

Абдувалиев Тоирбек Амзаевич,

*студент магистратуры электроэнергетического факультета,
ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»;*

Ётов Михаил Сергеевич,

*преподаватель,
ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»;*

Симонов Андрей Владимирович,

*преподаватель специальных дисциплин,
ОГБПОУ «Костромской колледж отраслевых технологий, строительства и лесной
промышленности»,
г. Кострома, Россия*

ЩАДЯЩИЙ МЕТОД ТЕСТИРОВАНИЯ ОБМОТОК ТРЕХФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Трехфазный асинхронный двигатель (АД) при неправильном соединении фаз обмоток статора, когда одна из трёх «перевернута», то есть «конец» (К) и «начало» (Н) фазы поменялись местами, при включении издает сильный гул, плохо разворачивается или вообще не трогается (рис. 1) [1].

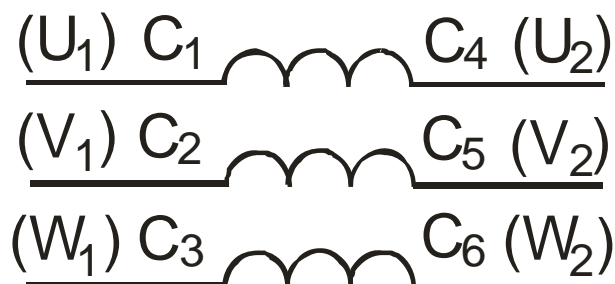


Рисунок 1 – Маркировка выводов обмоток трехфазного асинхронного
электродвигателя

Существуют несколько известных классических методов определения «начал» и «концов» обмоток. Это: а) метод пробного пуска; б) метод трансформации с последовательным соединением 2-х или 3-х обмоток и контролем напряжения по вольтметру; в) метод с источником постоянного напряжения (аккумулятор) и гальванометра, отключения и включения которого показывают соответствия полярности двух обмоток по сравнению с коммутируемой.

Но есть ещё один метод, который подходит для АД любой мощности и частоты вращения. Этот метод упрощает запоминание методики и не требует никаких источников питания, контрольно-измерительных приборов с большими пределами измерения; при этом двигатель не пускается и не разгоняется, по обмоткам не текут большие токи, от которых обмотки могут серьезно пострадать, если не ограничивать время тестирования до 2-3 секунд.

Электротехническая сталь ротора имеет малый остаточный магнитный поток (Φ). При вращении ротора от руки с малой частотой (f_2), в витках (w_1) будет наводиться мизерная электродвижущая сила (E).

$$E = 4,44\hat{O} \cdot f_2 \cdot w_1$$

Получаем аналог синхронного генератора (рис. 2).

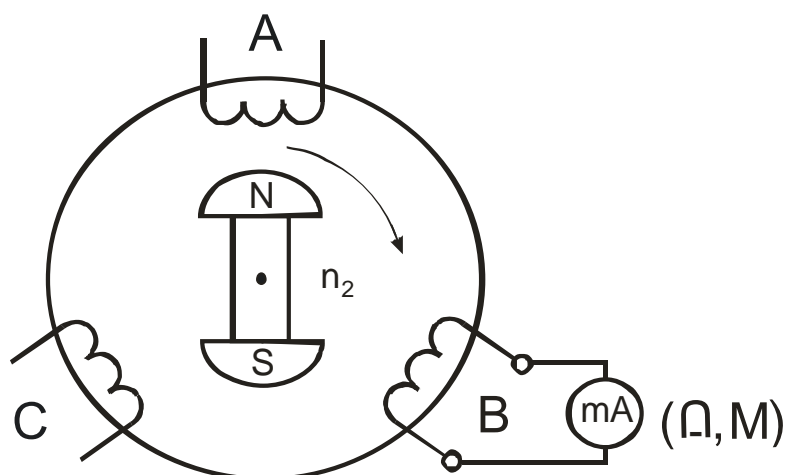


Рисунок 2 – Тестирование обмоток статора по принципу синхронного генератора

Если теперь подключиться к выводам одной фазы милли- (микро) амперметром (вольтметром) магнитоэлектрической системы (или мультиметром, тестером) постоянного тока, то при толчковом вращении ротора от руки короткими прерывистыми движениями будет наблюдаться заметное отклонение стрелки от нуля по шкале влево (-) и вправо (+) за 1 оборот.

Таким образом:

1) прозваниваем три фазные обмотки статора на обрыв или на целостность;

2) контролируем наличие или отсутствие короткого замыкания через поврежденную изоляцию, то есть гальваническую связь между обмотками (при 6-ти выводах на клеммнике) и корпусом;

3) также определяем количество полюсов ($2P$). Например, за один оборот ротора АД стрелочный указатель прибора отклонился от нуля один раз влево и один раз вправо (на дисплее мультиметра это будет изменение полярности полувольт наводимых фазных ЭДС от полюсов), – значит, имеем один южный и один северный полюс, то есть $2P = 2$ полюса или $P = 1$ пара. По числу полюсов определяется частота вращения магнитного поля статора n_1 .

$$n_1 = \frac{60f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{1} = 3000 \text{ об/мин}$$

Номинальная частота вращения ротора меньше на 2-10% от n_1 ;

4) если теперь у прозвонившихся фаз обмоток статора соединим действительные три «начала» в один узел, а три «конца» – в другой и подключим к ним тот же миллиамперметр (вольтметр), то при вращении ротора от руки с небольшой частотой вращения стрелочный указатель будет чуть колебаться около нуля, так как геометрическая сумма трёх векторов фазных напряжений обмоток будет равна нулю. Если же колебания стрелки далеки от нуля (как при прозвонке фаз, пункт 1), то это значит, что перевернута какая-то одна фаза из трёх, которая отыскивается поочередным пересоединением условных «начал» и «концов» до индикации устойчивого нуля по прибору;

5) применение такого принципа тестирования также позволяет определить последовательность чередования фазных обмоток статора внутри АД для любого заданного направления вращения ротора, например, по часовой стрелке. На практике это важно заблаговременно знать всегда, чтобы не повредить привод рабочей машины и сам АД из-за неправильного вращения и сэкономить время и средства на его подключение к сети. Смысл заключается в определении границ отклонения стрелки прибора влево (–) и вправо (+) от нуля для каждой фазы. Полярность прибора должна быть неизменной по отношению к «началам» (A_H, B_H, C_H) и «концам» (A_K, B_K, C_K) всех трёх фаз. Эта

информация изображается на рисунке расточки статора (рис. 3) для одного оборота ротора по часовой стрелке. Обращаем внимание на одинаковую очередность перехода границ с «+» на «-» (или наоборот) у каждой фазы в заданном направлении – по часовой стрелке. В нашем примере, для АД с $2P=2$ полюса, это будет «прямое» чередование фаз обмоток.

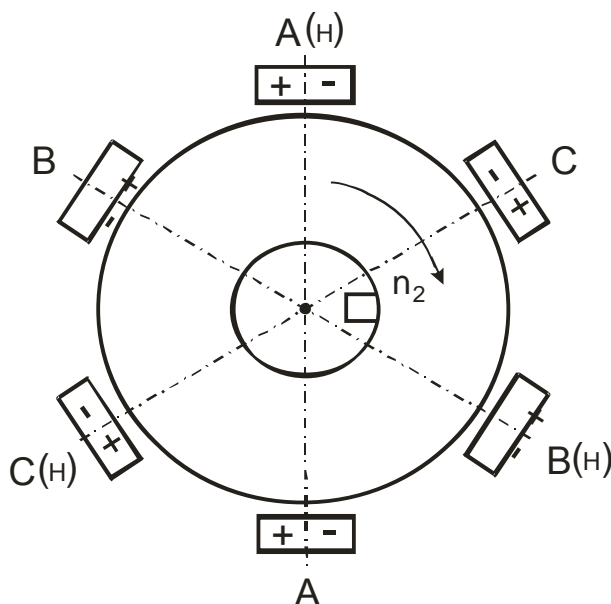


Рисунок 3 – Пример определения чередования фазных обмоток статора при вращении ротора по часовой стрелке

Принимаем эти выводы для «начала» фаз (A_H , B_H , C_H). То есть, если эти выводы подключить в питающую сеть на то же прямое чередование фаз, то ротор АД будет вращаться по часовой стрелке. От схемы соединений обмоток к сети (возможны 6 вариантов: 2 – для «звезды» и 4 – для «треугольника») направление вращения не меняется при неизменном чередовании фаз сети, так как фазовый сдвиг трёх обмоток у АД всегда одинаков по отношению к «началам» или к «концам».

Информация об этом щадящем методе тестирования обмоток АД собрана из разрозненных источников (упоминалось про инженера Корнилова) и дополнена нашими опытами. Анализируя и сравнивая известные методы, можно сделать вывод, что рассмотренный подробно последний метод отличен своей простотой; удобен; максимально безопасен для человека, для двигателя, для сети, для прибора; информационно содержателен; экономичен по средствам

и по времени; подходит для любых АД с тремя и шестью выводами, со схемами «звезда» и «треугольник», и поэтому рекомендуется для обучения и практического применения. Полезность и помощь этого метода с благодарностью оценивают те, кто с этой проблемой тестирования обмоток столкнулся на практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гемке Р.Г. Неисправности электрических машин. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 336 с.