

ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет
Кафедра «Электроснабжение и эксплуатация
электрооборудования»

Методические указания к выполнению
лабораторной работы №18
по ремонту электрооборудования
«Определение возможности включения трехфазных асинхронных электродвигателей »

Для бакалавров электроэнергетического факультета по специальности 13.03.02
по направлению «Электроэнергетика и электротехника»
Профиль подготовки «Электроснабжение»

г. Ставрополь, 2020 г.

УДК 631.31

Составители:

кандидаты технических наук, доценты кафедры
«Электроснабжение и эксплуатация
электрооборудования»
В.Г. Жданов, Е.А. Логачева

Рецензенты:

кандидат технических наук Антонов С.Н.;
кандидат технических наук Шарипов И.К.

«Определение возможности включения трехфазных асинхронных электродвигателей»

Методические указания к выполнению лабораторной работы по ремонту электрооборудования. - Ставрополь: СГАУ, - 2020. –37с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №18

Определение возможности включения трехфазных асинхронных электродвигателей

Цель работы: Освоить методику дефектации асинхронного двигателя сезонного обслуживания без его разборки. Научиться работать с измерительными приборами – мегомметрами типов Е6-24, ЭС0202/2-Г, Ф4102/2-1М. Определять состояние обмотки статора с помощью прибора ИДО 05. Определять состояние подшипников с помощью прибора ИДП 04. Проводить тестирование электродвигателя длительно находящегося в резерве прибором – многофункциональным цифровым измерителем 4101IN. Определение качества электрической энергии прибором REN 700

1. Содержание работы

Дефектация электрических машин при ремонте проводится для определения характера и объема ремонта или возможности списания машины. Все неисправности механической и электрической частей записываются в специальную ведомость, которая служит основой для выдачи нарядов на выполнение ремонтных работ.

В конце года или сезона эксплуатации электрооборудования для уточнения его состояния проводят сезонное обслуживание, которое включает:

1. Очистка от пыли и грязи, осмотр двигателя, проверка станины и подшипниковых щитов на отсутствие трещин.
2. Проверка затяжки крепежных деталей, крепления к фундаменту или рабочей машине, плотности посадки шкива, полумуфты или звездочки.
3. Проверка и ремонт заземления.
4. Осмотр и ремонт выводов.
5. Проверка смазки в подшипниках. При необходимости ее пополняют до $2\frac{1}{3}$ объема камеры.
6. Проверка подшипников на отсутствие заедания и задевание ротора о статор.
7. Включение двигателя и проверка степени нагрева корпуса и подшипниковых щитов при отсутствии посторонних шумов.
8. Проверка состояния щеток, контактных колец, пускового реостата и соединительных проводов (в двигателе с фазным ротором).

Электродвигатели, длительно находящиеся в резерве, должны быть постоянно готовы к немедленному пуску; их необходимо периодически осматривать и опробовать вместе с механизмами по графику, утвержденному техническим руководителем потребителя. При этом у электродвигателей наружной установки, не имеющего обогрева, должны проверяться сопротивление изоляции обмотки статора и коэффициент абсорбции.

Содержание работы и порядок ее выполнения, а также ведомость дефектов заносятся в тетрадь.

2. Порядок выполнения

1. Осмотреть электродвигатель и записать его паспортные данные.
2. Провести дефектацию электродвигателя без его разборки.
 - 2.1. С использованием мегомметров - Е6-24, ЭС0202/2-Г, Ф4102/2-1М.
 - 2.2. С использованием прибора ИДО 05.
 - 2.3. С использованием прибора ИДП 04.
 - 2.4. С использованием прибора 4101IN.
 - 2.5. С использованием прибора REN 700
3. Заполнить ведомость дефектов.

3. Методика определения неисправностей двигателя, его деталей и узлов

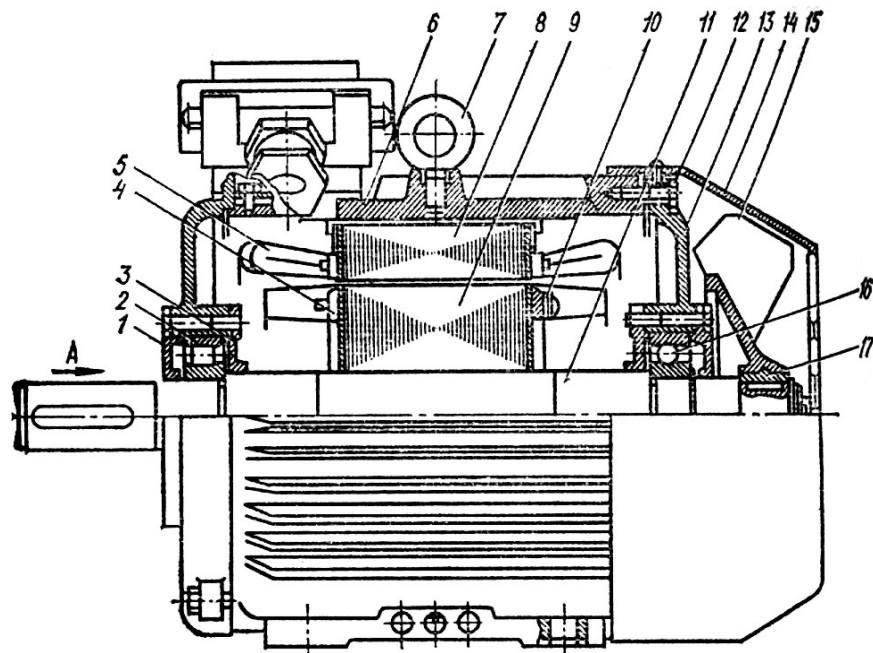
Краткие сведения об устройстве асинхронного короткозамкнутого двигателя.

Электродвигатели служат преобразователями электрической энергии в механическую и составляют основу электропривода большинства механизмов. Наибольшее распространение в сельском хозяйстве имеют асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором различных серий. С 1970 года выпускаются новые двигатели серии 4А, имеющие лучшие технико-экономические показатели по сравнению с двигателями А2/АО2/ и предназначенные для их замены. Серия 4А охватывает диапазон номинальных мощностей от 0,6 до 400 кВт, имеет 17 высот оси вращения от 50 до 355 мм. Предусмотрено 3 исполнения по степени механической защиты (IP44, IP23, IP54).

В серию 4А входят двигатели специализированного исполнения для сельского хозяйства (высота оси вращения 50-180мм), с мощностью до 30 кВт с частотой вращения 3000, 1500, 1000 мин⁻¹ на напряжение 380 В. Двигатели сельскохозяйственного назначения могут длительно работать при пониженном до 90 и 80% напряжении от номинального значения со снижением мощности соответственно на 5 и 15 %.

Асинхронный двигатель состоит из неподвижного статора и вращающегося ротора (рисунок1). Станина статора 6, представляющая собой литое изделие из чугуна или алюминиевого сплава в зависимости от исполнения двигателя, лапами или фланцем крепится к фундаменту или к другой конструкции. В станине жестко закреплён сердечник статора 8. Магнитопровод асинхронного двигателя для увеличения передаваемой электромагнитной мощности выполнен из листовой электротехнической стали. В листах, из которых собирается сердечник статора, выштампованы пазы, куда укладывается статорная обмотка 5 из медного изолированного провода. Обмотка изолирована от сердечника электроизоляционным материалом.

На корпусе установлена коробка выводов 18, имеющая внутри зажимы для подключения выводов обмотки и присоединения двигателя к сети. Сверху на корпусе расположен грузовой болт 7 для подъёма двигателя, а сбоку болт 21 для подключения заземления.



Вид А

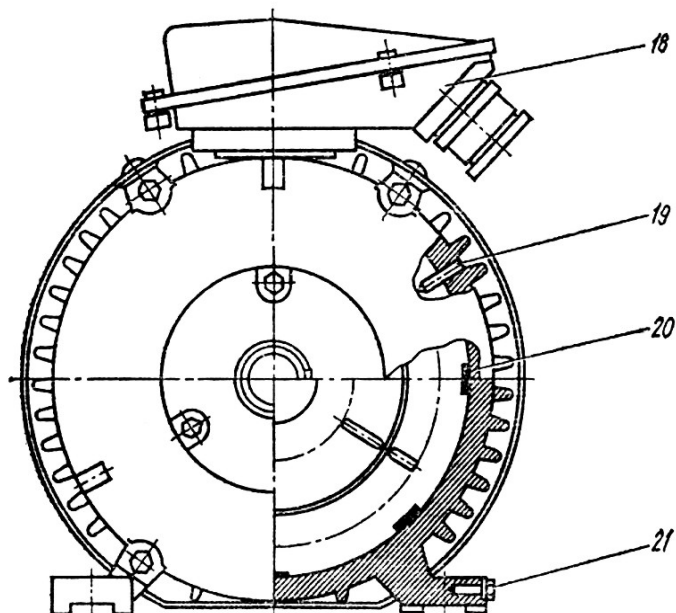


Рисунок 1 - Асинхронный электродвигатель серии 4А с короткозамкнутым ротором и со степенью защиты IP44: 1, 3 - наружная и внутренняя крышки подшипников; 2, 16 - подшипники качения; 4 - замыкающее кольцо ротора с вентиляционной лопаткой; 5, 8 - обмотка и сердечник статора; 6 - станина; 7 - рым-болт; 9 - сердечник ротора; 10 - балансировочный груз; 11 - вал; 12, 21 - болты; 13 - подшипниковый щит; 14 - кожух; 15 - наружный вентилятор; 17 - втулка вентилятора; 18 - коробка выводов; 19 - стопорные винты; 20 - скоба.

Второй основной частью магнитной цепи является сердечник ротора 9, собранный из круглых листов электротехнической стали, с выштампованными пазами для роторной обмотки. Обмотка ротора образуется заливкой алюминия в пазы и соединения залитых в пазы частей в единую короткозамкнутую систему кольцом.

Сердечник ротора напрессован на цельнометаллический вал 11, который при помощи подшипников крепится в подшипниковые щиты 13, отлитые из чугуна или алюминиевого сплава. Рабочий конец вала служит для соединения двигателя с приводным механизмом, на другом конце размещён вентилятор 15 для охлаждения дви-

гателя. Вентилятор закрыт кожухом 14.

Помимо асинхронных короткозамкнутых двигателей выпускаются электродвигатели с фазным ротором. Они используются для привода механизмов с большим моментом при пуске, а также при необходимости регулирования частоты вращения в небольших пределах. В фазном роторе в пазах укладывают трёхфазную обмотку, соединённую обычно в звезду. Свободные концы у такой обмотки подведены к контактным кольцам, на которые накладываются щётки, позволяющие присоединить к вращающемуся ротору реостат, используемый для плавного пуска двигателя и регулирования его частоты вращения.

Принцип действия асинхронного двигателя основан на законе электромагнитной индукции. При подключении двигателя к сети трёхфазного переменного тока в обмотке статора образуется вращающееся магнитное поле, под действием которого в роторе индуцируется ЭДС и протекает ток. Взаимодействие тока ротора с полем статора создаёт вращающий момент, под действием которого ротор приходит во вращение.

Дефектация асинхронного двигателя

В ремонтной практике о состоянии двигателя судят по результатам осмотра и измерения некоторых параметров. К исправному двигателю предъявляются следующие основные требования:

1. Он должен быть укомплектован всеми деталями и узлами;
2. На станине, подшипниковых щитах, корпусе и крышке вводного устройства, кожухе вентилятора не должно быть трещин, сколов и вмятин, а также повреждений лакокрасочного покрытия;
3. Не должно быть осевого обгорания контактных болтов клеммой панели вводного устройства;
4. Должны иметь правильную маркировку выводные концы обмотки;
5. Не должно быть осевого смещения ротора и обрыва его стержней;
6. Сопротивление изоляции обмотки одной фазы относительно другой и относительно станины должно быть при рабочей температуре не менее 0,5 Мом;
7. Не должно быть замыкания обмотки на станину и между фазами, обрыва и межвиткового замыкания;
8. Сила тока основного хода должна составлять 30...60% от номинального, а неравномерность токов в отдельных фазах не должна превышать 5% от их среднего арифметического значения;
9. Отклонения между наибольшим и наименьшим воздушным зазором от среднего арифметического значения воздушного зазора не должно, превышать 10%

При проведении дефектации двигателя в целом и его отдельных частей ориентируются на характерные неисправности, наиболее часто встречающиеся в ремонтной практике. Перечень их приведён ниже.

Перечень возможных дефектов и вид ремонта

1. Трещины и сколы на лапах, корпусе, подшипниковых щитах (трещины бо-

лее $\frac{1}{2}$ длины корпуса, отбито более 2 лап - двигатель в ремонт не принимается), трещины и сколы в посадочных местах - капитальный ремонт.

2. Износ и срыв резьбовых соединений (резьба имеет более 2 сорванных ниток, смяты головки болтов, болты искривлены - текущий ремонт).

3. Обгорание или обугливание обмоток статора или других его частей - капитальный ремонт.

4. Нарушение лакового покрова лобовых частей обмотки статора - капитальный ремонт.

5. Обрыв, ослабление или потеря механической прочности бандажами лобовых частей, ослабление или выпадение пазовых клиньев - текущий ремонт.

6. Повреждение изоляции выводных проводов - текущий ремонт.

7. Увлажнение обмотки- статора (сопротивление изоляции менее 4 МОм при 15° С - текущий ремонт, сушка; если после сушки сопротивление изоляции менее 4 МОм - капитальный ремонт).

8. Следы подгорания, трещины на клеммной коробке – текущий ремонт.

9. Коррозия, вмятины на активной стали статора и ротора - текущий ремонт (зачистка поверхности, покрытие лаком).

10. Ослабление шихтовки статора и ротора, повреждение листов (тонкое лезвие ножа входит между листами, при постукивании молотком дребезжание и выделение пыли красного цвета - капитальный ремонт).

11. Повреждение подшипников (разрушение сепараторов, шариков, выкрашивание металла на дорожках качения, большой радиальный зазор, сколы и трещины на кольцах сепараторах или шариках, забоины или вмятины на поверхности дорожек качения, цвета побежалости на поверхности колец, сепараторов, шариков, царапины или риски, расположенные поперёк пути качения шариков, стук и неустранимый после промывки шум в подшипниках, чёткие отпечатки шариков на дорожках качения - текущий ремонт подшипников).

12. Износ шеек вала в местах посадки подшипника - капитальный ремонт.

13. Ослабление посадки шкива или полумуфты на валу ротора - капитальный ремонт.

14. Износ поверхностей боковых стенок шпоночной канавки - текущий ремонт.

15. Изгиб лопаток вентилятора, вмятины и трещины на корпусе - текущий ремонт.

16. Повреждение окраски - текущий ремонт.

17. Вмятины или искривления вала двигателя - капитальный ремонт.

Более сложно решается вопрос определения неисправностей обмотки статора и стержней ротора. В обмотках статора электродвигателей чаще всего наблюдаются следующие неисправности: обрыв цепи, замыкание между фазами и обмотки на корпус, витковые замыкания.

Отмеченные неисправности выявляются следующим образом:

- в собранной или разобранной машине обрыв в цепи обмотки определяется контрольной лампой или мегомметром. Для определения обрыва обмотки фазы мегомметр присоединяют к её выводам, выполняют измерения. При наличии обрыва мегомметр покажет значение близкое к бесконечности;

- замыкание обмотки фазы на станину или другую фазу выявляют при измерении сопротивления изоляции мегомметром. При наличии замыкания стрелка прибора будет находиться на нуле. Измерения выполняются для всех фаз;
- используют индикатор дефектов обмоток электрических машин ИД 05.

4. Нормативные ссылки

В данной методике используются ссылки на следующие нормативные документы:

- 2.1 Мегомметр Е6-24. Руководство по эксплуатации РЛПА. 411218.001РЭ.
- 2.2 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей М.: «Энергосервис», 2003 г.
- 2.3 Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Издание 6 с изменениями и дополнениями.
- 2.4 Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Изд. 7. Раздел 1 гл. 1.7, 1.8, Раздел 2 гл. 2.4, 2.5, Раздел 4 гл. 4.1, 4.2, Раздел 6, Раздел 7 гл. 7.1, 7.2.
- 2.9 2.7 Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. – М.: Издательство «Омега-Л», 2014.- 139 с.
- 2.8 ГОСТ Р 16504-81 «Испытания и контроль качества».
- 2.9 ГОСТ Р 8.563-96 «Методики выполнения измерений».
- 2.10 Объем и нормы испытаний электрооборудования РД34.45-51.300-97 М. Издательство НЦ ЭНАС, 2003 г.

Характеристика измеряемой величины, нормативные значения измеряемой величины.

Сопротивление изоляции измеряют мегомметром (500-2500В) со значениями измеренных показателей в Ом, МОм и ГОм.

Напряжение измерения и допустимое сопротивление изоляции вновь вводимых электроустановок напряжением до 1000В должно быть не менее значений, приведенных в таблице №1 (ПУЭ 7 изд. П. 1.8.37 п/п 1).

Таблица 1 - Допустимые значение сопротивления изоляции

Испытуемый элемент	Напряжение метра, В	мегаом-	Наименьшее допустимое значение сопротивления изоляции, МОм
1. Шины постоянного тока на щитах управления и в распределительных устройствах (при отсоединенных цепях)	500-1000		10
2. Вторичные цепи каждого присоединения и цепи питания приводов выключателей и разъединителей ¹	500-1000 500-1000		1 1
3. Цепи управления, защиты, автоматики и измерений, а также цепи возбуждения машин постоянного тока, присоединенные к силовым цепям	500		0,5
4. Вторичные цепи и элементы при питании от отдельного источника или через разделительный трансформатор, рассчитанные на рабочее напряжение 60 В и ниже ²	1000 500-1000		0,5 0,5
5. Электропроводки ³ , в том числе осветительные сети			
6. Распределительные устройства ⁴			

¹Измерение производится со всеми присоединенными аппаратами (катушки проводов, контакторы, пускатели, автоматические выключатели, реле, приборы, вторичные обмотки трансформаторов тока и напряжения и т.п.).

²Должны быть приняты меры для предотвращения повреждения устройств, в особенности микроэлектронных и полупроводниковых элементов.

³Сопротивление изоляции измеряется между каждым проводом и землей, а также между каждыми двумя проводами.

⁴Измеряется сопротивление изоляции каждой секции распределительного устройства.

Минимально допустимые значения сопротивления изоляции элементов электрических сетей напряжением до 1000В, напряжение и периодичность измерений в действующих электроустановках приведены в таблице 2 (ПТЭЭП п. 3.1 табл. 37).

5. Условия выполнения измерений

5.1 Измерения изоляции должны проводиться в нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150-85 и при нормальном режиме питающей сети или оговоренных в заводском паспорте - техническом описании на мегомметры.

5.2.Значение электрического сопротивления изоляции соединительных проводов измерительной схемы должно превышать не менее чем в 20 раз минимально допустимое значение электрического сопротивления изоляции испытуемого изделия.

5.3.Измерения производятся в помещениях при температуре $25\pm 10^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 80%, если в стандартах или технических условиях на кабели, провода, шнуры и оборудование не предусмотрены другие условия.

6. Метод измерений

Сопротивление изоляции постоянному току электрических цепей между фазами и относительного корпуса является одним из основных показателей ее электрической прочности.

Измерение сопротивления изоляции является неотъемлемой частью пусконаладочных испытаний всех видов электрооборудования и электрических цепей.

Для измерения сопротивления изоляции применяются мегомметры с использованием никель-металгидридным аккумулятором «5Н-ААА2000В» с номинальной емкостью «2000 мА/ч». Определение сопротивления производится измерением тока в цепи, при приложении испытательного напряжения. Под управлением микропроцессора мегомметр преобразует аналоговую величину тока в цифровую. Результат отображается на индикаторе и запоминается. Переключение диапазонов измерения и определение единиц измерения производятся автоматически.

Таблица 2

Наименование элемента	Напряжение мегаомметра, В	Сопротивление изоляции, МОм	Примечание
Электроизделия и аппараты на номинальное напряжение, В: до 50 свыше 50 до 100 свыше 100 до 380 свыше 380	100 250 500-1000 1000-2500	Должно соответствовать указаниям изготовителя, но не менее 0,5	При измерениях полупроводниковые приборы в изделиях должны быть зашунтированы
Распределительные устройства, щиты и токопроводы	1000-2500	не менее 1	Измерения производятся на каждой секции распределительного устройства
Электропроводки, в том числе осветительные сети	1000	не менее 0,5	Измерения сопротивления изоляции в особо опасных помещениях и наружных установках производятся 1 раз в год. В остальных случаях измерения производятся 1 раз в 3 года. При измерениях в силовых цепях должны быть приняты меры для предотвращения повреждения устройств, в особенности в электронных и полупроводниковых приборах. В осветительных сетях должны быть вывинчены лампы, штепсельные розетки и выключатели присоединены
Вторичные цепи распределительных устройств, цепи питания проводов выключателей и разъединителей, цепи управления, защиты, автоматики, телемеханики и т.п.	1000-2500	не менее 1	Измерения производятся со всеми присоединенными аппаратами (катушки, контакторы, пускатели, выключатели, реле, приборы, вторичные обмотки трансформаторов напряжения и тока)
Краны и лифты	1000	не менее 0,5	Производится не реже 1 раза в год
Стационарные электроплиты	1000	не менее 1	Производится при нагретом состоянии плиты не реже 1 раза в год
Шинки постоянного тока и шинки напряжения на щитах управления	500-1000	не менее 10	Производится при отсоединенных цепях
Цепи управления, защиты, автоматики, телемеханики, возбуждения машин постоянного тока на напряжение 500-1000В, присоединенных к главным цепям	500-1000	не менее 1	Сопротивление изоляции цепей напряжением до 60В, питающихся от отдельного источника измеряется мегаомметром на напряжение 500В и должно быть не менее 0,5МОм
Цепи, содержащие устройства с микроэлектронными элементами, рассчитанные на рабочее напряжение, В: до 60 выше 60	100 500	не менее 0,5 не менее 0,5	

7. Требования к средствам измерений

7.1 При выполнении измерений применяют СИ и другие технические средства, приведенные в таблице 3.

7.2. Средства измерений должны пройти государственную поверку, быть опломбированы, иметь клеймо или свидетельство о поверке.

Таблица 3. - Средства измерений Е6-24

Порядковый номер и наименование средств измерения (СИ), испытательного оборудования (ИО), вспомогательных устройств	Обозначение стандарта, ТУ и типа СИ, ИО	Заводской номер	Метрологические характеристики (кл. точности, пределы погрешностей, пределы измерений)	Наименование измеряемой величины
Мегаомметр	Е6-24	№ _____	Электронный мегаомметр; класс точности 3; пределы измерений 0-10 ГОм напряжение 500, 1000, 2500 В	Сопротивление изоляции

8. Требования к погрешности измерений и приписанные характеристики погрешности измерений

8.1. Погрешность измерения определяется классом применяемых приборов.

8.2. Пределы допускаемых значений погрешности приборов, согласно паспортам при измерении сопротивления изоляции составляет:

- мегомметры типа Е6-24 - 3% от измеренной величины сопротивления

9. Подготовка к выполнению испытаний

При подготовке к выполнению измерений сопротивления изоляции проводят следующие операции:

9.1 Проверяют климатические условия в месте измерения сопротивления изоляции с измерением температуры и влажности и соответствие помещения по взрывопожаробезопасности для подбора, соответствующим условиям, мегомметра.

9.2 Проверяют по внешнему осмотру состояние выбираемого мегомметра, соединительных проводников, работоспособность мегомметра согласно технического описания на мегомметр.

9.3 Проверяют срок действия госповерки на мегомметр.

9.4 Подготовка измерений образцов кабелей и проводов выполняют согласно ГОСТ 3345-76.

9.5 При выполнении периодических профилактических работ в электроустановках, а также при выполнении работ на реконструируемых объектах в электроустановках, подготовку рабочего места выполняет электротехнический персонал предприятия, где выполняется работа, согласно правил ПТБ и ПТЭЭП.

9.6 Измерение сопротивления изоляции производится при температуре не ниже +10°C.

10. Последовательность и порядок выполнения измерения

10.1 Общие положения.

Алгоритмы операций подготовки и выполнения измерений должны строго соответствовать инструкции приборов, с помощью которых эти измерения выполняются.

Измерение сопротивления изоляции мегомметром должно осуществляться на отключенных токоведущих частях, с которых снят заряд путем предварительного их заземления.

Перед началом измерений мегомметр следует проверить при разомкнутых и коротко-замкнутых проводах: в первом случае на индикаторе должна отображаться «бесконечность» символ «П», во втором случае - «нуль».

Величина $R_{из}$ должна быть не меньше верхнего предела измерения мегомметра (обычно не меньше 1000 МОм).

Длина проводов должна быть, возможно меньшей, мегомметр следует располагать ближе к объекту измерения.

Для устранения влияния токов утечки при проведении измерений в сырую погоду или при измерении больших сопротивлений изоляции мегомметр подключить к измеряемому объекту с использованием зажима «Э» (экран), вследствие чего токи утечки по поверхности изоляции отводятся в землю, минуя обмотку логометра.

Отсчет значений электрического сопротивления изоляции при измерении производят по истечении 1 мин. с момента приложения измерительного напряжения к образцу, но не более чем через 5 мин., если в стандартах или технических условиях на конкретные кабельные изделия или на другое измеряемое оборудование не предусмотрены другие требования.

Перед повторным измерением все металлические элементы кабельного изделия должны быть заземлены не менее чем за 2 мин.

Сопротивление изоляции измеряется между каждой жилой и землёй, а также между каждыми двумя жилами.

При пониженном сопротивлении изоляции кабелей проводов и шнуров отличной от нормативных правил ПУЭ, ПТЭЭП, ГОСТ, необходимо выполнить повторные измерения с отсоединением кабелей, проводов и шнуров от зажимов потребителей и разведением токоведущих жил.

При измерении сопротивления изоляции отдельных образцов кабелей, проводов и шнуров, они должны быть отобраны на строительные длины, намотанные на барабаны или в бухты, или образцы длиной не менее 10 м, исключая длину муфт и разделок.

Приборы при выполнении измерений располагаются горизонтально на твердом основании.

10.3 Последовательность операций измерения мегомметром типа Е6-24.

РЕКОМЕНДУЕТСЯ подключать «- » прибора на «землю» объекта.

Примечание - На ряде объектов допустимая полярность приложения напряжения может быть иной. Поэтому необходимо заранее это выяснить. Полярность испытательного напряжения указана на гнездах прибора.

Мегаомметры - Е6-24, Е6-24/1



Цифровые мегаомметры Е6-24 и Е6-24/1 предназначены для измерения сопротивления изоляции электрических цепей, не находящихся под напряжением, и измерения переменного напряжения до 400 В. Современный эргономичный корпус, новейшая элементная база.

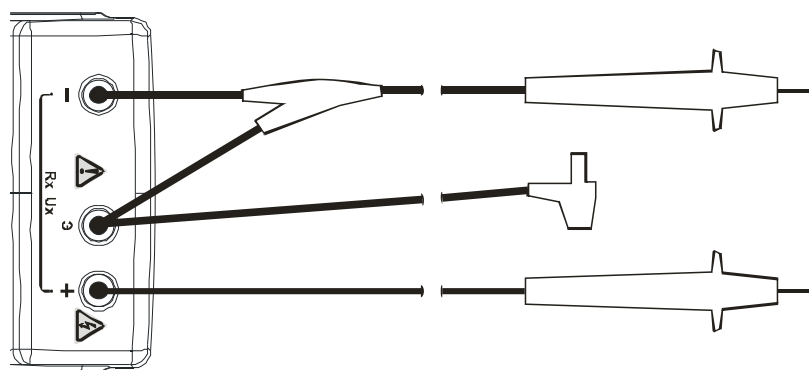


Рисунок 4 - Подключение щупов к мегомметру

При отсутствии напряжения в измеряемой цепи, можно перейти к измерению сопротивления.

Подключение к гнезду «Э» прибора может быть необходимым в следующих случаях:

- для снижения уровня помех в измерительной цепи к гнезду « - » подключить щуп с экранированным кабелем, а к гнезду «Э» подключить экран этого кабеля;

- если необходимо измерить сопротивление в теле объекта (например, сопротивление между обмотками трансформатора или между общей защитой и одной жилой в многожильном кабеле) и при этом исключить влияние поверхностных токов. В первом случае к гнезду «Э» подключают сердечник трансформатора, а во втором случае установленный защитный бандаж (несколько витков неизолированного провода) на изоляцию этой жилы.

Установить требуемое испытательное напряжение. Смена напряжения производится кратковременными нажатиями кнопки «U_{Rx}».

Для проведения измерения необходимо нажать и удерживать кнопку «Rx». После отпускания кнопки процесс измерения прекратится.

Если сопротивление объекта превышает рабочий диапазон прибора на индикаторе загорается буква «П» (переполнение). Также индикация «П» может появляться на время переходных процессов на объекте, поэтому в этом случае рекомендуется продолжать измерение сопротивления не менее 10 сек.

На объекте может присутствовать наведенное помехами постоянное напряжение. В этом случае рекомендуется проводить измерения дважды со сменой полярности приложения испытательного напряжения. Это позволит определить истинное значение сопротивления изоляции как среднее значение двух измерений.

Отстыковку измерительных щупов от объекта производить не ранее 10 сек после отпускания кнопки «Rx».

11. Обработка и вычисление результатов измерений

11.1 За сопротивление изоляции принимается значение сопротивления R₆₀, зафиксированное по показанию мегомметра через 60 сек.

Сопротивление изоляции с учетом погрешности мегомметров определяется по формуле

$$R_{из} = R_u - (R_u \cdot \delta_u / 100),$$

где R_u - показания прибора;

δ_u - относительная погрешность измерения, %;

11.2 Если измерение для кабельных изделий проводилось при температуре, отличающейся от 20°C, а требуемое стандартами или техническими условиями на конкретные кабельные изделия, значение электрического сопротивления изоляции нормировано при температуре 20°C, то измеренное значение электрического сопротивления изоляции пересчитывают на температуру 20°C по формуле

$$R_{20} = KR_t,$$

где R₂₀ - электрическое сопротивление изоляции при температуре 20°C, МОм;

R_t - электрическое сопротивление изоляции при температуре измерения, МОм;

K - коэффициент для приведения электрического сопротивления изоляции к температуре 20°C, значения которого приведены в приложении к настоящему стандарту.

При отсутствии переводных коэффициентов арбитражным методом является измерение электрического сопротивления изоляции при температуре (20±1)°C.

11.3 Пересчет электрического сопротивления изоляции R на длину 1 км должен быть проведен по формуле

$$R = R_{20} \cdot L,$$

где R₂₀ - электрическое сопротивление изоляции при температуре 20°C, МОм;

L - длина испытуемого изделия без учета концевых участков, км.

Таблица 4. Коэффициент для приведения электрического сопротивления изоляции к температуре 20°C

Температура, °С	Материал изоляции		
	Пропитанная бумага	Поливинилхлоридный пластикат и полиэтилен	Резина
5	0,58	0,10	0,50
6	0,60	0,12	0,53
7	0,64	0,15	0,55
8	0,67	0,17	0,58
9	0,69	0,19	0,61
10	0,72	0,22	0,64
11	0,74	0,26	0,68
12	0,76	0,30	0,70
13	0,79	0,35	0,73
14	0,82	0,42	0,76
15	0,85	0,48	0,80
16	0,87	0,56	0,84
17	0,90	0,64	0,88
18	0,93	0,75	0,91
19	0,97	0,87	0,96
20	1,00	1,00	1,00
21	1,03	1,17	1,05
22	1,07	1,35	1,13
23	1,10	1,57	1,20
24	1,14	1,82	1,27
25	1,18	2,10	1,35
26	1,22	2,42	1,43
27	1,27	2,83	1,52
28	1,32	3,30	1,61
29	1,38	3,82	1,71
30	1,44	4,45	1,82
31	1,52	5,20	1,93
32	1,59	6,00	2,05
33	1,67	6,82	2,18
34	1,77	7,75	2,31
35	1,87	8,80	2,46

12. Контроль точности результатов измерений

Контроль точности результатов измерений обеспечивается ежегодной проверкой прибора в органах Госстандарта РФ. Прибор должен иметь действующее свидетельство о госповерке. Выполнение измерений прибором с просроченным сроком проверки не допускается.

13. Измерение сопротивления изоляции мегомметром ЭС0202/2Г



Алгоритмы операций подготовки и выполнения измерений должны строго соответствовать инструкции приборов, с помощью которых эти измерения выполняются.

Измерение сопротивления изоляции мегомметром должно осуществляться на отключенных токоведущих частях, с которых снят заряд путем предварительного их заземления.

Перед началом измерений мегомметр следует проверить при разомкнутых и короткозамкнутых проводах: в первом случае стрелка должна находиться у отметки шкалы «бесконечность», во втором случае - у отметки «нуль».

Величина $R_{из}$ должна быть не меньше верхнего предела измерения мегомметра (обычно 1000 Мом).

Длина проводов должна быть, возможно, меньшей, мегомметр следует располагать ближе к объекту измерения.

Для устранения влияния токов утечки при проведении измерений в сырую погоду или при измерении больших сопротивлений изоляции мегомметр подключить к измеряемому объекту с использованием зажима «Э» (экран), вследствие чего токи утечки по поверхности изоляции отводятся в землю, минуя обмотку логометра.

Отсчет значений электрического сопротивления изоляции при измерении проводят по истечении 1 мин. С момента приложения измерительного напряжения к образцу, но не более чем через 5 мин., если в стандартах или технических условиях на конкретные кабельные изделия или другое измеряемое оборудование не предусмотрены другие требования.

Перед повторным измерением все металлические элементы кабельного изде-

лия должны быть заземлены не менее чем за 2 минуты.

Сопротивление изоляции измеряется между каждой жилой и землей, а также между каждыми двумя жилами.

При пониженном сопротивлении изоляции кабелей, проводов и шнуров отличной от нормативных правил ПУЭ, ПТЭЭП, ГОСТ, необходимо выполнить повторные измерения с отсоединением кабелей, проводов и шнуров от зажимов потребителей и разведением токоведущих жил.

Последовательность операций измерения мегомметром типа ЭС0302/2Г.

- присоединить шнуры соединительные к клеммам «-», «rx-vx», «Э». Зажим «Э» мегомметра используется для уменьшения погрешности измерений от токов утечки при измерении сопротивления;

- установить переключатель шкал в положение «I» и выставить переключателем напряжений необходимое измерительное напряжение (500, 1000, 2500 В - соответственно);

- для проведения измерений вращать рукоятку электромеханического генератора;

- при необходимости перейти на другой диапазон измерений;

- вращая ручку генератора, произвести отчет по соответствующей шкале.

Последовательность операций измерения мегомметром типа Ф 4102/2–1М.

- к клемме «-», с охранным кольцом и к клемме «Э» подключить соединительные шнуры в соответствии с маркировкой.

- корректором измерительного механизма установить стрелку прибора на отметку «∞».

- установить переключатель измерительных напряжений в нужное положение.

- при разомкнутых зажимах «rx» нажать кнопку «ИЗМЕРЕНИЕ 1» и установить ручкой «УСТАН. ∞» указатель мегомметра на отметку «∞».

- замкнуть зажимы «rx» соединительными проводами, нажать кнопку «ИЗМЕРЕНИЕ 1» и установить ручкой «УСТАН.0» указатель прибора на отметку «0».

- повторять пункты 4 и 5 до установки указателя мегаомметра на отметки «∞» и «0».

- убедиться в отсутствии напряжения на объекте измерения и подключить объект к зажимам «rx».

- для проведения измерения нажать кнопку «ИЗМЕРЕНИЕ 1», подав тем самым на объект высокое напряжение. На время измерений держать кнопку нажатой. После установления указателя сделать отсчет значения измеряемого сопротивления по шкале 1.

- при необходимости проведения измерений с повышенной точностью, осуществить подготовку и измерения по п.п. 4...8 при двух нажатых кнопках «ИЗМЕРЕНИЯ 1,2».

14. Оформление результатов измерений

После проведения замеров сопротивления изоляции электросетей и электрооборудования должен быть заполнен протокол измерений сопротивления изоляции (Приложение 1). В протоколе указывается тип прибора, его рабочее направление, заводской номер, рабочее напряжений испытываемой электросети (электрооборудования), дата проведения измерений.

Протокол подписывается исполнителями с четко записанной фамилией и инициалами. Незаполненные графы протоколов зачеркиваются знаком «Z».

При наличии дефектов изоляции сетей и оборудования заказчику выдается ведомость дефектов для устранения и повторного испытания в двух экземплярах, один экземпляр передается под расписку заказчику, второй - в ПТО организации (фирмы).

На каждом протоколе испытаний в разделе «Заключение» ставится штамп электротехнической лаборатории с указанием даты последней регистрации в инспекции Госэнергонадзора.

15. Требования к квалификации персонала

К выполнению измерений и испытаний допускаются лица, прошедшие специальное обучение и аттестацию с присвоением группы по электробезопасности не ниже III при работе в электроустановках до 1000 В, имеющие запись о допуске к испытаниям и измерениям в электроустановках до 1000 В.

Измерения сопротивления изоляции должен проводить только квалифицированный персонал в составе бригады, в количестве не менее 2 человек. Производитель работ должен иметь не ниже IV разряда и члены бригады должны иметь не ниже III разряда.

16. Требования к обеспечению безопасности при выполнении испытаний и экологической безопасности

16.1. При производстве измерений переносными приборами в действующих электроустановках должны выполняться предписания действующих «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».

16.2. Измерения мегомметром в процессе эксплуатации разрешается выполнять обученным работникам из числа электротехнического персонала. В электроустановках напряжением выше 1000В измерения производятся по наряду, в электроустановках напряжением до 1000В - по распоряжению.

В тех случаях, когда измерения мегомметром входят в содержание работ, оговаривать эти измерения в наряде или распоряжении не требуется.

16.3. Измерение сопротивления изоляции мегомметром должно осуществляться на отключенных токоведущих частях, с которых снят заряд путем предварительного заземления. Заземление с токоведущих частей следует снимать только после подключения мегомметра.

16.4. При измерении мегомметром сопротивления изоляции токоведущих частей соединительные провода следует присоединять к ним с помощью изолирующих деталей (штанг). В электроустановках напряжением свыше 1000В, кроме того, следует пользоваться диэлектрическими перчатками.

16.5. При работе с мегомметром прикасаться к токоведущим частям, к которым он присоединен, не разрешается. После окончания работы следует снять с токоведущих частей остаточный заряд путем их кратковременного заземления.

16.6. Применяемый метод измерения сопротивления изоляции опасности для окру-

жающей среды не представляет.

17. Дефектация электродвигателя с использованием индикатора дефектов обмоток электрических машин ИДО-05



7.1. Устройство и работа индикатора

Конструктивно индикатор выполнен в виде портативного прибора, корпус которого состоит из двух пластмассовых крышек, стянутых резиновыми окантовками.

На верхней крышке корпуса расположены окошки светодиодной и светодиодной алфавитно-цифровой индикации, и надписи, поясняющие назначение органов управления и светодиодов.

В верхней торцевой части корпуса имеются гнезда: «-1000 В» и «т» - для подключения к индикатору соединительных проводов при оценке сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками, «Кабель» - для подключения к индикатору соединительного кабеля при измерении $K_{и}$.

На левой боковой стенке корпуса находятся две кнопки: «Питание» для включения/выключения индикатора и «Выбор фаз» - для выбора пары фаз при измерении $K_{и}$.

На правой боковой стенке корпуса расположено гнездо «5 В, 1 А» - для подключения к индикатору блока питания БПИД-2 (далее «блока питания»).

На задней крышке корпуса приведены надписи, поясняющие назначение гнезд индикатора и содержащие основную информацию о нем.

Внутри корпуса расположены две печатные платы с элементами схемы индикатора и аккумуляторы.

17.2. Принцип работы индикатора

- при проверке трехфазной обмотки на наличие междувитковых замыканий, обрыва фазы и на правильность соединения фаз принцип работы индикатора основан на сравнении полных сопротивлений двух фаз обмотки при подключении к ним генератора высокочастотного стабилизированного тока. При наличии дефектов полные сопротивления фаз обмотки и соответственно токи в них будут различными. Степень этого различия устанавливается величиной коэффициента несимметрии фазных токов K_H :

$$K_{H1} = (I_A - I_B) / I_0 \times 100\%; \quad K_{H2} = (I_B - I_C) / I_0 \times 100\%; \quad K_{H3} = (I_C - I_A) / I_0 \times 100\%;$$

где I_A, I_B, I_C – действующие значения фазных токов;

I_0 – действующее значение высокочастотного стабилизированного тока, генерируемого индикатором ($I_0 = I_A + I_B = I_B + I_C = I_C + I_A$).

- при проверке состояния изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками принцип работы индикатора состоит в подаче на обмотку напряжения постоянного тока и контроле тока утечки.

- включение – выключение индикатора производится кнопкой «Питание». При подключении к индикатору с помощью соединительного кабеля трехфазной обмотки машины микроконтроллер запрещает работу импульсного преобразователя и производит автонастройку схемы АЦП и индикации. После автонастройки указанной схемы на индикаторе засвечивается алфавитное показание «АВС». При обрыве одной из фаз обмотки соответствующий ей алфавитный символ отсутствует. Последующие три нажатия на кнопку «Выбор фаз» приводят к поочередному засвечиванию алфавитных символов «А», «Б», «С» совместно с цифровыми показаниями значений $K_{И}$. При отключенном соединительным кабеле импульсный преобразователь выдает напряжение постоянного тока 1000 В и в зависимости от величины тока утечки через изоляцию обмотки засвечивается одно из алфавитных показаний «НОР», «УДО», «НЕУ». При снижении напряжения питания индикатора до уровня 6 В в зависимости от вида проверки мигает один из светодиодов «R_И» и «K_И».

17.3 Указание мер безопасности

- перед работой с индикатором изучить настоящее руководство.
- обмотки контролируемой машины должны быть обесточены.
- при проверке изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками не прикасаться к зажимам соединительных проводов. После ее завершения емкости обмоток должны быть разряжены.

1.7.4. Подготовка к работе

- перед работой индикатора в помещении с плюсовой температурой воздуха при необходимости (если он находился до этого на холоде) выдержать его при указанной температуре не менее 2 часов во избежание появления конденсата;
- провести внешний осмотр индикатора;

- проверить комплектность в соответствии с комплектом поставки;
- убедиться в отсутствии внешних повреждений корпуса, соединительного кабеля и соединительных проводов;
- проверить питание индикатора;
- включить индикатор нажатием кнопки «Питание». При этом должны засветиться светодиод «R_И» и после автонастройки алфавитное показание «НОР».

Если свечение светодиода «R_И» является прерывистым, то необходимо произвести заряд аккумуляторов. Для этого:

- выключить индикатор нажатием кнопки «Питание»;
- присоединить блок питания к индикатору;
- включить блок питания в сеть переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц. При этом на корпусе блока питания должны засветиться светодиоды «Сеть» и «Заряд». Свидетельством окончания заряда аккумуляторов служит выключение светодиода «Заряд»;
- отсоединить блок питания от индикатора и от сети.

Примечания:

- при работе индикатора от блока питания заряд аккумуляторов осуществляется автоматически;
- если к индикатору подключен соединительный кабель, то свидетельством разряда аккумуляторов служит прерывистое свечение светодиода «K_Н»;
- выключить индикатор нажатием кнопки «Питание».

17,5. Порядок работы

- проверка трехфазной обмотки на наличие междувитковых замыканий, обрыва фазы и правильность соединения фаз.

- **кратковременно закоротить обмотку машины на корпус;**
- подключить к индикатору соединительный кабель;
- подключить соединительный кабель с помощью зажимов «А», «В», «С» к выводам трехфазной обмотки машины. При этом фазы должны быть соединены для данной машины (в звезду или треугольник);
- включить индикатор. При этом должны засветиться светодиод «K_Н» и после автонастройки алфавитное показание «АВС».

- если на месте одного из символов «А», «Б» или «С» засветится символ «-«, то это указывает на обрыв соответствующей фазы и отсутствие необходимости выполнять дальнейшие рекомендации ;

- нажать кнопку «Выбор фаз». При этом должны засветиться алфавитный символ «А» и после автонастройки значение K_Н фаз к которым подключены зажимы «В» и «С» соединительного кабеля.

- нажать кнопку «Выбор фаз» еще раз. При этом должны засветиться алфавитный символ «Б» и после автонастройки значение K_Н фаз, к которым подключены зажимы «А» и «С» соединительного кабеля;

- нажать повторно кнопку «Выбор фаз» . При этом должны засветиться алфавитный символ «С» и после автонастройки значение K_Н фаз, к которым подключены зажимы «А» и «В» соединительного кабеля;

- по величине наибольшего из измеренных K_Н установить факт наличия или отсутствия в обмотке междувитковых замыканий, обрыва фазы, неправильного со-

единения фаз, используя табл. 1

Примечание.

При измерении K_H статорной обмотки значительную погрешность может внести эксцентриситет ротора. Поэтому для машины в сборе в качестве измеренного значения K_H следует выбирать минимальное из значений K_H , которые показывает индикатор при медленном проворачивании ротора вручную.

- выключить индикатор;
- отключить от индикатора соединительный кабель;

Проверка состояния изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками:

- подключить к индикатору соединительные провода;
- подключить зажим «-1000 В» к контролируемой обмотке, а зажим «т» - к корпусу машины;
- включить индикатор. При этом должен засветиться светодиод « R_{II} »;
- по алфавитным показаниям индикатора оценить состояние изоляции обмотки относительно корпуса машины и обмотками, используя табл. 1

(алфавитному показанию «НОР» соответствует

$R_{II} > R_{ДОП}$, где $R_{ДОП} = 500 \div 600$ кОм;

«УДО» $R_{КР} < R_{II} < R_{ДОП}$, где $R_{КР} = 50 \div 60$ кОм;

«НЕУ» $R_{II} < R_{КР}$.)

- выключить индикатор;
- отключить от индикатора соединительные провода.

Таблица 1 Возможные дефекты трехфазной обмотки и варианты их индикации

Показания индикатора		Вид дефекта	Рекомендуемые до-полнительные меры по опре-делению вида де-фекта
КН	РИ		
А00:А04 Б00:Б04 С00:С04	–	Дефект отсутствует	–
А05:А95 Б05:Б95 С05:С95	–	Межвитковые замыкания. Неправильное соединение фаз.	– Проверить пра-виль- ность со-единения фаз.
А96:А9 Б96:Б9 С96:С9	–	Короткое замыкание фа-зы/фаз	–
-БС А-С АБ-	–	Обрыв фазы	–
–	НОР	Дефекты отсутс- твуют (Изоляция обмотки относи- тельно корпуса машины и между обмотками в нормальном состоянии)	–
–	УАО	Дефекты отсутс- твуют (Изоляция обмотки относи- тельно корпуса машины и между обмотками в удовле-творитель- ном состоянии)	–
–	НЕУ	Неудовлетвори- тельное состо- яние изоляции обмотки относи- тельно корпуса машины и между обмотками	–

18. Обеспечение контроля вибрации и целостности подшипников качения асинхронных электродвигателей с использованием прибора ИДП 03



18.1. Устройство и работа

Конструктивно индикатор выполнен в виде портативного прибора, корпус которого состоит из двух пластмассовых крышек, стянутых резиновыми окантовками.

На верхней крышке корпуса расположены окошки светодиодной индикации и надписи, поясняющие назначение органов управления и светодиодов.

В верхней торцевой части корпуса имеется гнездо «ДАТЧИК» для подключения к индикатору датчика вибрации или датчика температуры.

На левой боковой стенке корпуса находятся две кнопки: «ПИТАНИЕ» - для включения – выключения индикатора и «ВЫБОР РЕЖИМА» - для выбора режима работы индикатора («ВИБРАЦИЯ» - режим контроля вибрации машины, «ИЗНОС» - режим контроля износа дорожек и тел качения подшипника, «СМАЗКА» - режим контроля качества смазки и установки подшипника). Режим «НАГРЕВ» (режим контроля нагрева подшипника) устанавливается автоматически при подключении к индикатору датчика температуры.

На правой боковой стенке корпуса расположены гнезда: 8 В, 300 мА» - для подключения к индикатору внешнего блока питания БПИД (далее блока питания и гнездо для подключения к индикатору головных телефонов с входным сопротивлением не менее 8 Ом.

На нижней крышке корпуса приведены надписи, поясняющие назначение гнезд индикатора и содержащие основную информацию о нем.

Внутри корпуса расположена печатная плата с элементами схемы индикатора

и аккумуляторы типа Д-0,26Д(6 шт.).

18.2. Принцип работы индикатора.

- при оценке интенсивности вибрации машины индикатор сравнивает среднее квадратическое значение наблюдаемой виброскорости в контролируемой полосе частот с пороговыми значениями и устанавливает факт превышения соответствующего порогового значения.

- при оценках износа дорожек и тел качения, качества смазки и установки подшипника принцип работы индикатора основан на сравнении пиковых (максимальных) значений наблюдаемого виброускорения с пороговыми значениями в двух наиболее информативных диапазонах частот. При этом факт превышения соответствующего порогового значения устанавливается по числу импульсов виброускорения относительно этого порогового значения за установленное время измерения.

- при оценке нагрева подшипника принцип работы индикатора состоит в сравнении наблюдаемой температуры с пороговыми значениями и установлении факта превышения соответствующего порогового значения.

18.3. Включение-выключение индикатора производится кнопкой «ПИТАНИЕ». Готовность индикатора к работе наступает после автонастройки (через 8 – 10 секунд). Включение индикатора с присоединенным датчиком вибрации (или без какого – либо датчика) приводит его в состояние готовности определять оценки, использующие параметры вибрации. Выбор режима работы при этом осуществляется нажатие кнопки «ВЫБОР РЕЖИМА». Выбранный режим отображается свечением одного из светодиодов «ВИБРАЦИЯ», «ИЗНОС», «СМАЗКА». Подключение к индикатору датчика температуры автоматически переводит его в режим контроля нагрева подшипника, о чем свидетельствует свечение светодиода «НАГРЕВ».

- при снижении напряжения питания индикатора до уровня 6 В мигает светодиод «ПИТАНИЕ».

18.4. Указание мер безопасности

- перед работой с индикатором изучить настоящее руководство;

- Контролируемая машина должна быть надежно заземлена.

18.5. Подготовка к работе

- перед работой индикатора в помещении с плюсовой температурой воздуха при необходимости (если он находился до этого на холоде) выдержать его при указанной температуре не менее 2 часов во избежание появления конденсата.

- провести внешний осмотр индикатора;

- проверить комплектность в соответствии с комплектом поставки.

- убедиться в отсутствии внешних повреждений корпуса, кабелей датчиков вибрации и температуры;

- проверить питание индикатора;

- включить индикатор нажатием кнопки «ПИТАНИЕ»;

Если имеет место прерывистое свечение светодиода «ПИТАНИЕ», то необходимо произвести заряд аккумуляторов, для этого:

- выключить индикатор нажатием кнопки «ПИТАНИЕ»;

- присоединить блок питания к индикатору;

- включить блок питания в сеть переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц. При этом на корпусе блока питания должны засветиться светодиоды

«СЕТЬ» и «ЗАРЯД». Свидетельством окончания заряда аккумуляторов служит выключение светодиода «ЗАРЯД»

- отсоединить блок питания от индикатора и сети. При работе индикатора от блока питания заряд аккумуляторов осуществляется автоматически.

- выключить индикатор нажатием кнопки «ПИТАНИЕ».

18.5. Порядок работы

18.5.1. Оценка интенсивности вибрации машины:

- подключить к индикатору датчик вибрации;

- включить индикатор. При этом после автонастройки должно начаться периодическое засвечивание светодиода «ВИБРАЦИЯ»;

- установить датчик вибрации на подшипниковый щит или на корпус подшипника (для подшипников с корпусами) в соответствующем направлении (радиальном, вертикальном, радиальном горизонтальном или осевом) и прижать его с усилием 1-1,5 кг. При этом одновременно со светодиодом «ВИБРАЦИЯ» должно высвечиваться показание светодиодной шкалы («1», «2», «3», ..., «10»);

- определить два-три показания индикатора и убедиться в их стабильности.

- снять датчик вибрации с машины;

Оценить интенсивность вибрации машины в исследуемом направлении при помощи таблицы 7.

Примечания:

В таблице 7 приняты следующие обозначения (на основании международного стандарта ISO 10816-1):

класс I – машины мощностью до 15 кВт;

класс II – машины мощностью от 15 до 75 кВт;

класс III – машины мощностью свыше 75 кВт;

зона А – зона, в пределах которой находятся вибрации недавно изготовленных машин;

зона В – зона, в пределах которой располагаются вибрации, допускающие неограниченно длительную эксплуатацию машин;

зона С – зона, в пределах которой размещаются вибрации, неразрешающие длительную непрерывную работу машин. Машины с такими вибрациями могут работать в течение ограниченного периода времени – до тех пор, пока не возникнет подходящая возможность для устранения неисправностей:

- зона D – зона, в пределах которой имеют место вибрации, способные вызвать поломку машин.

В таблице 7 указаны пороговые значения (уровни) контролируемых параметров.

18.6. Оценка износа дорожек и тел качения подшипника.

- нажать кнопку «ВЫБОР РЕЖИМА». При этом должны засветиться светодиод «ИЗНОС» и светодиод «1»;

- установить датчик вибрации на подшипниковый щит или корпус подшипника (для с корпусами) в радиальном направлении и прижать его с усилием 1,0-1,5 кг. При этом должен начаться процесс установления показаний светодиодной шкалы.

- после достижения установившегося свечения одного из светодиодов шкалы снять датчик вибрации с машины и дождаться сброса показаний индикатора (возврата к непрерывному свечению светодиода «1»);- повторить рекомендации указан-

ных пунктов один-два раза и убедиться в стабильности показаний индикатора;

- оценить износ дорожек и тел качения подшипников с помощью таблицы 7.

18.7. Оценка качества смазки и установки подшипника.

- нажать кнопку «ВЫБОР РЕЖИМА». При этом должны засветиться светодиод «СМАЗКА» и светодиод «1»;

- выполнить рекомендации п. 18.6.;

- оценить качество смазки и установки подшипника с помощью таблицы 7;

- отключить от индикатора датчик вибрации.

Примечания.

- при работе индикатора в режимах «ИЗНОС», «СМАЗКА», «НАГРЕВ» в случае, когда контролируемый параметр не превышает минимальное пороговое значение, на светодиодной шкале светится светодиод «1»;

- износ дорожек и тел качения, качество смазки и установки подшипника также могут быть оценены субъективно по акустическому сигналу головных телефонов;

- для прогнозирования динамики развития дефектов подшипников необходимо осуществлять периодический контроль вызываемой им вибрации и результаты его заносить в журнал. Это позволит заранее предупредить выход из строя подшипника, приняв необходимые меры. Датчик вибрации при периодическом контроле всегда должен устанавливаться в одном и том же месте;

- индикатор можно использовать в том числе для прогнозирования динамики развития дефектов подшипников качения машин с частотой вращения более 6000 об/мин и подшипников скольжения. При этом соответствие показаний индикатора качественным состоянием подшипника должен устанавливать потребитель.

18.8. Оценка нагрева подшипника:

- подключить к индикатору датчик температуры. При этом должны засветиться светодиод «НАГРЕВ» и светодиод «1»;

- установить датчик температуры на подшипниковый щит или на корпус подшипника (для подшипников с корпусами) в месте, наиболее приближенном к валу, очищенном от загрязнений и смазанной каплей масла. При этом резиновая кромка датчика температуры должна плотно соприкасаться с поверхностью машины.

- после достижения установившегося свечения одного из светодиодов шкалы снять датчик температуры с машины и выключить индикатор;

- оценить нагрев подшипника при помощи таблицы 7.

18.9. Контроль достоверности показаний

- подключить к индикатору датчик вибрации;

- включить индикатор и дождаться периодического засвечивания светодиода «ВИБРАЦИЯ»;

- присоединить к источнику вибрации блок питания и включить последний в сеть переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц. При этом источник вибрации должен издавать звук, свидетельствующий о его работе;

- зажать наружный металлический элемент источника вибрации вертикально в тисках массой не менее 2 кг, установить в источник до упора датчик вибрации и проверить его влево-вправо для обеспечения надежного контакта с вибрирующей поверхностью. При этом на индикаторе должен засвечиваться светодиод «3» или «2»;

- нажатием кнопки «ВЫБОР РЕЖИМА» перевести индикатор в режим «ИЗНОС». При этом на индикаторе должно установиться свечение светодиода «6» или «5»;

- отключить датчик вибрации от индикатора, а блок питания от сети;

- подключить к индикатору датчик температуры и установить его на какую либо поверхность с известной температурой, не выходящей за пределы 65-100⁰С. При этом на индикаторе должно установиться свечение светодиода, отображающего наибольшее пороговое значение температуры, которое превышает температуру поверхности;

- выключить индикатор;

- индикатор исправен, если выполняются требования п. 18.9.4., 18.9.5. и 18.9.7.

Примечания

- место датчика температуры должно быть очищено от загрязнений и смазано каплей масла;

- резиновая кромка датчика температуры должна плотно прилегать к контролируемой поверхности.

Оборудование рабочего места

На рабочем месте находятся:

1. Электродвигатели асинхронные короткозамкнутые с различными повреждениями обмоток статоров.

2. Сердечник статора асинхронного электродвигателя с уложенной обмоткой с короткозамкнутыми витками.

3. Измерительные приборы – мегомметры типов Е6-24, ЭС0202/2-Г, Ф4102/2-1М.

4. Мультиметр.

5. Индикатор дефектов обмоток электрических машин ИДО 05

6. Индикатор дефектов подшипников электрических машин ИДП 03.

7. Многофункциональный цифровой измеритель 4101IN..

Рекомендации по выполнению работы

1. Проверить обмотку статора каждого электродвигателя на обрыв, согласно приведенной методике.

2. Измерить сопротивление изоляции обмотки статора каждого электродвигателя по приведенной методике.

3. Выполнить дефектацию каждого электродвигателя путем внешнего осмотра.

4. Прибором ИДО 05 определить состояние обмотки статора для каждого электродвигателя согласно прилагаемой методике.

Содержание отчёта

Описать и проанализировать неисправности асинхронного двигателя. Результаты представить в виде дефектовочной ведомости (таблица 1).

Паспортные данные:

Таблица 1 - Результаты осмотра двигателя

Наименование узлов и деталей двигателя	Обнаруженные неисправности	Рекомендуемый способ ремонта
Электродвигатель №1		
Электродвигатель №2	-	
И т.д.		

Общее заключение.

Таблица 2 - Результаты измерения сопротивления изоляции

$R_{из}$	$R_{из}$ AN	$R_{из}$ BN	$R_{из}$ CN	$R_{из}$ AB	$R_{из}$ BC	$R_{из}$ AC
Прибор						
ЭС0202/2-Г						
Ф4102/2-1М						
Е6-24						

Таблица 3- Результаты измерений сопротивления изоляции прибором ИДВИ - 03

$R_{из}$	$R_{из}$ AN	$R_{из}$ BN	$R_{из}$ CN	$R_{из}$ AB	$R_{из}$ BC	$R_{из}$ AC
Прибор						
ИДО 05						

18. Контрольные вопросы

18.1 Какое электрооборудование подвергается испытанию на измерение сопротивления изоляции?

18.2 Какими приборами измеряют сопротивление изоляции электрооборудования?

18.3 Какие нормативные документы содержат минимально допустимые значения сопротивления изоляции электрооборудования, напряжение и периодичность измерений в действующих электроустановках?

18.4 Условия окружающей среды (температура воздуха, относительная влажность) влияют на результаты измерений?

18.5 Какие требования к средствам измерений сопротивления изоляции электрооборудования вы знаете?

18.6 Каким образом мегаомметр проверяется перед началом измерений?

18.7 Каким образом определяется испытательное напряжение мегаомметра?

18.8 Каким образом оформляются результаты измерения сопротивления изоляции?

18.9 Назовите особенности оформления ведомости дефектов.

18.10 Какие требования к персоналу, выполняющему измерения сопротивления

изоляции, вы знаете?

18.11 Какие требования к бригаде, выполняющей измерения сопротивления изоляции, вы знаете.

18.12 В каких электроустановках измерение сопротивления изоляции электрооборудования осуществляется по наряду, а в каких - по распоряжению?

18.13 Какими основными и дополнительными средствами защиты должны пользоваться работники электротехнической лаборатории при измерении мегомметром сопротивления изоляции токоведущих частей?

Таблица 7.1 – Зоны оценки интенсивности вибрации машин и состояния их подшипников качения

№№ свето-диодов	Виброскорость		Зоны оценки интенсивности вибрации машин			Виброускорение, дБ относительно 10^{-6} м/с^2		Температура, °С	Зоны оценки износа дорожек и тел качения, качества смазки и установок, нагрева подшипника
	мм/с	дБ отн. 10^{-6} мм/с	Класс I (<15 кВт)	Класс II (15-75 кВт)	Класс III (>75 кВт)	При оценке износа дорожки и тел качения подшипника	При оценке качества смазки и установки подшипника		
10	18	145				140	130	105	неудовлет-ворительно
9	11,2	141		D	D	136	126	100	
8	7,1	137		(неудовл.)		132	122	95	удовлет-ворительно
7	4,5	133	D	C	C	128	118	90	
6	2,8	129		(удовл.)		124	114	85	удовлет-ворительно
5	1,8	125	C	B	B	120	110	80	
4	1,12	121		(удовл.)		116	106	75	нормально
3	0,71	117	B	A	A	112	102	70	
2	0,45	113		A		108	98	65	нормально
1	0,28	109	A	(норм.)		104	94	60	

Многофункциональный цифровой измеритель 4101IN



 ЭЛЕКТРОНПРИБОР

Тестер 4101IN многофункциональный измеритель:

- измеряет сопротивление изоляции, напряжение в цепи, целостность цепи (током не менее 200 мА) с автоматическим удержанием результата на дисплее;
- питание не только алкалиновых и обычных элементов, но и от аккумуляторных батарей;
- пыле-, влагозащищенное исполнение корпуса прибора;
- наклонное расположение ЖК – индикатора (для удобства считывания результатов).

В приборе данной серии для выполнения измерений их схемой вырабатывается ток до 1 мА (макс.) который не является опасным или могущим вызвать какие либо повреждения в тестируемом объекте. Только в одном режиме (контроль целостности цепи) используется напряжение 5 В (макс.) и ток более 1 мА. Все режимы измерений, применяемые в приборах, являются по своей сути методами - неразрушающего контроля.

19.1. Назначение и краткое описание возможностей

Прибор 4101IN имеет все необходимые возможности для контроля ЭУ и оценки электросетей. Звуковой сигнал предупреждения в приборе всегда находится во включенном состоянии. Установленные источники автоматически проверяются при каждом включении.

Кнопка ON/TEST предназначена как для включения прибора, так и для запуска процедуры тестирования. Кроме того, она позволяет выбирать другие режимы (DAR/PI) и блокировать функцию EnerSave (длительные тесты: 60 с/10 мин). Автоматическое измерение коэффициентов DAR и PI производится только при отключении EnerSave. Для включения функции энергосбережения нажать повторно кнопку TEST более 3 секунд.

По истечении 3 сек. Раздается короткий сигнал, означающий включение режима EnerSave.

После запуска тестирования изоляции в любое время процедура измерения может быть остановлена повторным нажатием TEST.

Кнопка «Ω» является многоцелевой: при ее нажатии активируется режим измерения сопротивления цепи (Continuity Test), далее она используется для автоматической установки «0» показаний дисплея (компенсация начального сопротивления измерительных проводов и проверки предохранителя).

Прибор оснащен функцией автоматического вольтметра, которая активируется сразу после включения питания. Режим измерения напряжения по умолчанию является заводской установкой. Для измерения сопротивления изоляции предусмотрены три значения тестового напряжения: 250В, 500В, 1000В (пост.).

До начала выполнения тестирования (при условии, что прибор осмотрен, и тестовые провода правильно подключены к объекту), измеритель контролирует отсутствие входного напряжения (DC/AC).

При наличии напряжения в цепи, которое может помешать тестированию, прибор автоматически включает режим «Вольтметр» и отображает на дисплее значение напряжения (пост/перемен).

Если напряжение присутствует в цепи до запуска теста, то выполнение процедуры выбранного режима блокируется. При этом кнопки прибора не функционируют, предотвращая тем самым возможные ошибки или повреждения тестера. Это делает данные приборы одним из самых безопасных моделей в своем классе.

При отсутствии напряжения (или устранения причины его появления) можно приступить к выполнению тестирования.

Для измерения изоляции выберите соответствующей кнопкой значение тестового напряжения из ряда значений 250V, 500V, 1000V (в любом из положений устанавливается предел «ГОм»).

При необходимости тестирования целостности цепи (измерения сопротивления) – нажмите «Ω» (выбирается диапазон от 0,01 Ома и зуммер). В этом режиме можно выполнить автоустановку нуля для компенсации начального сопротивления тестовых проводов и предохранителя.

В дополнение ко всем указанным возможностям прибор оснащен функцией автоудержания показаний на дисплее по окончании тестирования. Это значительно повышает безопасность работы с прибором, позволяя не отвлекаться оператору на

считывание результата на дисплее, а сосредоточить свое внимание на процедуре измерения и точности манипуляций в ЭУ. Функция автоудержания показаний в приборе всегда включена, поэтому можно без потери данных отключать (переставлять) измерительные провода. Последнее значение напряжения в цепи всегда будет зафиксировано.

До тех пор пока в цепи присутствует опасное напряжение более 20В (пост/переем) – будет раздаваться звуковой сигнал (зуммер), предупреждая оператора о потенциальной опасности.

Определение возможности включения электрических машин переменного тока без сушки

По условиям включения электрических машин без сушки электрические машины разбиты на две группы: 1-я электродвигатели мощностью до 5000 кВт включительно, имеющие скорость вращения не более 1500 об/мин ; 2-я генераторы и синхронные компенсаторы, а также электродвигатели, не отнесенные к 1-й группе.

Возможность включения электрических машин без сушки определяется на основании испытаний изоляции: а) абсолютные значения сопротивления изоляции R_{60} обмоток, измеренные при температуре не ниже $+10^0$ С, должны быть не меньше равных $1,2(2U_{ном} + 1000)$ при напряжении двигателя 380/220 В. б) значение коэффициента абсорбции R_{60}/R_{15} при температуре от 10^0 С до $+30^0$ С должно быть не ниже 1,3. в) характеристика зависимости токов утечки через изоляцию обмотки от испытательного напряжения выпрямленного тока $i_{ут} = f(U_{исп})$ не должна иметь крутого изгиба; значение коэффициента нелинейности K_U должно быть не более 3.

Для машин 1-й группы включение без сушки допустимо при соблюдении либо условий «а» и «б», либо «а» и «в», либо «б» и «в». Если соблюдаются условия «а» и «в», то коэффициент абсорбции должен быть не ниже 1,1 и коэффициент нелинейности - не более 1,2. При выполнении условий «б» и «в» коэффициент нелинейности не должен превышать 1,2. Испытания по условию «в» производится только в том случае, если одно из условий «а» или «б» не выполнено.

Для двигателей, имеющих только три вывода обмотки статора, токи утечки не измеряют.

Для машин 2-й группы при напряжении ниже 15,75 кВ достаточным для включения без сушки является соблюдение либо условий «а» и «в», либо «б» и «в»

В первом случае надо, чтобы коэффициент абсорбции имел значение не менее 1,3, а коэффициент нелинейности не больше 1,3.

Пуск двигателя

Первый пробный электродвигателя производится после окончания испытаний электродвигателя при их положительных результатах.

Для пуска двигателя должно быть получено разрешение от организации, выполняющей монтаж (ремонт) и ревизию двигателя, а при пуске двигателя с механизмом – также от организации, проводившей монтаж (ремонт) механизма. Пуск двигателя вхолостую или с незагруженными механизмами должен быть тщательно подготовлен и проведен с максимальной осторожностью.

Перед подачей на двигатель рабочего напряжения необходимо убедиться в том, что в машине нет посторонних предметов, проверить состояние подшипников и масла в них, надежность заземления корпуса двигателя. Защиты двигателя должны быть испытаны и введены с минимальными по условиям пуска уставками. Перед пробным следует вручную с помощью лома или крана повернуть ротор двигателя и

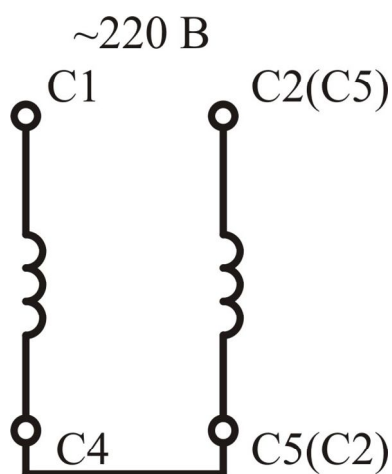
проверить его свободный ход. Необходимо также предусмотреть аварийное снятие напряжения в случае отказа схемы управления.

В пуске должны принимать участие представители монтажных и эксплуатационных организаций. Предварительно перед пуском следует расставить наблюдающих за работой двигателя и механизма, четко определить их обязанности.

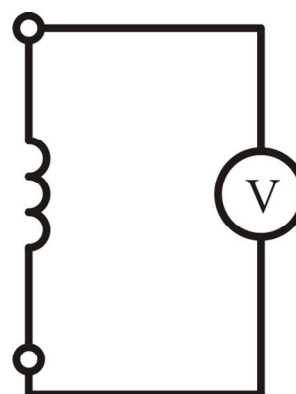
Первое включение двигателя длится 1 – 2 с. Проверяется направление вращения, состояние ходовой части, действие отключающих устройств. При удовлетворительных результатах первого пуска осуществляется кратковременное включение и разгон двигателя до номинальной частоты вращения. При этом следят за током нагрузки, определяют по звуку, не задевают ли вращающиеся части неподвижные, нет ли вибрации, убеждаются в правильности работы подшипников. Во всех случаях сигнала о неисправностях при всех пробных пусках двигатель отключается немедленно, без предупреждения. При удовлетворительных результатах пробных пусков включают двигатель на более продолжительное время на обкатку. Проверяют нагрев подшипников, обмотки железа двигателя.

При пробных пусках двигателей - генераторов цепь обмотки возбуждения генератора следует разомкнуть.

Проверка правильности маркировки выводов обмоток



Индукционный метод



Импульсный метод

Если полярность выводов проверяют напряжением переменного тока, то при одинарных обмотках в каждой фазе статора две произвольные фазы соединяют последовательно и включают на пониженное напряжение сети переменного тока. К третьей, свободной, фазе подключают вольтметр переменного тока или лампу.

Если первые две фазы соединены одноименными выводами, то вольтметр (лампа) не покажет напряжения на третьей фазе. При соединении двух фаз разноименными зажимами вольтметр (лампа) показывает напряжение. Аналогично маркируют выводы третьей фазы.

Определение качества электрической энергии на вводах трехфазного асинхронного электродвигателя

Напряжение на шинах распределительных устройств должно поддерживаться в пределах (100-105)% от номинального значения. Для обеспечения долговечности электродвигателей использовать их при напряжении выше 110 и ниже 90 % от номинального не рекомендуется.

При изменении частоты питающей сети в пределах от + 2,5% до – 2,5% от номинального значения допускается работа электродвигателей с номинальной мощностью.

Качество электрической энергии проверяется прибором REN 700/