

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ СХЕМ КОММУТАЦИИ СТАТИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

А. С. БАТУРИН, И. И. ВУЦАН, С. И. КОРОЛЕВ

(Представлена научным семинаром кафедры экономики промышленности)

Одной из важных составных частей статического преобразователя является схема коммутации. В настоящее время известен ряд принципиальных схемных решений, а также их вариации [1]. Каждое схемное решение выполняет функции по управлению статическим преобразователем, но отличается качественными характеристиками. Однако имеется возможность взаимозаменяемости схем коммутации при определенных условиях эксплуатации. Кроме того, схемы коммутации могут применяться в других изделиях и работать в режиме переключения.

Для выбора наиболее выгодной схемы должны приниматься во внимание как технические, так и экономические показатели. Количественным критерием экономичности схемы является минимум годовых приведенных затрат [2], в которых учитываются как эксплуатационные расходы, так и капитальные вложения исследуемого варианта. Каждое схемное решение необходимо исследовать отдельно и рассматривать как автономную систему.

При исследовании варьируются параметры входных и выходных данных (ток и напряжение); взаимозаменяемые элементы схемы, выполняющие одни и те же функции (марки или типы элементов); условия эксплуатации (число часов работы схемы в год, тариф за электрическую энергию). Изменение перечисленных факторов оказывает влияние на капитальные затраты и эксплуатационные расходы и предопределяет величину годовых приведенных затрат, характеризующих меру экономичности схемы коммутации. Для реализации исследования можно осуществить перебор потенциально возможных вариантов. Порядок исследования может быть следующий: первый фактор варьирует, а остальные имеют постоянные значения, затем второй фактор варьирует, а все остальные неизменны, и так производится полный перебор. При варьировании значений каждого фактора выявляются минимальные величины годовых приведенных затрат и наряду с этим определяются абсолютное и относительное отклонения минимума от максимума. Это необходимо для выявления степени оптимальности решения. По каждому минимуму необходимы все данные для его реализации на практике. Таким образом, могут быть найдены наивыгоднейшие оптимальные реализации схем коммутации для различных условий эксплуатации.

На основе исследования по каждой схеме коммутации определяют экономичные реализации в определенных условиях эксплуатации.

Кроме того, данные исследований по всем схемам и их вариациям позволят выявить, при каких значениях тока и напряжения выгодно применять определенное схемное решение и какая схема при взаимозаменяемости выгоднее.

Данные экономической оптимизации схем коммутации имеют особое важное значение в тех случаях, когда в определенных, заранее известных, условиях работы будет эксплуатироваться большое число схем. Если вариант схемы коммутации будет неоптимальным для этих условий, то на эксплуатационных расходах потребители этих схем будут иметь значительные экономические потери. Поэтому в таких ситуациях нельзя ориентироваться на средние условия работы.

Так как варьирование значений различных факторов приводит к весьма большому числу потенциально возможных решений, проведение исследований по выбору оптимальных вариантов должно осуществляться на электронно-вычислительной машине (ЭВМ) с соответствующим объемом памяти. Применение ЭВМ позволяет осуществить комплексное исследование — машинное проектирование и экономическую оптимизацию.

Машинное проектирование производится в том же порядке, как это осуществляется вручную. По математическим зависимостям определяются параметры элементов и на основе заданного логического правила машина выбирает необходимый элемент из имеющегося набора стандартных значений параметров. Затем по корреляционной связи между ценой и параметрами определяется цена элемента. Это же может быть решено, если в память машины засылать не только параметры, но и цены элементов. Однако при этом может не хватить объема памяти машины. Последовательное определение всего набора элементов схемы коммутации позволяет установить материальные затраты на ее реализацию. По удельному весу материальных затрат в аналогичных изделиях можно определить себестоимость, затем с помощью соответствующих коэффициентов цену и капитальные вложения по варианту.

Капитальные вложения являются одним из важных показателей для проведения экономических исследований. Далее определяются элементы эксплуатационных расходов (амортизация, ремонтные расходы, стоимость электрической энергии) и общая сумма эксплуатационных затрат в год. Величина годовых приведенных затрат определяется с использованием оптимизирующей нормы сравнительной экономической эффективности 0,12 [2]. По логическому правилу машина выбирает минимум годовых приведенных затрат из набора в переборе всех значений одного фактора. И так расчеты повторяются многократно, пока не будет сделан полный перебор всех факторов. Одновременное машинное проектирование и экономическая оптимизация ускоряют и удешевляют процесс исследования. Развернутая формула годовых приведенных затрат может быть представлена следующим образом:

$$Z_r = \sum_1^n C_i \cdot K_1 (E_n + K_A) + T \cdot \left(\sum_1^n C_i \cdot K_2 \cdot \lambda_i + P \cdot T_9 \right), \quad (1)$$

где

Z_r — годовые приведенные затраты;

n — число различных элементов в схеме коммутации;

C_i — цена i -того элемента определенной марки (типа);

K_1 — коэффициент, учитывающий переход от материальных затрат к себестоимости, цене и капитальным затратам;

E_n — нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности [2];

K_A — коэффициент амортизации на реновацию;
 T — время работы схемы коммутации в год;
 K_2 — суммарный коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, заработную плату и косвенные расходы при замене элементов;

λ_i — интенсивность отказов i -го элемента схемы;

P — мощность на входе схемы;

T_9 — двухставочный тариф на электрическую энергию.

Оптимизация схем коммутации не решает в полной мере проблемы, так как в статическом преобразователе применение той или иной принципиальной схемы коммутации вызывает изменение в наборе элементов. С этой точки зрения необходим системный подход к решению задачи, так как схема коммутации должна обеспечивать минимум годовых приведенных затрат статического преобразователя в целом. Однако оптимизация схем коммутации позволяет найти их наиболее выгодные решения для тех случаев, в которых они имеют самостоятельное значение и не влияют на последующее решение общей более сложной системы. Наряду с этим эти исследования дадут ориентировочный материал для выработки решений по ограничению схемных решений коммутации для блочного их производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Н. Бусалаев, Г. К. Шварц. Оценка конденсаторных устройств запирающих тиристоров. «Электричество», 1968, № 6.
2. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. АН СССР, 1969.