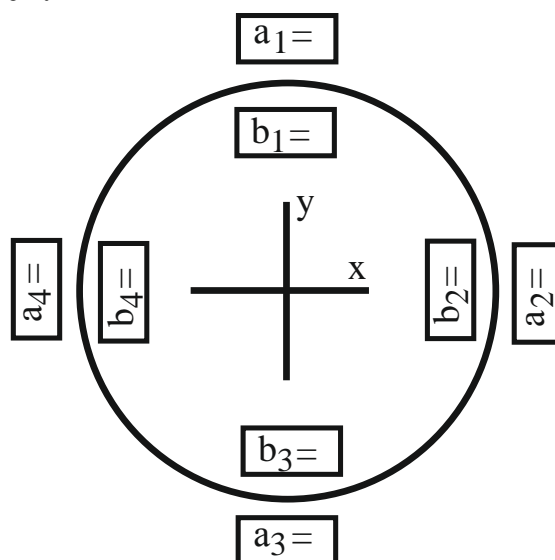


Рис. 6. Порядок записи результатов измерений при центровке

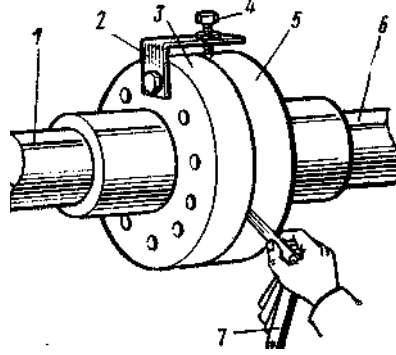


Рис. 7. Центровка валов методом обхода одной точки:
 1 – вал двигателя; 2 – центровочная скоба; 3, 5 – полумуфты двигателя и механизма; 4 – штифт; 6 – вал приводного механизма; 7 – щуп

Для определения перемещения подшипников при регулировке взаимного положения валов можно пользоваться методом расчета. Этим методом определяют горизонтальные и вертикальные перемещения подшипников:

$$y_1 = \frac{a_1 - a_2}{2} + \frac{b_1 - b_3}{2} \frac{\ell_1}{r}; \quad y_2 = \frac{a_1 - a_3}{2} + \frac{b_1 - b_3}{2} \frac{\ell_2}{r};$$

$$x_1 = \frac{a_2 - a_4}{2} + \frac{b_2 - b_4}{2} \frac{\ell_1}{r}; \quad x_2 = \frac{a_2 - a_4}{2} + \frac{b_2 - b_4}{2} \frac{\ell_2}{r};$$

где y_1 и x_1 – горизонтальное и вертикальное перемещения подшипника, ближайшего к муфте; y_2 и x_2 – горизонтальное и вертикальное перемещения подшипника, дальнего от муфты; ℓ_1 – расстояние от муфты до ближайшего подшипника; ℓ_2 – расстояние от муфты до дальнего подшипника; r – расстояние от центра вала до точки измерения осевого зазора; $a_1 - a_4$ – значения радиальных зазоров, измеренных в диаметрально противоположных точках; $b_1 - b_4$ – значения осевых зазоров, измеренных в диаметрально противоположных точках.

Регулировку положения валов производят подбиванием стальных клиньев под фундаментную плиту.

2. Измерение биений

Биение вращающихся частей определяют индикатором часового типа.

Для измерения радиального биения вала индикатор устанавливают на плоскость разъема подшипникового стояка либо на другое жесткое основание (рис. 8). Проверяемую окружность делят на восемь равных частей, измерительный стержень индикатора устанавливают в верхней части проверяемой поверхности, предварительно стрелку его устанавливают на нуль. Поворачивая ротор (вручную или краном), производят запись показаний индикатора при каждом из восьми положений вала. Для более легкого поворачивания ротора шейку вала смазывают маслом. Запись показаний индикатора ведут со знаком «+» или «-» в зависимости от направления отклонения его стрелки. Разница в показаниях индикатора свидетельствует об эксцентricности проверяемой поверхности или искривлении вала.

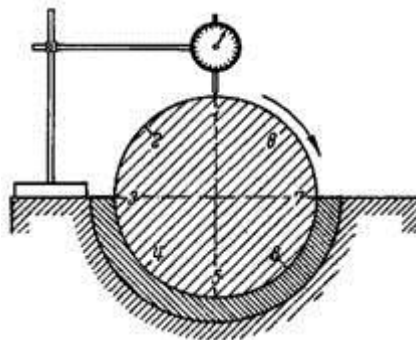


Рис. 8. Проверка радиального биения

Величина искривления вала по отношению к его оси равна половине биения. Для получения правильных измерений необходимо перед отсчетом величины биения убедиться в правильной установке индикатора и надежности его закрепления. Для этого перед отсчетом слегка постукивают рукой по индикатору; если после постукивания стрелка индикатора установится в прежнее положение, то это укажет на правильную установку индикатора. Доказательством того, что индикатор не был смещен при измерениях, служит совпадение его показаний при вторичном измерении биения в точке с показаниями при первом измерении в той

же точке. Чтобы избежать искажения показаний, надо при каждом измерении ослаблять трос, которым поворачивают ротор; необходимо также проверить плотность установки вкладышей в расточке стояка и убедиться в отсутствии задевания ротора за какие-либо части. Чтобы исключить случайные ошибки, измерения повторяют два-три раза, несколько сдвигая каждый раз индикатор вдоль оси. Допустимое биение шеек валов составляет 0,02 мм для диаметров 100–200 мм и 0,03 мм для диаметров более 200 м. В местах установки уплотнений биение не должно превышать 0,05–0,06 мм. Допустимое биение вала ротора в других местах составляет 0,06–0,08 мм для быстроходных машин (3000 об/мин) и 0,10–0,12 мм – для тихоходных.

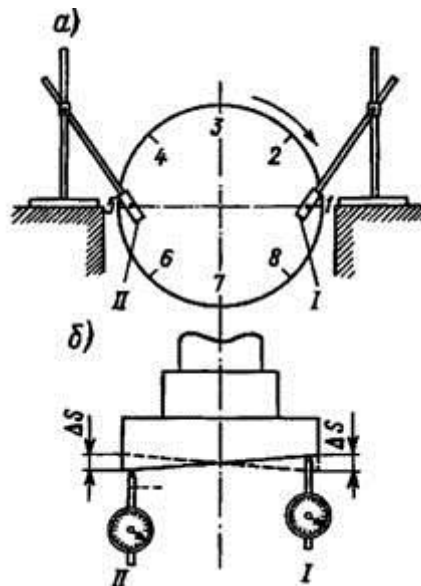


Рис. 9. Проверка осевого биения полумуфты

Осевое биение торца полумуфты проверяют двумя индикаторами, установленными в диаметрально противоположных точках торца полумуфты (рис. 9) на одинаковом расстоянии от оси вращения. Применение двух индикаторов исключает ошибки, связанные с возможными осевыми сдвигами ротора в процессе измерений.

Здесь также окружность полумуфты разделяют на четное число равных частей, например на восемь. Измерительные стержни индикатора упирают в торец полумуфты на расстоянии 10–15 мм от края. Биение торца полумуфты определяют на осно-

вании восьми пар показаний индикаторов соответственно восьми различным положениям ротора. Для нахождения величины биения торца полумуфты на каком-либо диаметре определяют сумму показаний обоих индикаторов для одной и той же точки торца муфты при двух положениях вала – до и после поворота его на 180° .

Таблица 4

Результаты измерений биений

Номер точки, рис. 9, а	Показания индикатора, мм		Сумма показаний индикаторов, мм
1	0,00	0,00	0,00
2	+ 0,01	– 0,02	– 0,01
3	– 0,03	+ 0,01	-0,02
4	– 0,05	+ 0,02	+ 0,07
5	+ 0,08	0,00	+ 0,08
6	+0,04	– 0,01	+ 0,03
7	+ 0,05	– 0,07	– 0,02
8	+ 0,04	– 0,01	+ 0,03
Биение по диаметрам, мм			
1-5	2-6	3-7	4-8
– 0,04	– 0,02	0,00	+ 0,02

Положительное значение величины биения, измеренное индикатором, указывает на то, что точка 1 по отношению к точке 5 выступает в сторону индикатора. Если индикаторы установлены на различном расстоянии от оси вращения, то биение следует отнести к расстоянию между измерительными стержнями индикаторов.

Результаты измерений и подсчетов рекомендуется представить в табличной форме по образцу табл. 4. Как видно из примера, приведенного в табл. 4, наибольшее биение будет на диаметре 1-5 в точке 5. Чтобы исключить случайные ошибки, измерения повторяют два-три раза, смещая каждый раз индикаторы ближе к центру на 5-10 мм. Кроме того, чтобы проверить отсутствие смещения индикаторов при измерениях, ротор устанавливают в первоначальное положение (1-5) и производят повторно два измерения; разность между показаниями индикаторов при отсутствии их смещения должна равняться первоначальной разности.

Допускаемые радиальное и осевое биения составляют: для жестких муфт 0,03–0,04 мм, для полужестких – не более 0,06 мм. Для жестких муфт быстроходных машин, например турбогенераторов, осевое биение не должно превышать 0,02–0,03 мм. Биение коллектора проверяют при медленном проворачивании якоря. Наличие промежутков между пластинами весьма затрудняет измерение биения коллектора при обычной форме конца измерительного стержня. Для устранения этого недостатка на конец стержня индикатора надевают плоский наконечник. Допустимое биение коллекторов быстроходных машин с окружной скоростью коллектора до 50 м/с, например турбовозбудителей, не должно превышать 0,02–0,03 мм, в тихоходных машинах может быть допущено без ущерба для работы машины значительно большее биение.

3. Контрольные вопросы

1. Какие муфты применяются для соединения валов?
2. Для чего производится центровка валов?
3. В чем сущность методов центровки валов?
4. Как проверить биение полумуфт?

Рекомендуемая литература

1. Полуянович, Н. К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 140610 направления подготовки 140600 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии». – СПб.: Лань, 2012. – 400 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2767

2. Нейштадт, Е. Т. Лабораторный практикум по предмету «Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования предприятий и установок»: учеб. пособие для уч-ся техникумов. – М.: Высшая школа, 1991. – 111 с.