

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

**БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ**

**Кафедра механизации животноводства
и электрификации сельскохозяйственного производства**

ПОДГОТОВКА К ПУСКУ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО КОРОТКОЗАМКНУТОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ И ВКЛЮЧЕНИЕ ЕГО В РАБОТУ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРОПРИВОД И АВТОМАТИЗАЦИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ»**

Для студентов специальностей

**1-74 06 01 – техническое обеспечение процессов
сельскохозяйственного производства,**

**1-74 06 06 – материально-техническое обеспечение АПК
и 1-74 06 04 – техническое обеспечение мелиоративных
и водохозяйственных работ**

Горки 2002

Одобрено методической комиссией факультета механизации сельского хозяйства
15.11.2001 г.

Составили И.А. ГАЙШУН, И. В. ДУБЕНЬ.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и порядок выполнения работы	3
2. Объект и средства исследования	3
3. Программа подготовки к выполнению рабочего задания	4
4. Рабочее задание	4
5. Методические указания по выполнению рабочего задания	4
6. Контрольные вопросы	4
7. Общие сведения о трехфазных асинхронных короткозамкнутых электродвигателях переменного тока	5
8. Подготовка электродвигателя к пуску	9
Литература	16

УДК 631.313.13 (072)

Подготовка к пуску трехфазного асинхронного короткозамкнутого электродвигателя и включение его в работу: Методические указания /Белорусская государственная сельскохозяйственная академия; Сост. И.А. Г а й ш у н, И. В. Д у б е н ь . Горки, 2002. 16 с.

Изложен порядок выполнения лабораторной работы при изучении дисциплины «Электрооборудование и средства автоматизации сельскохозяйственной техники. Приведены основные сведения о трехфазных асинхронных электродвигателях, приемы их подготовки к пуску, эксплуатационные способы обнаружения электрических повреждений.

Для студентов специальностей 1-74 06 01 – техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства, 1-74 06 06 – материально-техническое обеспечение АПК и 1-74 06 04 – техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ.

Таблиц 1. Рисунков 9. Библиогр. 5.

Рецензент А.И. БЕЛОВ.

©Составление. И.А. Гайшун, И.В. Дубень, 2002

©Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2002

1. ЦЕЛЬ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Целью работы является изучение конструкции трехфазного асинхронного электродвигателя, основных приемов его подготовки к пуску, эксплуатационных способов обнаружения электрических повреждений и схем ручного включения электродвигателей в сеть. При выполнении работы необходимо:

1. Изучить устройство трехфазных асинхронных электродвигателей переменного тока с короткозамкнутым ротором серии 4А и АИР;
2. Ознакомиться с техническими данными электрических двигателей, имеющихся на рабочем месте;
3. Изучить основные приемы подготовки к пуску трехфазного асинхронного электродвигателя переменного тока;
4. Выполнить проверку электрической части двигателя: отсутствие обрыва, состояние изоляции двигателя;
5. Произвести маркировку выводов фазных обмоток методами подбора (пробного включения) и трансформации;
6. Изучить эксплуатационные способы обнаружения электрических повреждений в электродвигателе;
7. Ознакомиться со схемами ручного включения электродвигателя в сеть и произвести его запуск вхолостую по схеме «звезда».

2. ОБЪЕКТ И СРЕДСТВА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом изучения и исследования является трехфазный асинхронный электродвигатель переменного тока с короткозамкнутым ротором серии АИР. Основные технические данные электродвигателя: тип – АИР90L4У3; номинальная мощность $P_n = 2,2$ кВт, соединение фаз – Δ / Y ; номинальное напряжение $U_n = 220/380$ В; номинальный ток $I_n = 8,6/5,0$ А; коэффициент полезного действия $\eta_n = 81\%$; коэффициент мощности $\cos \varphi_n = 0,83$; частота вращения $n_n = 1400$ об/мин; режим работы – S1; класс изоляции – F; степень защиты – IP54.

Средствами исследования служат: мегомметр типа М4100/3 магнитоэлектрической системы на 500 В с диапазоном измерений 0...1000 кОм и от 0 до ∞ МОм; контрольная лампочка накаливания мощностью 40 Вт и напряжением 245...255 В; вольтметр типа Э545 электромагнитной системы с пределами измерения 75...600 В.

3. ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОЧЕГО ЗАДАНИЯ

Изучить необходимые разделы в рекомендуемой литературе [1, § 3-1, с. 36...40], [2, с. 54...60], [3, с. 19...30], [4, с. 232...242], [5, с. 34...46].

4. РАБОЧЕЕ ЗАДАНИЕ

1. Зарисовать паспортный щиток электродвигателя серии АИР с его номинальными параметрами.
2. Зарисовать схемы (рис. 2 – 6), необходимые для проверки электрической части двигателя.
3. Измерить и записать значения сопротивлений изоляции обмоток двигателя относительно корпуса и друг друга.
4. Зарисовать схемы соединения обмоток двигателя способами «звезда» и «треугольник» (рис. 1.9), отметив при этом их положительные и отрицательные стороны.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОЧЕГО ЗАДАНИЯ

При работе с электродвигателем необходимо соблюдать правила техники безопасности и эксплуатации электроустановок потребителей.

При измерениях необходимо следить за показаниями приборов и не перегружать их.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как расшифровываются условные обозначения электрических двигателей переменного тока?
2. Что такое номинальные паспортные данные электродвигателя?

3. Какие требования предъявляются к изоляции обмоток асинхронных электродвигателей переменного тока, каковы вероятные причины ее неудовлетворительного состояния?

4. Зачем необходимо определять начала и концы фазных обмоток статора трехфазного асинхронного электродвигателя?

5. Перечислить и пояснить методы определения начал и концов фаз обмотки статора.

6. Перечислить наиболее часто встречающиеся неисправности электрической части двигателя и объяснить способы их обнаружения.

7. Пояснить способы сушки обмоток электрического двигателя.

8. Перечислить и пояснить способы включения трехфазного асинхронного электродвигателя в сеть.

7. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРЕХФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ КОРОТКОЗАМКНУТЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Асинхронный электродвигатель является наиболее широко применяемой электрической машиной. Их широкое применение для привода разнообразных машин и механизмов в сельском хозяйстве объясняется простотой конструкции и обслуживания, надежностью в эксплуатации. Выборочные обследования отдельных электрифицированных зон показывают, что средняя мощность одного двигателя равна 5,5 кВт, при этом среднее количество электродвигателей до 1,0 кВт в хозяйствах составляет 10%, от 1 до 3 кВт – 45%, от 3 до 5 кВт – 14,5%, от 5 до 10 кВт – 19%, более 10 кВт – 11,5%.

Технический уровень асинхронных электродвигателей непрерывно повышается, что обусловлено периодической заменой одних серий электродвигателей другими, более совершенными. На смену электродвигателям первой (А, АО), второй единой серии (А2, АО2) и серии 4А в настоящее время внедряется новая серия АИР, спроектированная с учетом последних достижений науки и техники согласно требованиям международной организации "Интерэлектро". По сравнению с серией 4А электродвигатели серии АИР более совершенны, обладают улучшенными энергетическими показателями, меньшей массой, пониженным уровнем шума и вибрации, они компактнее и надежнее.

Установлено, что электродвигателей сельскохозяйственного исполнения требуется 33% от общего количества, влагоморозостойкого – 10%, пылезащищенного – 15%. Электродвигатели, используемые для привода технологических машин в сельскохозяйственном произ-

водстве в условиях больших колебаний внешней температуры, наличия пыли, влаги, аммиака, сероводорода, а также особых режимов работы с возможными резкими перегрузками, колебаниями напряжения, должны иметь высокую эксплуатационную надежность.

Двигатели закрытого обдуваемого исполнения составляют 90,8% из общего числа установленных электродвигателей, защищенного исполнения – 9,2%. Сельскохозяйственные модификации асинхронных электродвигателей, кроме основного исполнения, включают модификации с повышенным скольжением, многоскоростные узкоспециализированные для привода осевых вентиляторов, а также для регулируемых электроприводов.

Для удовлетворения потребностей сельского хозяйства выпускаются электродвигатели химовластойкого исполнения мощностью от 0,25 до 4 кВт серии Д (Да...С). Они малошумны, в них применена теплостойкая изоляция с использованием влагоустойчивых материалов, смазка подшипников производится без их разборки. Электродвигатели серии Д бывают основного исполнения (Да...С), с повышенным скольжением (ДаС...С) и многоскоростные.

Для привода осевых вентиляторов в системах автоматического управления микроклиматом выпускаются электродвигатели серии Д...П мощностью 0,25, 0,37 и 1,1 кВт.

Выпускаемое промышленностью электротехническое оборудование соответствует различным условиям его использования по характеру окружающей среды, которые определены в ГОСТ 15150–69 и ГОСТ 15543–70. В соответствии с этими стандартами электротехнические изделия выпускаются в климатических исполнениях для следующих районов: У – с умеренным климатом; ХЛ – с холодным климатом; ТВ – с влажным тропическим климатом; ТВ – с сухим тропическим климатом; Т – как с сухим, так и с влажным тропическим климатом; О – для любых условий на суше (общеклиматическое исполнение).

Кроме того, электрооборудование предназначается для определенного места его размещения при эксплуатации. Предусмотрено 5 основных категорий размещения:

1-я – для работы на открытом воздухе;

2-я – для работы в помещениях, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеют свободный доступ наружного воздуха, но прямое воздействие солнечной радиации и атмосферных осадков отсутствует;

3-я – для работы в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без регулируемых искусственно климатических условий, где колебания температуры, влажности и воздействие песка и пыли существенно меньше, чем на открытом воздухе (незначительное воздействие солнечной радиации, ветра, атмосферных осадков, отсутствие росы);

4-я – для работы в помещениях с искусственно регулируемым климатическими условиями (отсутствие прямого воздействия солнечной радиации и атмосферных осадков, ветра, а также песка и пыли);

5-я – для работы в помещениях с повышенной влажностью, в которых возможно длительное наличие воды или частая конденсация влаги на стенах и потолке.

Электрооборудование, используемое в сельском хозяйстве, в зависимости от конкретных условий эксплуатации должно иметь определенную степень защищенности от соприкосновения с токоведущими и движущимися частями, находящимися внутри оболочки, а также степень защиты встроенного в оболочку оборудования от попадания посторонних тел и проникновения влаги. Степень защищенности серийного электрооборудования определяется условным буквенным обозначением IP (International Protection) и соответствующим цифровым обозначением, состоящим из двух цифр (например, IP23). Условное обозначение степени защиты оболочек электрического оборудования, согласно ГОСТ 14254–69, содержит следующие данные в указанной ниже последовательности:

1) буквы – IP;

2) первая цифра – условное цифровое обозначение степени защиты персонала от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями, находящимися внутри оболочки, а также степени защиты встроенного в оболочку оборудования от попадания твердых посторонних тел (0, 1, 2, 3, 4, 5 или 6);

3) вторая цифра – условное цифровое обозначение степени защиты электрического оборудования, расположенного внутри оболочки, от проникновения воды (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).

На паспортной табличке (рис. 1) асинхронного короткозамкнутого электродвигателя указывается его тип и следующие номинальные параметры: мощность на валу P_n , кВт; линейное напряжение на зажимах U_n , В; линейный ток I_n , А; частота тока f , Гц; число оборотов n_n , об/мин; коэффициент полезного действия η_n , %; коэффициент мощности $\cos \varphi_n$ (косинус угла между векторами напряжения и тока

фазы обмотки статора). Также на паспортной табличке приводятся схема соединения обмоток статора, режим работы, для которого предназначен двигатель, степень защиты, полный его вес (в кг) и класс изоляции. Для двигателя с фазным ротором, кроме того, указывается напряжение на контактных кольцах (при неподвижном роторе) и ток обмотки ротора (при нормальном режиме).

Двигатель асинхронный									
тип	AIP90L4Y3			№ 9221415					
3Ф	~	50	Hz	Δ/λ	220/380	V	8,6/5,0	A	
2,2	kW	1400	об/мин	КПД	81	%	$\cos \varphi$	0,93	
режим	S1	класс изол.	F	ГОСТ 183-74		IP 54			

Рис. 1. Заводской щиток асинхронного электродвигателя серии АИР с техническим паспортом.

Обозначение типа электродвигателя серии АИР (например, АИР90L4Y3): А – асинхронный; И – унифицированная серия «Интегрэлектро»; Р – привязка мощности к установочным размерам по РС3031-71; С – с повышенным скольжением (если двигатель с нормальным скольжением, то буква отсутствует); 90 – высота оси вращения, мм (50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 132, 160, 180, 200 мм); L – установочный размер по длине станины (S, M, L); А – длина сердечника статора (В); 4 – число полюсов (2, 4, 6, 8); Y – для умеренного климата (УХЛ, ХЛ, Т, ТОМ, ОМ); 3 – категория размещения (4, 5).

Обозначение типа электродвигателя серии АО2 (например, АО2-42-6СХ) расфигуровывается следующим образом (в скобках приведены возможные варианты параметров и условных обозначений): АО – закрытое обдуваемое исполнение; Л – алюминиевый корпус с подшипниковыми щитами; П – с повышенным пусковым моментом (С – с повышенным скольжением); 2 – обозначение новой серии; 4 – порядковый номер наружного диаметра сердечника статора (1...9); 2 – порядковый номер длины сердечника (1, 2); 6 – число полюсов (1, 2, 4, 6, 8); СХ – сельскохозяйственное исполнение.

Обозначение типа электродвигателя серии 4А (например, 4АНА90LB8Y3 или 4АР160S6Y3): А – асинхронный; Р – с повышенным пусковым моментом; Н – защищенное исполнение (кроме закрытого обдуваемого, для которого обозначение не дается); А – алюминиевые станина и щиты (Х – алюминиевая станина и чугунные

щиты; если станина и щиты чугунные, то буквы отсутствуют); 90 – высота оси вращения, мм (50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 132, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 335 мм); L – установочные размеры по длине корпуса (S, M); А – длина сердечника (В); 8 – число полюсов (2, 4, 6); С – сельскохозяйственное исполнение; БС – со встроенной температурной защитой; Y – для умеренного климата (УХЛ, ХЛ, Т, ТОМ, ОМ); 3 – категория размещения (3, 4, 5).

Обозначение типа электродвигателя серии Да...С (например, Да90А6С или ДаС90S6С): Д – серия; а – алюминиевый корпус; С – с повышенным скольжением; 90 – высота оси вращения относительно плоскости крепления, мм (71, 80, 90, 100, 112 мм); А – обозначение длины сердечника статора (В); S – длина станины (S, M, L); 4 – количество полюсов (2, 6, 8); С – сельскохозяйственное назначение.

8. ПОДГОТОВКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ К ПУСКУ

Перед установкой нового электродвигателя или после длительного перерыва в работе необходимо проверить его механическое и электрическое состояние.

При проверке механической части электродвигателя необходимо:

- тщательно осмотреть корпус, подшипниковые щиты и убедиться в отсутствии трещин;
- проверить наличие креплений, затяжку болтов, исправность крышек, фланцев, выводной колодки и зажимов;
- проверить радиальный и осевой износ подшипников путем покачивания ротора рукой;
- проворачиванием ротора рукой убедиться в отсутствии заеданий;
- проверить наличие смазки в подшипниках.

Проверка электрической части двигателя проводится в следующем порядке.

Отсутствие обрыва фазных обмоток и определение их выводов производится при помощи контрольной электрической лампы, вольтметра или мегомметра, для чего собирается последовательная цепь из проверяемой обмотки и измерительного прибора (рис. 2). При отсутствии обрыва в цепи обмотки лампа загорится, вольтметр покажет некоторую величину, а мегомметр – сопротивление, близкое к нулю. В противном случае в цепи имеется обрыв либо в цепи задействованы выводы разных обмоток.

При этом фазы нумеруются и на концы каждой из них закрепляются бирки (этикетки) с обозначениями фаз: С1 и С4 – выводы пер-

вой фазы; C2 и C5 – выводы второй фазы; C3 и C6 – выводы третьей фазы. Можно использовать новое обозначение фаз: U1 и U2 – первая, V1 и V2 – вторая, W1 и W2 – третья.

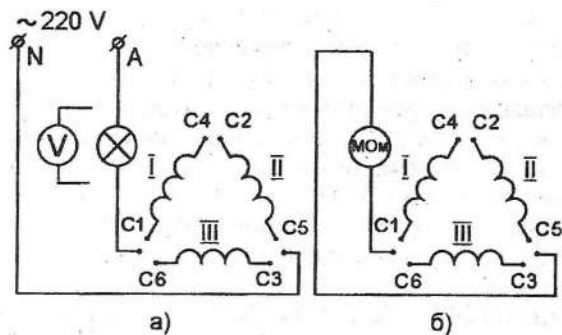


Рис. 2. Определение отсутствия обрывов и принадлежности выводов обмоток фазам статора с помощью: а – контрольной лампы или вольтметра; б – мегомметра.

Проверка отсутствия замыкания фазных обмоток на корпус (рис. 3) выполняется аналогично определению отсутствия их обрыва: лампа, вольтметр или мегомметр включаются последовательно с корпусом и обмоткой, при этом к корпусу двигателя присоединяется ноль, а не фазный провод. При отсутствии замыкания лампа не горит, вольтметр не показывает, а мегомметр показывает некоторую величину сопротивления изоляции.

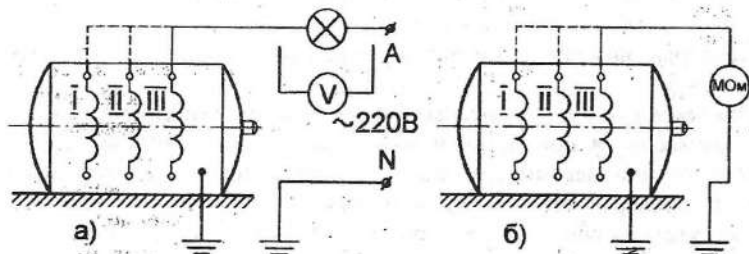


Рис. 3. Определение отсутствия замыкания фазных обмоток на корпус: а – с помощью контрольной лампы или вольтметра; б – с помощью мегомметра при одновременном измерении сопротивления изоляции.

Измерение сопротивления изоляции между обмотками и корпусом (рис. 3, б), а также между обмотками (рис. 4) выполняется с помощью мегомметра. Нормальная изоляция должна иметь сопротивление не менее 1000 Ом на 1 В рабочего напряжения. В процессе эксплуатации электродвигателя сопротивление следует измерять при рабочей температуре двигателя, так как при холодном состоянии сопротивление изоляции может быть выше.

Если сопротивление обмотки больше нуля, но меньше нормы (0,5 МОм для двигателей напряжением до 500 В), то изоляция электродвигателя отсырела, его необходимо просушить и после сушки повторить проверку сопротивления изоляции.

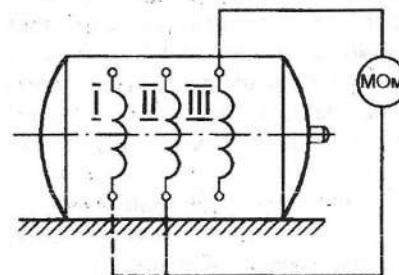


Рис. 4. Измерение сопротивления изоляции между обмотками с помощью мегомметра.

Сушка изоляции обмоток электродвигателя выполняется способами внешнего нагрева, тока в обмотках или способом потерь.

Внешний нагрев применяют в том случае, если машина сильно остыла. Для этого изоляцию обмоток обдувают горячим воздухом, используют калориферы, лампы накаливания, лампы инфракрасного излучения с зеркальными отражателями или нагревательные сопротивления. Температуру воздуха поддерживают в пределах 100...110°C, мощность нагревательного устройства (в кВт) должна быть численно равна объему камеры (в м³).

Для сушки обмоток способом тока в обмотках можно применять переменный ток пониженного напряжения (в 3...5 раз меньше номинального) или замыканием одной из обмоток накоротко с подачей к двум другим фазам, соединенным последовательно, пониженного напряжения от сварочного трансформатора. Ток в обмотках статора не должен превышать номинального тока для данного двигателя.

Для сушки изоляции обмоток статора электродвигателя любой мощности можно использовать потери мощности на вихревые токи в

стали сердечника. Эти токи образуются в результате создания переменного магнитного поля с помощью специальной обмотки, разделяемой по количеству витков на две половины и наматываемой снаружи по торцам статора. Общее число витков обмотки выбирают в пределах от 6 до 28, намагничивающий ток поддерживают в интервале 60...200 А, при этом напряжение на один виток обмотки должно составлять 3...4,5 В. Источником энергии служат сварочные трансформаторы. В начале сушки следует ускорить повышение температуры, а затем снизить ее до такого уровня, который необходим для покрытия потерь тепла в стали сердечника. Для этого обычно снижают подводимое напряжение или увеличивают число витков намагничивающей обмотки.

Определение «начал» и «концов» фазных обмоток производится методами подбора, трансформации, милливольтметра или трех вольтметров. «Концы» и «начала» обмоток статора необходимо знать для того, чтобы при подключении электродвигателя к сети учесть ориентацию витков в каждой обмотке. Название «конец» и «начало» в каждой обмотке условное, обозначение всех трех «начал» и трех «концов» можно поменять местами.

По методу подбора (пробного включения) определение условных «начал» и «концов» обмоток выполняется следующим образом. «Концы» обмоток C4, C5, C6 (или три вывода обмоток, принятые произвольно за «концы») соединяют вместе, а «начала» C1, C2, C3 (или три условных «начала») присоединяют к сети (рис. 5), затем включают двигатель и наблюдают за его работой. Если двигатель работает без рывков и не гудит, то подбор «начал» и «концов» осуществлен правильно. В противном случае меняют местами выводы первой обмотки.

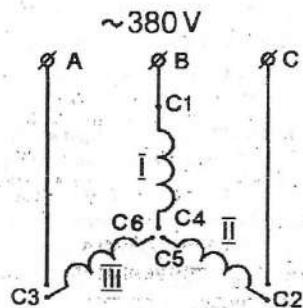


Рис. 5. Определение «начал» и «концов» обмоток статора методом подбора (пробного включения).

Если после этого электродвигатель не стал работать нормально, то выводы первой обмотки возвращают в исходное положение, а затем меняют местами выводы второй обмотки и т. д.

По методу трансформации (рис. 6) две любые обмотки соединяют последовательно и подключают кратковременно в сеть переменного однофазного тока напряжением 127...220 В. К третьей свободной обмотке подключают вольтметр или электрическую лампу накаливания небольшой мощности (25...40 Вт).

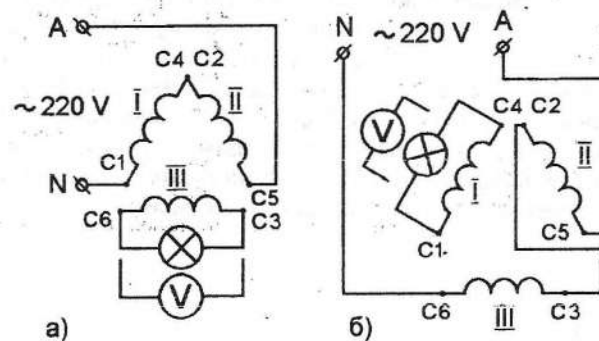


Рис. 6. Определение «начал» и «концов» обмоток статора методом трансформации при соединении: а - разных выводов; б - одноименных выводов двух фаз.

Сущность метода трансформации состоит в следующем. При согласованном соединении двух обмоток (например, при соединении «конца» одной обмотки с «началом» другой) и пропускании через них переменного тока образуется результирующий переменный магнитный поток, который пересекает витки третьей обмотки и индуцирует на концах ее некоторую ЭДС, фиксируемую по показанию вольтметра или по накалу лампочки (рис. 6, а). В случае несогласованного соединения («конец» одной обмотки соединен с «концом» другой либо «начало» одной - с «началом» другой) магнитные потоки, создаваемые обмотками, противодействуют друг другу. При этом индуцируемая в третьей обмотке ЭДС незначительна, и стрелка подключенного вольтметра не отклоняется (нить лампы не накаляется).

После определения наличия или отсутствия в третьей обмотке ЭДС помечают бирками выводы первой и второй обмоток: C1, C2 - «начала» и C4, C5 - «концы». Для маркировки третьей обмотки соединяют ее последовательно с первой и второй обмоткой, выводы

которых уже известны, и повторяют опыт. Чтобы избежать перегрева обмоток, допускается только кратковременное подключение к сети.

По методу милливольтметра к одной обмотке любой из фаз, «начало» и «конец» которой условно считаются известными, подключают источник постоянного тока через рубильник и реостат, который служит для уменьшения тока в цепи (рис. 7). В качестве источника тока желательно иметь аккумулятор с напряжением 2 В. В момент включения или выключения рубильника в обмотках двух других фаз будет индуцироваться электродвижущая сила, причем ее направление определяется полярностью концов обмотки фазы, к которой подключен аккумулятор. Если к условному «началу» обмотки подсоединен «плюс» батареи, а к ее «концу» – «минус», то при включении рубильника на остальных фазных обмотках будет «минус» на «началах» и «плюс» на «концах». Это подтверждается направлением отклонения стрелки милливольтметра, подсоединяемого поочередно к их выводам. При выключении рубильника направление отклонения стрелки милливольтметра обратно полярности, указанной выше.

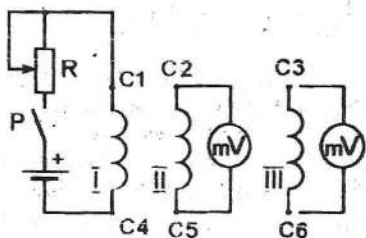


Рис. 7. Определение «начала» и «концов» фаз обмоток статора методом милливольтметра.

По методу трех вольтметров все три обмотки соединяют последовательно и включают в сеть (рис. 8). При согласном включении обмоток («конец» каждой обмотки соединен с «началом» следующей) все вольтметры покажут одинаковое напряжение. Если же одна из обмоток «обернута», то присоединенный к ней вольтметр покажет большее напряжение по сравнению с двумя другими. «Начало» и «конец» этой обмотки нужно поменять местами, затем проверку повторить. Чтобы избежать повреждения изоляции, опыт необходимо проводить быстро, используя напряжение 220 В (фаза в ноль сети).

К основным электрическим повреждениям в асинхронных двигателях следует отнести наличие обрыва стержней короткозамкнутой ротора и межвитковое замыкание в обмотках. Повреждение стержней

«беличьей клетки» (короткозамкнутой обмотки ротора) вызывает потери мощности, приводит к перегреву и даже выходу из строя электродвигателя. Иногда при обрыве нескольких стержней пусковой момент двигателя равен нулю.

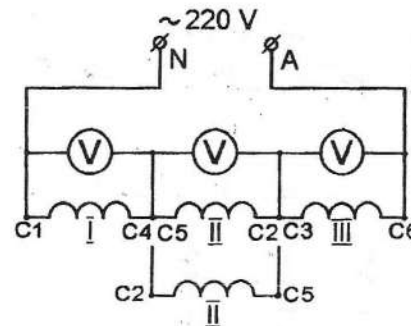


Рис. 8. Схема определения «начала» и «концов» фаз обмотки статора методом трех вольтметров.

Поврежденный стержень можно обнаружить следующим образом. К торцевым кольцам беличьей клетки ротора крепят струбцинами провода от сварочного трансформатора, а поверхность ротора посыпают мелкими стальными опилками. Ток, проходя по стержням беличьей клетки, создает вокруг них магнитное поле, при этом опилки точно расположатся вдоль «беличьей клетки». В зоне поврежденного стержня магнитное поле будет слабым, так как только часть тока проходит через стержень, а над поврежденным стержнем будет виден разрыв в слое опилок.

Если для устранения обнаруженной неисправности требуется разборка электродвигателя, то проверяют от руки наличие свободного вращения ротора внутри статора, а затем разбирают электродвигатель. После устранения неисправности его собирают, ознакомившись с конструкцией частей электродвигателя.

Схема подключения электродвигателя при пуске его в работу – «звезда» либо «треугольник» – выбирается в зависимости от значения линейного напряжения и его соответствия указанному на паспортном щитке (таблица). Чаще всего двигатели рассчитаны на напряжение 220/380 В: при линейном напряжении 220 В фазные обмотки электродвигателя соединяются по схеме «треугольник», а при линейном напряжении 380 В – по схеме «звезда» (рис. 9).

На клеммной колодке выводы обмоток размещают таким образом, чтобы удобно было подключать его к сети как «звездой», так и «тре-

угольником». Переключение с одной схемы на другую осуществляется путем установки перемычек в требуемое положение.

Схема соединения обмоток трехфазных асинхронных короткозамкнутых электродвигателей

Номинальное напряжение двигателя $U_n, В$	Линейное напряжение сети, В			
	127	220	380	660
127/220	Δ	Y	—	—
220/380	—	Δ	Y	—
380	—	—	Δ	—
380/660	—	—	Δ	Y

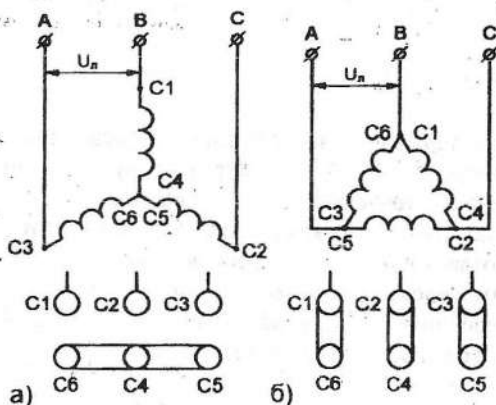


Рис. 9. Схемы соединения обмоток статора и расположение перемычек на клеммной колодке: а – «звезда»; б – «треугольник».

ЛИТЕРАТУРА

1. Васин В.М. Электрический привод – М.: Высшая школа, 1984. – 232 с.
2. Коварский Е.М., Янко Ю.И. Испытание электрических машин. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 320 с.
3. Фокин В.В. Практикум по электрооборудованию сельскохозяйственного производства. – М.: Агропромиздат, 1991. – 161 с.
4. Ганелин А.М., Коструба С.И. Лабораторный практикум по электроприводу и применению электроэнергии в сельском хозяйстве. – М.: Высшая школа, 1983. – 168 с.
5. Сырых Н.Н. Эксплуатация сельских электроустановок. – М.: Агропромиздат, 1986. – 255 с.