

следующий: достаточно прикоснуться ладонью к прозрачной защитной детали прибора, и статический заряд устраняется, переставая влиять на положение стрелки.

УДК 621.3

### **Физическое содержание понятий мощностей при синусоидальном токе**

Куцьло А.В.

Белорусский национальный технический университет

В теории цепей синусоидального тока используются понятия мгновенной  $p$ , активной  $P$ , реактивной  $Q$ , полной  $S$  и комплексной  $\underline{S}^*$  мощностей. Что касается мгновенной мощности, то содержание этого понятия соответствует общефизическим представлениям о мощности как скорости преобразования энергии из одного вида в другой. Так, ГОСТ 19880-74 «Электротехника. Основные понятия. Термины и определения» определяет мгновенную мощность двухполюсника как «скорость поступления в двухполюсник электромагнитной энергии в данный момент времени...». Активная мощность также имеет ясный физический смысл как величина, характеризующая процесс поступления энергии в двухполюсник (для приёмников энергии) в среднем за период. Согласно упомянутому стандарту, активная мощность двухполюсника есть «среднее арифметическое мгновенной мощности за период». Для реактивной мощности такой ясности в отношении её физического смысла нет. В нормативной и учебной литературе по теоретическим основам электротехники это понятие вводится формально-математически, при этом указывается, что реактивная мощность не характеризует энергетические процессы в цепи в том смысле, как активная мощность. Так, по ГОСТ 19880-74 реактивная мощность двухполюсника определяется как «величина, равная при синусоидальных токе и напряжении произведению действующих напряжения, тока и синуса сдвига фаз между напряжением и током». Это побуждает к поиску физической трактовки данного понятия, которая для цепей с параллельным или последовательным (а значит, и смешанным) соединением элементов может быть следующей.

Реактивную мощность  $Q=UI\sin\varphi$  можно рассматривать как функционал (произведение), не только удовлетворяющий известному свойству баланса реактивных мощностей, но и содержащий в себе одновременно или реактивную составляющую тока, если элемент находится в параллельном соединении, или реактивную составляющую напряжения, если элемент находится в последовательном соединении:

$$Q=UI\sin\varphi=U(I\sin\varphi)=UI_p=(U\sin\varphi)I=U_pI.$$

Таким образом, суммированию реактивных мощностей элементов при расчёте реактивной мощности всего соединения фактически соответствует сложение реактивных составляющих токов или напряжений отдельных элементов (в зависимости от способа соединения).

УДК 621.3.01

## Модернизация методики расчета разветвленных нелинейных электрических и магнитных цепей

Горошко В.И.

Белорусский национальный технический университет

В классическом учебнике [1] приводится методика расчета разветвленной нелинейной электрической цепи с двумя узлами (с. 410-411). Недостатком методики является ее графоаналитический характер, и в этом смысле она архаична. Если же нелинейные вольт-амперные характеристики (ВАХ) элементов аппроксимировать аналитическими зависимостями, используя, например, компьютерную программу метода наименьших квадратов, то методика обретает «вторую жизнь» и становится вполне конкурентоспособной с методиками, основанными на численных методах.

Рассматриваемая в [1] цепь приведена на рис. 1. ВАХ всех нелинейных элементов заданы графически.

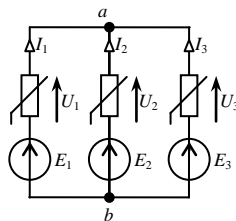


Рис. 1

Сутью методики является пересчет нелинейных характеристик к одному определяющему аргументу – узловому напряжению  $U_{ab}$ . Это позволяет строить все ВАХ в единой системе координат и производить над ними требуемые алгебраические и графические манипуляции. В [1] за основу приняты положительные направления токов  $I_1, I_2, I_3$  и напряжений  $U_1, U_2, U_3$ , указанные на рис. 1, а также узловое напряжение  $U_{ab}$ . Такой выбор направлений приводит к уравнениям:

$$U_1 = E_1 - U_{ab}; \quad U_2 = E_2 - U_{ab}; \quad U_3 = E_3 - U_{ab} \quad (1)$$

Уравнения (1) требуют проведения двух операций:

- 1) горизонтального сдвига ВАХ элемента на величину ЭДС ветви;
- 2) зеркального отражения полученной ВАХ относительно вертикали.

Анализ (1) показывает, что необходимость второй операции, т.е. зеркального отражения ВАХ, появилась только потому, что напряжения  $U_1, U_2, U_3$  и узловое напряжение  $U_{ab}$  в (1) имеют разные знаки. Эта разница знаков вовсе не обязательна и может быть устранена более продуманным выбором положительных направлений токов и напряжений. Изменяем направления токов  $I_1, I_2, I_3$  и напряжений  $U_1, U_2, U_3$  на обратные. Тогда уравнения (1) примут вид: