

2. Родькин Д.И., Максимов М.Н., Алистратенко Ю.В. Новое поколение систем нагружения и диагностики электрических машин//Тезисы докл. II Всесоюзного научно-практ. сем. по автоматизации инженерного труда.- Харьков.-1991.-С.18-22

3. АС СССР №1815613 Устройство для управления асинхронным двигателем. Родькин Д.И., Максимов М.М., Кочкин Г.И. и др. Опубл. в БИ.-1993.-№18

Рукопис подано до редакції 22.03.13

УДК 621.313.33

Э.А. ВОРОТЕЛЯК, канд. техн. наук, доц., А.В. КОЛОМИЦ, ассистент,
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

НАМАГНИЧИВАЮЩИЕ СИЛЫ И МАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ МНОГОФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ В УСТАНОВИВШЕМСЯ РАБОЧЕМ РЕЖИМЕ

Выполнен анализ влияния намагничивающих сил и магнитной индукции многофазного асинхронного двигателя в установившемся режиме.

Согласно общей теории во всех электрических машинах основной магнитный поток создается совместным действием токов, проходящих во всех обмотках и по всей магнитной цепи. Действие результирующего потока, в основном, и в первую очередь зависит от распределения магнитной индукции вдоль воздушного зазора. Кривая потока в любой момент времени может иметь произвольную форму и не обязательно синусоидальную. Поэтому стараются обычно считать, что главный поток машины определяется основной гармонической кривой поля, а радиус, проходящий через точку с амплитудным значением индукции, называют осью поля. Отсюда главный поток полностью определен как по величине, так и по направлению [1].

В идеализированной машине принимается, что все электродвижущие силы (ЭДС) пропорциональны создающим их токам, то есть, что насыщение стали отсутствует. Принимаются и другие допущения (явления, вызывающие отклонения от линейной зависимости между точками и ЭДС или падением напряжения). В реальных машинах влияние насыщения может оказаться весьма значительным и при разработке методов его учета неоднократно обращалось на это явление внимание [1,2]. Решение практических задач, с учетом вышесказанного, должно исходить из линейных соотношений, что позволяет использовать метод суперпозиции. Иначе общая теория будет слишком сложна.

Кривые намагничивающей силы (н.с.) и магнитной индукции изображаются пространственными векторами, отсюда необходимо различать два вида этих векторов. Следовательно, временной вектор, изображающий индуктируемую ЭДС непосредственно связан с пространственным вектором, представляющим магнитный поток. В случае, если асинхронный двигатель имеет равномерный воздушный зазор, а магнитная индукция в любой точке зазора пропорциональна н.с., то индуктируемая ЭДС может быть выражена непосредственно через н.с. Если н.с. вращается с той же скоростью, что и полюса ее можно разложить на составляющие по продольной и поперечной осям. После этого можно найти соответствующие составляющие магнитного потока.

Обычная теория асинхронных машин и неявнополюсных синхронных машин не требует разложения магнитного потока на составляющие по осям и является, таким образом, действительно теорией вращающихся полей. Результирующая волна н.с., представленная пространственным вектором \vec{F} расположена по продольной оси, совпадающей с осью абсцисс. Составляющие н.с. создаваемые первичными и вторичными токами в этот же момент времени \vec{F}_1 и \vec{F}_2 , расположенными под углом φ_1 и $(180^\circ - \varphi_2)$ к оси ординат. Все три вектора вращаются со скоростью ω и могут быть представлены с помощью векторной диаграммы. (рис.1а). Внутренняя ЭДС, которая индуктируется в фазе первичной обмотки в рассматриваемый момент времени будет иметь амплитудное значение.

В это же время ось результирующей волны магнитной индукции, созданной н.с. и \vec{F} , также совпадает с продольной осью, внутреннее напряжение, уравнивающее эту ЭДС изображается U_δ . Напряжение, приложенное к зажимам U , равно сумме внутреннего напряжения U_δ и падение напряжения в активном сопротивлении $I_1 r_1$ и индуктивном сопротивлении рассеяния $jI_1 x_1$.

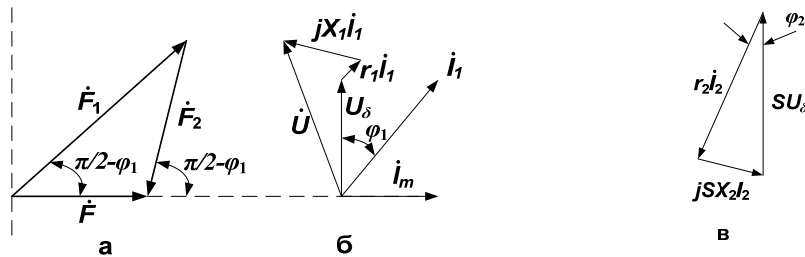


Рис. 1. Векторные диаграммы многофазного асинхронного двигателя: а - пространственная векторная диаграмма н.с.; б - временная векторная диаграмма первичных напряжений; в - временная векторная диаграмма вторичных напряжений

Вторичная обмотка имеет другое число витков на фазу и относительно не занимает какого-то определенного положения. В системе относительных единиц (О.Е.) при неподвижном роторе ЭДС индуцируемая в фазе вторичной обмотки результирующим магнитным потоком будет численно равна U_δ . При скольжении S поток индуцирует ЭДС чистоты скольжения. Фаза зависит от положения ротора, а амплитуда равна произведению S и первичной ЭДС. На рис. 1в, вектор $S \cdot U_\delta$ аналогично вектору U_δ на рис. 1б, представляет напряжение, уравнивающее индуцируемую ЭДС. В связи с тем, что режиму работы \bar{F}_2 сдвинуто относительно оси ордината угол $(\pi - \varphi_2)$, вектор вторичного тока сдвинут относительно вектора $S \cdot U_\delta$ на этот же угол. В векторной диаграмме вторичных напряжений (рис. 1в) сумма $S \cdot U_\delta$ падения напряжения в активном сопротивлении $I_2 r_2$ и индуктивном сопротивлении рассеяния $j S I_2 X_2$ равна нулю, так как вторичная обмотка замкнута накоротко.

Эти векторные диаграммы рассматривались для схемы двухполюсного асинхронного двигателя (АД), который имеет фазные катушки на статоре A_1, B_1, C_1 и A_2, B_2, C_2 на роторе (для упрощения на (рис. 2) показано только катушки A_1 и A_2).

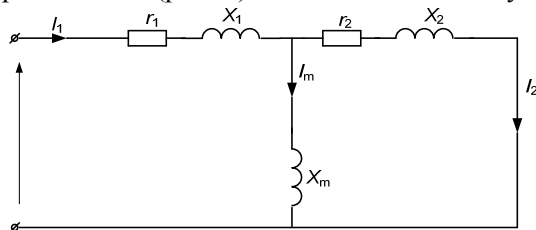


Рис. 2. «Г-образная» схема замещения АД

Катушка A_1 расположена на поперечной оси и неподвижна, а катушка A_2 вращается, как и ротор, с постоянной скоростью $\omega(1 - S)$, где ω - синхронная скорость, а S - скольжение. Волны н.с. и магнитной индукции создаются симметричной многофазной системой токов каждой из обмоток и вращаются относительно статора с синхронной скоростью ω .

В основе теории АД лежат три отдельных векторных диаграммы.

Пространственная векторная диаграмма н.с.;

Временная векторная диаграмма первичных напряжений частоты сети;

Временная векторная диаграмма вторичных напряжений частоты скольжения.

В системе (О.Е.) отношение первичной и вторичной н.с. равно отношению, создающих их токов.

По векторным диаграммам можно составить уравнение в символической форме

$$\begin{aligned} U &= U_\delta + (r_1 + jX_1)I_1 \\ 0 &= S U_\delta + (r_2 + jSX_2)I_2 \\ I_m &= I_1 + I_2 \\ U_\delta &= jX_m I_m \end{aligned} \quad (1)$$

где I_m намагничивающий ток, создающий результирующую н.с. в первичной обмотке; $X_m = U_\delta / I_m$ - постоянно и носит название индуктивного сопротивления намагничивания.

Исключив из уравнений U_δ и I_m получим два уравнения напряжения АД

$$\begin{aligned} U &= [r_1 + j(X_m + X_1)]I_1 + jX_m I_2 \\ 0 &= jSX_m I_1 + [r_2 + jS(X_m + X_2)]I_2 \end{aligned} \quad (2)$$

Схема замещения АД представляет собой электрическую цепь, составленную из неподвижных элементов таким образом, что токи и напряжения в ней связаны между собой теми же уравнениями, что и в реальной машине. Уравнения (2) справедливы для схемы, которая иногда носит название «Г-образной».

Список литературы

1. **Адкинс Б.** Общая теория электрических машин. Госэнергоиздат, Москва, 1960.
2. **Иванов-Смоленский А.В.** Электрические машины., Москва, «Энергия», 1980.
3. **Воротеляк Э.А.** Прогнозирование рабочих характеристик глубоководного асинхронного двигателя по каталожным данным. Академический вестник №19, 2007.

Рукопись поступила в редакцию 26.02.13

УДК 504.61

В.В. АБЛЕЦ, канд. геол.-мин. наук, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

ПРИНЦИПЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Проанализированы принципы оценки воздействий на окружающую среду в составе проектной документации для строительства. Актуализированы и дополнены известные принципы оценки воздействий на окружающую среду.

Проблема и ее связь с научными задачами. Выполнение оценки воздействий на окружающую среду (ОВОС) уже два десятилетия является неотъемлемой частью проектных работ при строительстве. Тем не менее, приходится признать, что до настоящего времени процедура ОВОС не в полной мере использует свой потенциал в защите окружающей среды, а материалы ОВОС становятся часто формальным приложением к окончательно оформленным проектным решениям. Важным условием оптимизации процедуры ОВОС, на наш взгляд, является соблюдение руководящих правил (принципов) ОВОС. Все более важной становится реализация в процедуре ОВОС принципов, не только позволяющих осуществлять внесение оптимизирующих коррективов в проектные решения со стороны общественности и органов власти, но и определяющих объективную связь экологической оценки с проектными решениями.

Анализ исследований и публикаций. Ранее авторы [1] рассматривали принципы проектирования, которые можно так или иначе перенести и на выполнение ОВОС как неотъемлемой части процесса проектирования. Основным особенностям технологии проектирования и разработки материалов ОВОС, обеспечивающим высокий экологический уровень проектируемых объектов, посвящены работы [2-6]. Начало развития основополагающих принципов ОВОС заложено в Законе США «О национальной политике в области окружающей среды» [7]. Большое внимание принципам ОВОС уделено в пособии [8] и других работах по практике ОВОС [9-11]. Международная практика рассматривает ОВОС в большей степени не как составную часть проектных работ, а как процедуру, организующую взаимоотношение «проект-общество» (более широко: «проект (проектировщик) - исполнитель ОВОС- заказчик (инвестор) - местное население - государственные органы»). Результатом этих взаимоотношений является влияние общества на подготовку и принятие решений касательно планируемой деятельности, осуществление которой может оказать воздействие на окружающую среду [7, sec. 1502.1; 9].

Постановка задачи. Нашей задачей явилось проанализировать общие принципы проектирования [1] применительно к ОВОС, актуализировать и дополнить известные в мировой практике принципы ОВОС, показать их важность соблюдения для обеспечения защиты окружающей среды в ходе реализации планируемой деятельности.

Изложение материала и результаты. Как и в случае общих принципов проектирования [1], принципы ОВОС достаточно гибки. Положения многих из них являются в какой-то мере частью других принципов, имеют разную степень обобщенности, их можно объединять или, наоборот, делить на подпринципы. Чем детальней рассматривается технология выполнения ОВОС, тем больше проявляется «разветвление» общих принципов на второстепенные и их последующее «переплетение» друг с другом. Формулируя принципы ОВОС на основе принципов проектирования [1], следует заметить, что одинаковые названия принципов проектирования и принципов ОВОС не означают их полную тождественность. В большинстве случаев принципы ОВОС приобретают новые смысловые оттенки. При этом следует понимать, что не только ОВОС определяет экологическую успешность проекта, во многом она закладывается экологически адекватными технологическими решениями.

Среди «общественных» или «демократических» принципов выделяют следующие.