

Хилько Александр Сергеевич

студент

Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный
технический университет» в г. Стерлитамаке
г. Стерлитамак, Республика Башкортостан

ПОТЕРЯ ФАЗЫ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ КАК АВАРИЙНЫЙ РЕЖИМ ЕГО РАБОТЫ

Аннотация: в данной статье рассматривается вопрос аварийного режима однофазного электродвигателя при потере фазы. Произведен расчет тока и напряжения при соединении его обмоток по схемам «звезда» и «треугольник» при потере фазы.

Ключевые слова: потеря фазы, аварийный режим работы, асинхронный электродвигатель.

Введение

Понятие потеря фазы определяется как работа электродвигателя в однофазном режиме при обрыве питания одного из проводов в трехфазный режим. Выделяют следующие причины потери фазы электродвигателя: нарушение контакта в одной из фаз; сгорания предохранителя; обрыв провода в цепи.

Исходя из обстоятельства, при котором режим работы электродвигателя происходит потеря фазы, возникают сопутствующие последствия. Поэтому следует учитывать следующие факторы:

- схему соединения обмоток двигателя («треугольник» или «звезда»);
- рабочее состояние электродвигателя в момент потери фазы (потеря фазы может происходить до или после включения двигателя, а также во время работы под нагрузкой);
- механическую характеристику двигателя;
- количество электродвигателей, которые работают при потере фазы.

Рассмотрим работу электрической машины при потере фазы при соединении обмоток «звезда» и «треугольник».

В трехфазной системе все фазы обтекаются током. При потере одной из фаз, две остальные обмотки обтекаются одним и тем же током. Однако на то, что концы двум фазных обмоток присоединены, токи по времени совпадают. Такой режим работы называется однофазным.

При соединении обмоток машины по схеме «звезда» после потери фазы образуется схема, представленная на рисунке 1. Две обмотки, соединенные последовательно, оказываются включенными на напряжение U_{AB} (линейное), и двигатель при этом работает в однофазном режиме.

Сделаем небольшой расчет, определим токи, протекающие по обмоткам двигателя и сравним их с токами при трехфазном питании.

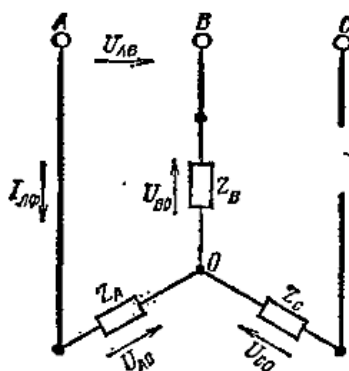


Рис. 1. Соединение схемы «звезда» после потери фазы

Так как реостаты Z_A и Z_B соединены последовательно, то напряжения на фазах A и B будут равны половине линейного: $U_{AO} = U_{BO} = 0,5 \times U_{AB}$.

Величину тока приблизительно можно определить следующим образом:

1) пусковой ток фазы A при трехфазной системе: $I_{1\phi} = \frac{U_{AO}}{Z_A} = \frac{U_{AB}}{\sqrt{3}Z_A}$,

где U_{AO} – фазовое напряжение сети.

2) пусковой ток фазы A при потере фазы: $I_{1\phi} = \frac{U_{AO}}{Z_A} = \frac{U_{AB}}{2Z_A}$

Отношение пусковых токов: $\frac{I_{1\phi}}{I_{a\phi}} = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,86$.

Предположим, что при таких режимах работы, двигатель развивает одинаковую рабочую мощность. Несмотря на то, по какой схеме включён двигатель, он требует одну и ту же мощность для выполнения работы.

Предполагая, что мощности на валу двигателя равны для обоих режимов, будем иметь:

$$- \text{при трехфазном режиме } I_{3\phi} = \frac{P}{2U_A \cos \varphi_3 \eta_3};$$

$$- \text{при однофазном режиме } I_{1\phi} = \frac{P}{2U_{AO} \cos \varphi_1 \eta_1};$$

где U_{AO} – напряжение на фазе в однофазной системе;

U_A – фазовое напряжение сети;

$\cos \varphi_3$ и $\cos \varphi_1$ – коэффициенты мощности при трехфазном и однофазном соответственно.

С помощью некоторых способов защиты при анализе важно знать напряжение на фазах электродвигателя. При заторможенном роторе, напряжение на фазах А и В будет равно половине линейного напряжения U_{AB} , при этом напряжение на фазе С будет равно нулю.

Если же ротор вращается, то идёт другое распределение напряжения. Вследствии чего его вращение является результатом образования вращающегося магнитного поля, которое при действии его на обмотки статора, наводит в них электродвижущую силу. При скорости вращения, величина и фаза этой ЭДС становится ближе к синхронной, а на обмотках возникает восстановление симметричной системы трехфазного напряжения, и напряжение нейтрали звезды (точка О) становится равным нулю. То есть при изменении скорости вращения ротора от нуля до синхронной в однофазном режиме работы напряжение на фазах А и В изменяется от половины линейного до фазового значения сети. Например, в системе напряжения 380/220 В напряжение на фазах А и В изменяется в пределах от 190 до 220 В. Напряжение U_{CO} изменяется от нуля при заторможенном роторе до фазового напряжения 220 В при синхронной скорости.

Если обмотка двигателя соединена по схеме «треугольник», то после обрыва цепи мы имеем схему, показанную на рисунке 2. В этом случае обмотка двигателя с резистором Z_{AB} становится включённой на фазное напряжение U_{AB} , а обмотка с сопротивлениями Z_{FC} и Z_{BC} оказывается соединено последовательно и включается на одно и тоже линейное напряжение.

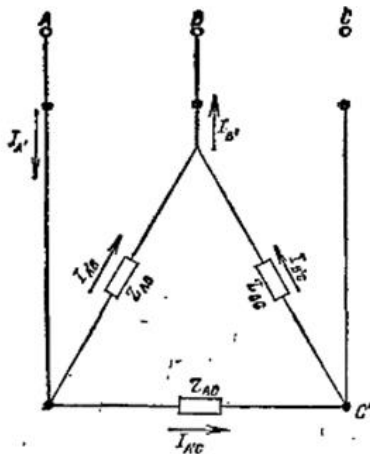


Рис. 2. Соединение электродвигателя после потери фазы по схеме «треугольник»

В пусковом режиме по обмоткам АВ будет протекать один и тот же ток, что и при трехфазном. При этом по обмоткам АС и ВС будет протекать ток в два раза меньше, поскольку эти обмотки соединены последовательно.

Токи в линейных проводах $I_A = I_B$ будут равны сумме токов в параллельных ветвях: $I_A = I_{AB} + I_{BC} = 1,5 \times I_{AB}$

Итак, в рассмотренном случае при потере фазы пусковой ток в одной из фаз будет равен пусковому току при трехфазном питании, а линейный ток возрастает с меньшей интенсивностью.

При расчете в случае потери фазы после включения двигателя в работу воспользуемся тем же методом, что и для схемы «звезда». Будем полагать, что как в трехфазном, так и в однофазном режимах двигатель достигает одинаковые мощности.

В таком режиме работы ток в более нагруженной фазе при потере фазы повышается вдвое по сравнению с током при трехфазном питании. Ток в линейном проводе будет равен $I'_A = 3 \times I_{AB}$, а при трехфазном $I_A = 1,73 \times I_{AB}$

Напряжение на фазах АС и ВС будет зависеть от скорости вращения ротора, а при заторможенном роторе $U_{AC}' = U_{BC}' = U_{AB}/2$.

При скорости вращения, которая равна синхронной, возобновляется симметричная система напряжений, то есть $U_{AC}' = U_{BC}' = U_{AB}$.

Отсюда следует, что при потере фазы происходит изменение токов в проводах электродвигателя, кроме того линейных и фазных напряжений асинхронной машины.

Список литературы

1. Аварийные режимы асинхронных электродвигателей и способы их защиты / А.М. Мусин. – Колос, 1979. – 85 с.

2. Что происходит с электродвигателем при потере фазы и однофазном режиме работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elektrica.info/chto-proishodit-s-e-lektrodvigatelem-pri-potere-fazy-i-odnofaznom-rezhime-raboty/>

3. Потеря фазы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://technical_ru_en.academic.ru/67212/%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%8F_%D1%84%D0%B0%D0%B7%D1%8B

4. Что такое перекос фаз, как исправить эту проблему. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elektronchic.ru/elektrotexnika/chto-takoe-perekos-faz.html>

5. Что происходит с электродвигателем при потере фазы и однофазном режиме работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://studopedia.ru/4_158003_chto-proishodit-s-elektrodvigatelem-pri-potere-fazi-i-odnofaznom-rezhime-raboti.html