

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА В ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА»

Ю. Г. Мещеряков

ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова»
г. Барнаул

Образовательный стандарт дисциплины «Электротехника и электроника» определяется требованиями государственного образовательного стандарта, согласно которым учебный курс электротехники должен представлять комплексную дисциплину, включающую в себя элементы теоретических основ электротехники, электроники, электромеханики и электрических измерений.

Электромеханика фактически является важнейшей частью современной электротехники, в которой изучаются электромеханические преобразователи энергии, имеющие, главным образом, электромагнитную природу. Работа таких устройств определяется не только электромагнитными, но и механическими процессами.

При отборе теоретического материала, который должен войти в рабочую программу дисциплины, необходимо связать её содержание с практическими задачами будущих специалистов. Подготовка по электромеханике должна дать выпускнику технического университета знание возможностей практического применения основных и специальных типов электрических машин, электроприводов, электрических аппаратов, датчиков, управляющих, защитных и других электромеханических устройств, чтобы правильно ориентироваться при использовании электрооборудования в конструкторских и технологических разработках, а также при эксплуатации производственных объектов.

В государственных образовательных стандартах дисциплины «Электротехника и электроника» электромеханические устройства рассматриваются в разделе «Электромагнитные устройства и электрические машины», содержание которого представлен структурой «Электромагнитные устройства. Трансформаторы. Машины постоянного тока. Асинхронные машины. Синхронные машины». Практика показывает, что этого недостаточно. Курс электромеханики в дисциплине «Электротехника и электроника» должен включать следующие разделы:

- общие вопросы теории электромеханических преобразователей энергии (электрических машин, электрических аппаратов, электроприводов, электромеханических измерительных приборов и электромеханических датчиков);

- основные типы электрических машин (двигатели постоянного тока, асинхронные двигатели, синхронные машины);

- трансформаторы и автотрансформаторы;

- электроприводы постоянного и переменного тока;

- специальные электрические машины и другие разновидности электрических машин (линейные электродвигатели, синхронные реактивные двигатели, шаговые двигатели, однофазные коллекторные двигатели, однофазные асинхронные двигатели, конденсаторные асинхронные двигатели, вентильные электродвигатели, тахогенераторы, электромагнитные муфты скольжения);

- выбор типа и мощности электродвигателя по условиям эксплуатации;

- электрические аппараты и их применение в системах управления и защиты технологических установок и электроприводов (электромагниты, контакторы, электротепловые реле, магнитные пускатели, реле времени, реле максимального тока, автоматические выключатели, путевые выключатели и т. п.);

- обеспечение безопасной работы электромеханических устройств.

В пределах этих разделов имеется широкий простор для свободного выбора вопросов, включаемых в содержание дисциплины. Здесь многое зависит от субъективной позиции преподавателя.

Изучение электромеханики имеет смысл начинать с раздела «Общие вопросы теории электромеханических преобразователей энергии». Это даёт положительный эффект. Прежде чем изучать конкретные типы электрических машин, перечисленные в государственном образовательном стандарте, полезно рассмотреть общие для всех электромеханических преобразователей вопросы теории. Благодаря этому становится возможным показать студентам общность принципов действия электрических машин, электрических аппаратов и других электромеханических устройств, создать общую основу для изучения отдельных типов электромеханических устройств и сократить время, необходимое для обучения. В составе обобщенной теории целесообразно рассматривать перечисленные ниже вопросы, многие из которых при тради-

ционном обучении не находят достаточного внимания:

- общие принципы электромеханического преобразования энергии в электрических машинах, аппаратах, электромеханических измерительных приборах и датчиках;
- роль тока и магнитного поля в создании электромагнитных сил и электродвижущей силы (ЭДС);
- формулы и правила для определения величин и направлений сил и ЭДС;
- активные элементы конструкции электромеханических преобразователей, назначение электрических обмоток, магнитных сердечников;
- роль электроизоляционных материалов, их электрическая прочность и нагревостойкость;
- преобразование мощности в электромеханических устройствах;
- нагревание, причины выделения тепла в сердечниках и обмотках, влияние нагрева на срок службы изоляции;
- номинальный режим работы и номинальные данные электромеханических устройств;
- механические процессы в электромеханических устройствах;
- уравнение движения, его запись для установившихся и переходных режимов работы;
- причины возникновения механических и электромеханических переходных процессов, проблема устойчивости работы электромеханических устройств;
- электрический привод: назначение, состав, разновидности электроприводов, особенности регулируемых приводов с разомкнутыми и замкнутыми системами автоматического управления.

Может возникнуть вопрос: «Почему в содержании дисциплины рассматривается электропривод, если он не значится в государственном образовательном стандарте?» Дело в том, что любой электродвигатель применяется только в составе электропривода. Изучать двигатель, не имея представления об электроприводе, – значит изучать двигатель, не зная, как он применяется в условиях эксплуатации.

В какой последовательности должны изучаться электрические машины? Учитывая современные тенденции, большое внимание следует уделять машинам переменного тока, причем в значительной степени – двигателям переменного тока. Однако в учебных целях изучение электрических машин лучше начинать с машин постоянного тока.

Машины постоянного тока следует изучать только в качестве двигателей. Генерато-

ры постоянного тока в настоящее время не имеют практического значения, так как постоянный ток вырабатывается путем преобразования переменного тока посредством полупроводниковых выпрямителей. В учебном курсе электротехники двигатель и привод постоянного тока имеют наиболее удобное математическое описание работы. При этом полезно исходить из системы уравнений, в которую входят упрощенные формулы электромагнитного момента и ЭДС двигателя, уравнение напряжений цепи якоря и уравнение движения ротора (уравнение движения привода). Уравнения нельзя рассматривать без уравнения движения. Оно устанавливает связь электромагнитного момента с моментом сопротивления в установившемся и переходном режимах. Система уравнений даёт возможность с минимальными затратами времени рассматривать все вопросы теории. Кроме традиционно включаемых в рабочую программу вопросов (скоростные, механические, рабочие характеристики и т. п.), в содержание дисциплины должны входить и такие приоритетные при эксплуатации электроприводов вопросы, как влияние механических и электромеханических переходных процессов на работу привода при пуске и изменении нагрузки, сравнительная оценка регулировочных свойств и область применения основных и специальных типов двигателей и электропривода, диапазоны регулирования скорости в приводах с разомкнутыми и замкнутыми системами автоматического управления, а также представление об основных величинах, характеризующих серии двигателей (высота оси вращения, исполнения по степени защиты от окружающей среды и др.). Подобные вопросы не рассматриваются в традиционных учебниках по электротехнике, но должны быть приоритетными при изучении всех типов электрических машин, включая двигатели постоянного тока и трёхфазные асинхронные и синхронные двигатели. Кроме того, при изучении асинхронных двигателей следует обратить внимание также на два реальных обстоятельства, которые не рассматриваются в учебном курсе электротехники.

1. Нужно учитывать различие между статической и динамической механической характеристиками асинхронного двигателя. Если в практических случаях исходить только из статической характеристики, то невозможно объяснить, например, причины поломки механических передач, соединяющих приводной двигатель с производственным механизмом. Под действием электромеханических переходных процессов в асинхронном двигателе максимальные значения переходного момента могут превышать номинальный мо-

мент двигателя в 2 – 4 раза при пуске и в 8 – 15 раз при реверсировании (рисунок 1). Переходные процессы оказывают настолько сильное влияние на состояние электрической машины и связанных с ней элементов технологического оборудования, что не учитывать их нельзя. Описание электромеханических процессов на основе дифференциальных уравнений является задачей математической теории электрических машин [1].

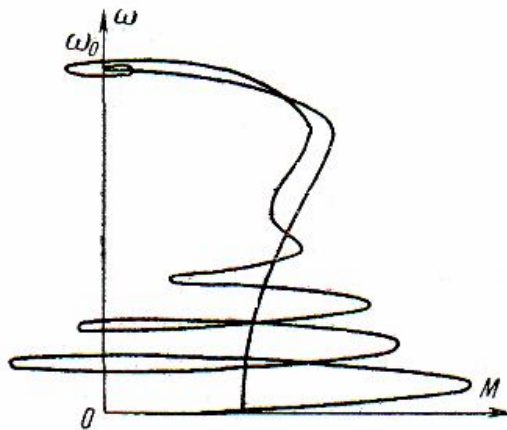


Рисунок 1

2. Существует различие между идеальной статической механической характеристикой асинхронного двигателя, приведенной в учебниках по электротехнике, и действительной механической характеристикой, которая получается под влиянием высших пространственных гармоник магнитного поля (рисунок 2). Действительная статическая механическая характеристика асинхронного двигателя отличается от идеальной наличием минимального вращающего момента [2], что нельзя не принимать во внимание при выборе двигателя по мощности с учетом условий пуска. Например, для двигателя 4А160М4УЗ (серия 4А) кратность минимального вращающего момента составляет 1, кратность начального пускового момента – 1,4. При определенном моменте сопротивления двигатель может застрять на малой скорости в области скольжения 0,9.

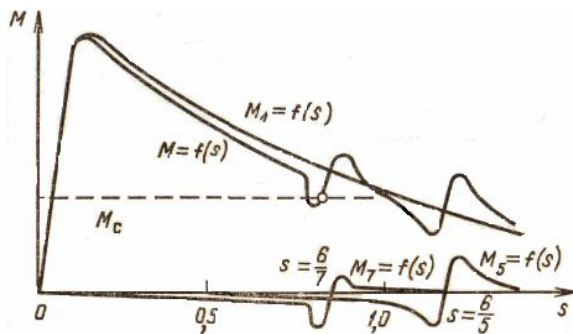


Рисунок 1

При рассмотрении способов регулирования скорости асинхронных двигателей, а также и синхронных двигателей следует учитывать, что в настоящее время стало реальным частотное управление двигателями, то есть регулирование скорости изменением частоты тока. Это стало возможным благодаря созданию полупроводниковых преобразователей частоты. Возможность применять частотное управление ставит асинхронный двигатель на один уровень с двигателем постоянного тока по регулировочным свойствам.

Студенты должны знать, что особое место среди электрических машин занимают синхронные. В основу теории синхронных машин в дисциплине «Электротехника и электроника» должны быть положены такие вопросы, как угловая характеристика активной мощности, регулирование реактивной мощности, V-образные характеристики. Эти вопросы (если не заниматься строгими выводами формул) могут быть рассмотрены без больших затрат времени. Они дают конкретное представление об уникальных эксплуатационных свойствах синхронных машин. Наконец, необходимо обратить внимание на стереотипные вопросы, возникающие при эксплуатации всех электрических машин. Следует знать способы вычислений по номинальным данным для номинального режима работы и при отклонении условий работы от номинальных, а также влияние момента сопротивления, напряжения и частоты тока на скорость вращения ротора, на перегрузочную способность, на пусковой момент, на потребляемый из сети ток, на коэффициент мощности, на нагревание и срок службы электрических машин.

Примерно таким, по моему мнению, должно быть содержание дисциплины «Электротехника и электроника» в рамках требований государственного образовательного стандарта. Для разных направлений подготовки специалистов будут некоторые отклонения от рассмотренного здесь содержания.

В технике происходят изменения, особенно в электронике и электроприводе. Соответственно должны вноситься и коррективы в содержание дисциплины «Электротехника и электроника».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мещеряков, Ю. Г. Введение в математическую теорию электрических машин : учеб. пособие / Ю. Г. Мещеряков; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 1996. – 122 с.
2. Асинхронные двигатели общего назначения / Е. П. Бойко, Ю. В. Гаинцев, Ю. М. Ковалёв и др. – М. : Энергия, 1980. – 488 с., ил.