

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА И АНАЛИЗА ЭНЕРГЕТИКИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

В статье рассматривается актуальность автоматизированного расчета и анализа энергетических параметров электроприводов. Сформированы требования к программному обеспечению. Приведено описание программного продукта, позволяющего рассчитать энергетику электроприводов постоянного и переменного тока при различных способах управления.

Для процесса проектирования современного регулируемого электропривода (ЭП), составляющего энергетическую основу механизации и автоматизации различных отраслей промышленности и сельского хозяйства, в настоящее время актуальна задача расчета и сравнительного анализа энергетических характеристик. Если провести параллель «энергосистема» – «акционерное общество», где главная цель – получение дохода, то потери электроэнергии являются важнейшим показателем эффективности и рентабельности работы системы. Снижение потерь электроэнергии – актуальная задача современного автоматизированного электропривода, а быстрый и качественный расчет необходимых параметров является одним из важнейших требований при проектировании ЭП.

Разработка мероприятий по снижению потерь электроэнергии требует достоверного определения их величин. Знание структуры потерь и правильный выбор метода расчета позволяет выявить очаги потерь и наметить эффективные пути их устранения.

Наиболее действенным способом решения этой задачи является автоматизированное проектирование с применением программного продукта, позволяющего выполнить необходимые расчеты энергетических показателей различных режимов работы привода и осознанно сделать правильный выбор из множества вариантов, обстоятельно его мотивировав.

Согласно общим принципам проектирования электроприводов [1], расчет энергетики желательно проводить дважды.

Сначала предварительно в качестве входной информации рассматриваются желаемые нагрузочная диаграмма (НД) и тахограмма (ТГ) электродвигателя (ЭД), полученные при расчете механической

части ЭП. Рассчитанные в этом случае энергетические показатели служат основой для выбора принципов управления электроприводом, режимов торможения и т.д.

Далее, после синтеза системы управления и оптимизации динамических характеристик, анализируя реальные переходные процессы (ПП) для всего цикла работы, окончательно рассчитывается уточненная энергетика спроектированного привода.

Для ЭД постоянного тока необходим автоматизированный расчет систем «тиристорный преобразователь – двигатель» (ТП-Д), «генератор – двигатель» (Г-Д), «преобразователь с широтно-импульсным управлением – двигатель» (ШИМ-Д). Регулирование скорости асинхронных электродвигателей на практике наиболее часто осуществляется изменением параметров роторной цепи; регулированием напряжения статора; переключением числа пар полюсов; вариацией частоты и амплитуды питающего напряжения по заданному закону (ПЧ-АД); применением каскадных схем включения и способов импульсного регулирования.

В качестве выходной информации в программе автоматизированного расчета энергетики ЭП должны определяться для каждого участка нагрузочной диаграммы и за весь цикл работы:

- 1) активная энергия, потребляемая из сети;
- 2) полезная мощность;
- 3) реактивная мощность;
- 4) потери энергии;
- 5) коэффициент полезного действия (КПД) привода;
- 6) коэффициент мощности ($\cos \varphi$).

Кроме этого, желательно определение эквивалентной мощности, тока, момента, а также проверка электродвигателя по нагреву и по перегрузочной способности с построением соответствующих гистограмм.

Соответственно, программное обеспечение (ПО) автоматизированного расчета энергетики должно содержать средства ввода, редактирования и анализа нагрузочной диаграммы и тахограммы, причем для каждого участка рабочего цикла необходимо предусмотреть три возможности ввода исходных данных:

1) укрупнено по точкам участков цикла работы: разгона, статического режима, наброса нагрузки, торможения и т.д. – *асимптотические* нагрузочная диаграмма и тахограмма;

2) подобно предыдущему варианту, но для случая, когда известны аналитические зависимости динамических характеристик отдельных участков – *аналитические* НД и ТГ;

3) для реальных переходных процессов, полученных с помощью численных методов расчета или цифрового осциллографа, причем здесь предполагается не ручной ввод данных, а чтение и конвертирование данных из внешнего файла – *реальная* НД и ТГ.

В отчете о рассчитанных параметрах целесообразно использовать не только текстовые данные, но и графику. Например, на рис. 1 показаны сравнительные характеристики потерь и энергопотребления в электроприводе. Такая форма представления результатов рас-

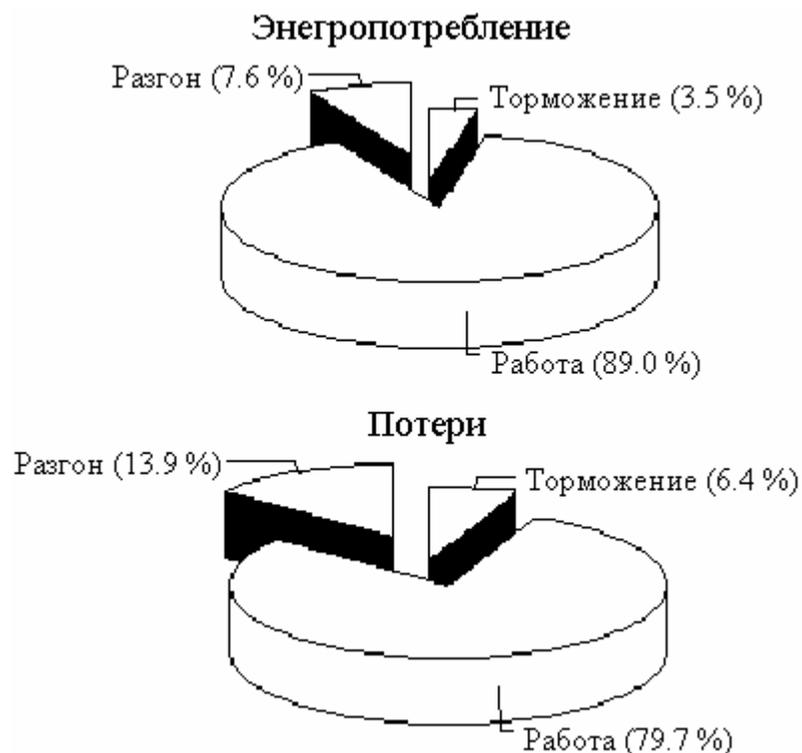


Рис. 1. Использование графики для представления сравнительных характеристики потерь и энергопотребления в электроприводе

чета возможна для *количественных* параметров (активная, реактивная, полезная энергии, потери и т.п.). Характеристики *качественных* параметров (КПД, $\cos \varphi$) и сравнительные характеристики различных вариантов реализации ЭП для повышения наглядности логично представлять в виде столбиковых диаграмм. Возможность сравнительного анализа вариантов расчета требует от ПО поддержки специального формата хранения данных на внешнем носителе.

Максимальный эффект от использования подобного программного обеспечения возможен только при эксплуатации программы в составе специализированной САПР. Вышеприведенные требования полностью согласуются с общей идеологией функционирования САПР электроприводов [2], в рамках разработки которой уже была создана версия подобной программы «Energo» [3], для электроприводов переменного тока.

Работа по этой тематике привела к созданию следующей версии программы, которая реализует автоматизированный расчет энергетических показателей электроприводов как переменного, так и постоянного тока.

При создании программного обеспечения учитывался опыт эксплуатации предыдущей версии, замечания и предложения пользователей. Для удобства проектирования сохранена возможность последовательного расчета нескольких способов управления, расширены возможности вывода итоговых результатов в текстовом и графическом виде.

Общий вид ПО в процессе проектирования показан на рис. 2. Программа позволяет задавать и редактировать тахограмму и нагрузочную диаграмму ЭД в удобном для пользователя виде. Для облегчения ввода данных двигателя предусмотрена возможность загрузки параметров из базы данных. Также для понимания интерфейса и используемых методик расчета ПО снабжено файлом помощи.

Логический алгоритм работы программы построен типичным образом для расчетных программных средств:

- 1) ручной или автоматизированный (из внешнего файла) *ввод данных* (ЭД, тахограмма и нагрузочная диаграмма);
- 2) *выбор* системы управления с учетом типа ЭД;
- 3) *расчет* с использованием при необходимости диалогового режима для ввода дополнительных данных;
- 4) *отчет* и *сравнительный анализ*.

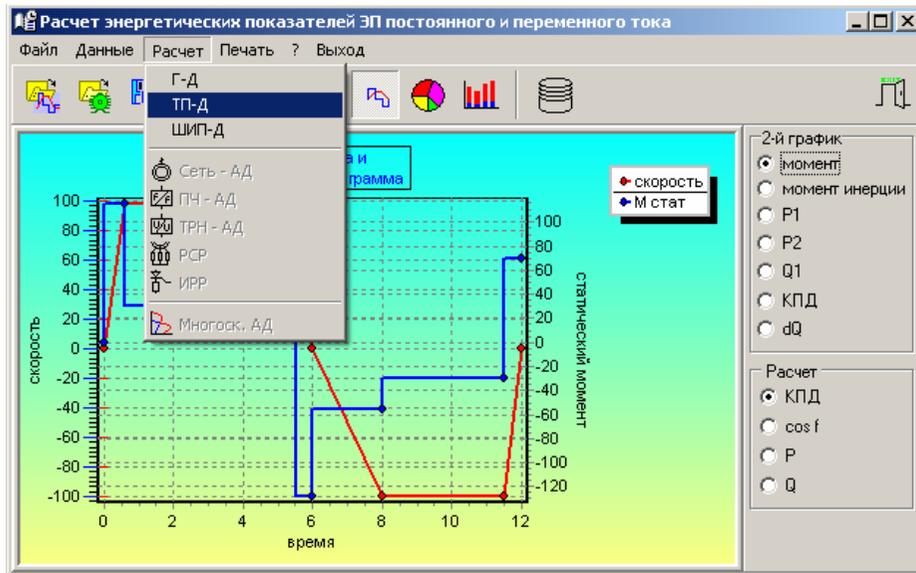


Рис. 2. Общий вид программы «Энерго»

Для программы разработан отдельный модуль определения нагрузочной диаграммы и тахограммы с пошаговым вводом числовых значений и с возможностью редактирования. Предусмотрен вариант загрузки из внешнего файла, имеющего структуру INI-файла. Интерфейс модуля ввода нагрузочной диаграммы и тахограммы представлен на рис. 3. В дальнейшем целесообразна реализация модуля в виде отдельной библиотеки (dll- или bpl-файла), так как задача определения нагрузочной диаграммы и тахограммы актуальна, например, и для расчета механической части электропривода [1].

Использование программы «Energo» значительно сократит время проведения расчетов, как предварительных, при выборе системы управления ЭП, так и для окончательного варианта. Программный продукт целесообразно использовать при автоматизированном проектировании электроприводов в учебном процессе и проектных организациях.

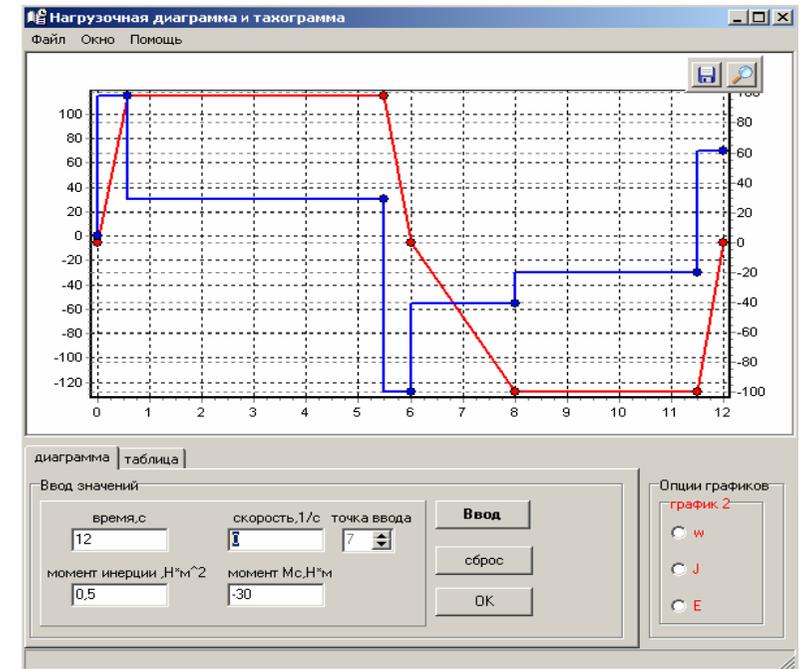


Рис. 3. Окно ввода нагрузочной диаграммы и тахограммы

Литература

1. Романов А.В., Фролов Ю.М. К вопросу построения САПР электроприводов / Информатика: проблемы, методология, технологии: матер. шестой междуна. науч.-метод. конф. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 2006. – 551 с.
2. Романов А.В., Фролов Ю.М. Требования к программному обеспечению САПР электроприводов / Информатика: проблемы, методология, технологии : матер. шестой междуна. науч.-метод. конф. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 2006. – 551 с.
3. Ковалев Р.В., Романов А.В., Фролов Ю.М. Программа автоматизированного расчета энергетики асинхронных электроприводов ("Energo") / ГОСФАП РФ, регистрационный № 50200200563, М. 2002.

Воронежский государственный технический университет