

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ ЗА СЧЕТ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ УНИВЕРСАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Бусел Н.П., к.т.н., доц.

Государственное учреждение высшего профессионального образования "Белорусско-Российский университет" Беларусь, 212005, Могилев, пр-т Мира 43, ГУВПО "БРУ", кафедра "Электротехника и электроника" тел. (+375) 0222 228970, E-mail: jsk@mgtu.mogilev.unibel.by, ntp@mogilev.by

Михальцов А.П., к.т.н., Мурга В.В.

УП НТП "Центр"

Беларусь, 212007, Могилев, б-р Юбилейный, 7б тел. (+375) 0222 32-41-29

Рассматриваются достоинства концепции тесной взаимосвязи лабораторных исследований для получения первичных практических знаний с теоретическими аспектами анализа процессов в электротехнических устройствах и подтверждения расчетных результатов в лабораторных условиях.

Основываясь на утвердившейся результативной практике освоения электротехнических дисциплин, сочетающей обязательные лабораторные исследования и практические занятия, подчеркнем, что в условиях неизбежного ужесточения временных рамок в сегодняшних учебных планах особое внимание следует уделить лабораторно-практическим занятиям, наиболее успешно реализующим концепцию, которую можно трактовать как сочетание созерцания не до конца осознанного (лабораторные исследования простейших элементов и процессов), теоретического осмысления электротехнических задач (практические занятия) и, наконец, оценки достоверности теоретических знаний на практике (лабораторные измерения для уяснения рациональных режимов работы электротехнических устройств [1-3].

Реальные возможности компьютеризации лабораторного оборудования в сочетании с глубоко продуманной его универсальностью открывают исключительно плодотворные подходы и приемы построения учебного процесса, основанного на заинтересованности студента получить реальные знания, соревновательности в вопросах освоения дисциплины и, что крайне важно, рационального использования трудовых затрат.

Обращаясь, например, к опыту эксплуатации универсального лабораторного комплекса "Электрик" [3] на кафедре "Электротехника и электроника" Белорусско-Российского университета сошлемся на отдельные примеры успешной реализации упомянутой выше концепции построения лабораторно-практических занятий.

Раздел цепей постоянного тока на стенде представлен мостовой измерительной схемой с резистивным и генераторным датчиками с питанием от полупроводникового параметрического стабилизатора напряжения, что позволяет уяснить условия равновесия схемы, задать обоснованные пределы изменения параметров датчиков, рассчитать и проверить экспериментальные выходные характеристики, причем расчетные значения отдельных точек находятся не-

сколькими рабочими звеньями студентов, а результаты расчетов сопоставляются с экспериментальными результатами и такой прием повышает активность и ответственность большинства студентов в процессе занятий. Следует отметить также, что мостовая цепь позволяет эффективно освоить практически все основные методы расчета и сопоставить их трудоемкость.

С другой стороны, реализация первичного источника постоянного напряжения на основе управляемого мостового тиристорного выпрямителя позволяет в дальнейшем вернуться к мостовой цепи с резистивным датчиком, но при использовании ее в качестве нагрузки полупроводникового параметрического стабилизатора напряжения в качестве практического примера нелинейной цепи постоянного тока.

Вторым примером выберем электрические цепи переменного тока, представляющие собой комбинации из двух индуктивных сопротивлений, группы резисторов и батареи конденсаторов, что позволяет построить первичные эксперименты по определению параметров индуктивных элементов, а далее рассмотреть способы их соединения с резистивными и емкостными.

Наиболее ёмкую практическую направленность здесь имеет работа по исследованию влияния коэффициента мощности потребителя на коэффициент полезного действия и потерю напряжения в линии электропередачи, где преднамеренно акцентируется внимание на большей достоверности расчетных оценок к.п.д. и потери напряжения.

Подчеркнем также, что известные результаты исследований параметров элементов и простейших электрических цепей, позволяют упростить лабораторные измерения в более сложных случаях, например, в четырехпроводной трехфазной цепи, где представляется возможным ограничиться двухэлементным ваттметром, а мощность третьей фазы вычислить и в конечном счете сопоставить расчетные результаты для всей цепи с измеренными, а также выпятить значимость нейтрального провода.

Обращаясь далее к вопросу построения механической характеристики асинхронного короткозамкнутого двигателя ограничимся известными расчетными формулами на основе схемы замещения [2]

$$M = \frac{m \cdot p \cdot U_{\phi}^2 \cdot R'_2 / s}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot [(R_1 + R'_2 / s)^2 + X_k^2]} \quad (1)$$

или

$$M = \frac{2 \cdot M_k}{s / s_k + s_k / s}, \quad (2)$$

и подчеркнем, что обе они не учитывают важный физический аспект, именуемый вытеснением тока ротора и связанный с ним эффект изменения активного сопротивления фазы ротора. На практике это приводит к грубейшим отличиям расчетной характеристики двигателя от реальной при скольжениях, превышающих критическое значение.

Для устранения этой принципиальной неувязки в сопоставлении теории и практики асинхронного электродвигателя в работе [4] предложена модификация соотношения (1) за счет отыскания значений параметров схемы замещения из условия обеспечения паспортных значений момента двигателя в номинальном и пусковом режимах.

Отсылая читателя к работе [4], приведем конечные формулы для параметров схемы замещения

$$\begin{aligned} X_k &= \frac{m \cdot p \cdot U_{\phi}^2}{4 \cdot \pi \cdot f \cdot K_m \cdot M_H}; \\ R_1 &= \frac{m \cdot p \cdot U_{\phi}^2 \cdot s_H}{4 \cdot \pi \cdot f \cdot M_H} \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{1}{K_M^2}} \right); \\ K_{2п} &= \frac{K_m}{K_H} \cdot X_k - R_1 - \sqrt{\left(\frac{K_m}{K_H} \cdot X_k - R_1 \right)^2 - (R_1^2 + X_k^2)}; \\ R'_2 &= \frac{R_1 \cdot (1-s) + R'_{2п} \cdot (s-s_H)}{1-s_H} \end{aligned} \quad (3)$$

где $R'_{2п}$ - приведенное активное сопротивление фазы ротора при пуске; K_m - коэффициент перегрузочной способности по моменту; K_H - кратность пускового момента.

При подстановке значений X_k , R_1 , R'_2 (3) в формулу (1) расчетная зависимость момента двигателя от скольжения хорошо согласуется с реальной механической характеристикой практически во всем диапазоне скольжений.

Предложенная методика построения расчетной механической характеристики асинхронного короткозамкнутого электродвигателя хотя и требует более трудоемких вычислений, однако при компьютеризации процесса вычислений оказывается предпочтительной с позиций большей согласованности ее с реальными процессами в электродвигателе, которые и представляют для студента наибольшую значимость.

В заключение подчеркнем, что компьютеризация универсального лабораторного комплекса существенно расширяет информативные возможности лабораторно-практических занятий и на наш взгляд [3] позволяет рассматривать такое оборудование в качестве базового элемента электротехнической под-

готовки инженера даже с элементами научных исследований по основным разделам электротехники.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] О структуре курса электротехники для неэлектротехнических специальностей вузов. А.Г. Зброк. - Сб. науч.-метод. статей по электротехнике, 1980, вып. 8. - С. 129-135.
- [2] Электротехника: Учеб. для неэлектротехн. спец. вузов / Зайдель Х.Э., Коген-Далин В.В., Крымов В.В. и др.: Под ред. В.Г. Герасимова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1985. - 480с., ил.
- [3] Бусел Н.П., Писарик В.В., Сасин А.В., Михальцов А.П. Универсальный лабораторный комплекс с компьютерным обеспечением базовый элемент электротехнической подготовки инженера // Электротехника и электромеханика. - 2005. - С.98-100.
- [4] Бусел Н.П., Писарик В.В. Анализ механических характеристик асинхронного электродвигателя на основании паспортных номинальных параметров. Трансформаторы и электрические машины: Межвузовский науч.-метод. сборник / Под ред. Б.А. Волынского. - Калинин, 1986. - С.59-63.

Поступила 01.09.2005