

ГОСТ 8.417—81. Гос. система обеспечения единства измерений. Единицы физических величин.

**ЁМКОСТНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ** в цепи переменного тока — реактивная часть сопротивления двухполюсника (см. *Импеданс*), в к-ром синусоидальный ток опережает по фазе приложенное напряжение подобно тому, как это имеет место в обычном электрич. конденсаторе. В идеальном случае, когда диэлектрич. заполнение конденсатора не обладает ни потерями, ни дисперсией и он характеризуется единственным параметром — ёмкостью  $C = \text{const}$ , Ё. с., определяемое как отношение амплитуд напряжения и тока, равно  $X_C = 1/\omega C$  ( $\omega$  — циклич. частота). При этом ток опережает по фазе напряжение точно на угол  $\pi/2$ , вследствие чего в среднем за период не происходит ни накопления эл.-магн. энергии в конденсаторе, ни её диссипации: дважды за период энергия успевает начаться внутри конденсатора (в основном в виде энергии электрич. поля) и возвратиться обратно в источник (или во внеш. цепь).

Приято считать, что если при описании временных процессов через фактор  $\exp(i\omega t)$  реактансе (мнимая часть импеданса) произвольного двухполюсника оказывается отрицательным, то он имеет ёмкостный характер:  $Z = R + iX$ ,  $X < 0$ . Именно этот признак, а не обратная пропорциональность зависимости  $X$  от частоты ( $X(\omega) \sim \omega^{-1}$ ) характерен для Ё. с. В принципе функция  $X(\omega)$  для Ё. с. может быть произвольной (известные ограничения накладывают только *Крамера—Кронига соотношения*); более того, даже реактивная энергия внутри Ё. с. не обязательно должна быть преим. электрической: Ё. с. вообще может быть воспроизведено с помощью самоуправляемых *фазовращателей* (гираторов). Отметим также, что один и тот же двухполюсник может вести себя по-разному в разл. диапазонах частот. Так, отрезок двухпроводной линии длиной  $l$ , разомкнутый на конце, на низких частотах  $\omega \ll \pi c/2l$  имеет Ё. с.; в интервале  $\pi c/2l < \omega < \pi c/l$  — *индуктивное сопротивление*; потом снова Ё. с. и т. д.

**ЁМКОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ** (электроёмкость, или просто ёмкость) — характеристика проводящего тела, мера его способности накапливать электрич. заряд. Численно Ё. э.  $C$  равна заряду  $q$ , к-рый необходимо сообщить удлинённому телу для изменения его потенциала  $\Phi$  на единицу, и определяется соотношением  $C = q/\Phi$ . Ё. э. зависит от диэлектрич. проницаемости окружающей среды, формы и размеров тела, не зависит от проводимости вещества и его агрегатного состояния. В частности, в системе СГСЭ Ё. э. удлинённого проводящего шара в вакууме численно равна его радиусу  $r$ ; Ё. э. такого же шара, расположенного в однородной изотропной среде с *диэлектрической проницаемостью*  $\epsilon$ , равна  $C = \epsilon r$ . В СИ Ё. э. проводящего шара, расположенного в диэлектрике с абс. диэлектрич. проницаемостью  $\epsilon_a$ , равна  $C = 4\pi\epsilon_a r$ . В общем случае Ё. э. геометрически подобных проводящих тел пропорциональна их линейным размерам.

В СИ единицей измерения ёмкости является фарад (Ф), в системе СГСЭ — сантиметр ёмкости (см):  $1\text{Ф} = 9 \cdot 10^{11}$  см.

В системе  $n$  проводящих тел связь зарядов тел с их потенциалами линейная (см., напр., [1—3]) и описывается тремя способами:

$$\Phi_m = \sum_{k=1}^n \alpha_{mk} q_k; \quad (1)$$

$$q_m = \sum_{k=1}^n \beta_{mk} \Phi_k; \quad (2)$$

$$q_m = C_{mm} \Phi_m + \sum_{k=1}^n C_{mk} (\Phi_m - \Phi_k), \quad (3)$$

где  $\Phi_m$  и  $q_m$  — потенциал и заряд тела  $m$ ,  $\alpha_{mm}$  и  $\alpha_{mk}$  — собственные и взаимные (при  $k \neq m$ ) потенциалы,  $\beta_{mm}$  и  $\beta_{mk}$  — собствен-

ные и взаимные ёмкостные коэффициенты,  $C_{mm}$  и  $C_{mk}$  — собственные и взаимные частичные ёмкости. Коэффициенты в (1), (2) и (3) связаны соотношениями:

$$\beta_{mm} = \frac{A_{mm}}{D}, \quad \beta_{mk} = \frac{A_{mk}}{D};$$

$$C_{mm} = \sum_{k=1}^n \beta_{mk}, \quad C_{mk} = -\beta_{mk}, \quad k \neq m,$$

где  $D$  — определитель системы (1),  $A_{mm}$  и  $A_{mk}$  — алгебраич. дополнения  $\alpha_{mm}$  и  $\alpha_{mk}$  соответственно. В электротехнике обычно пользуются коэф.  $C_{mm}$  и  $C_{mk}$ . Частичная собственная ёмкость  $C_{mm} = q_m/\Phi_m$  при равенстве потенциалов всех тел, а частичная взаимная ёмкость  $C_{mk} = C_{km} = -q_m/\Phi_k$  при нулевых потенциалах всех тел, кроме потенциала тела  $k$ .

В практически интересном случае двух проводящих тел их Ё. э. численно равна заряду  $q$ , к-рый нужно перенести с одного тела на другое, с тем чтобы изменить разность потенциалов  $\Phi_1 - \Phi_2$  на единицу, и определяется соотношением  $C = q/(\Phi_1 - \Phi_2)$ . Из (3) следует, что в этом случае

$$C = C_{12} + \frac{C_{11}C_{22}}{C_{11} + C_{22}}.$$

Как правило, частичная взаимная Ё. э.  $C_{12}$  двух тел, расположенных на расстояниях, соизмеримых с их размерами, значительно больше частичных собственных Ё. э.  $C_{11}$  и  $C_{22}$ .

Ё. э. двух близко расположенных проводящих пластин без учёта влияния краевых эффектов (в СИ):  $C = \epsilon_a S/d$ , где  $d$  — расстояние между пластинами,  $S$  — площадь пластины. Ё. э. двух сферич. проводящих поверхностей с общим центром:  $C = 4\pi\epsilon_a r_1 r_2 / (r_1 - r_2)$ , где  $r_1$  и  $r_2$  — радиусы внутр. и внеш. поверхностей. Ё. э. двух соосных цилиндрич. проводящих поверхностей без учёта эффектов на концах цилиндров:  $C = 2\pi\epsilon_a l / \ln(r_2/r_1)$ , где  $r_1$  и  $r_2$  — радиусы поверхностей,  $l$  — длина цилиндра. Ё. э. двухпроводной линии:  $C = \pi\epsilon_a l / \ln(d/a - 1)$ , где  $a$  — радиус проводов,  $d$  — расстояние между осями проводов,  $l$  — длина линии. Ё. э. провода воздушной трёхфазной линии, расположенной над Землёй:  $C = 2\pi\epsilon_a l / \ln[2hd/(aD)]$ , где  $l$  — длина линии,  $h$  — ср. геом. значение высоты проводов над землёй,  $d$  — ср. геом. значение расстояний между проводами,  $D$  — ср. геом. значение расстояний между проводами и зеркальными (относительно Земли) изображениями соседних проводов. В СГСЭ в приведённых ф-лах следует заменить  $\epsilon_a$  на  $\epsilon/4\pi$ .

В технике для получения нужных величин Ё. э. используются спец. устройства — конденсаторы. Все др. элементы и устройства, применяемые в электрич. цепях разл. назначения, также обладают Ё. э. Так, напр., трансформаторы имеют межвитковую ёмкость, ёмкость между выводами, ёмкость между обмотками и т. п., все электронные приборы — межэлектродные ёмкости, протяжённые устройства обладают распределённой по длине Ё. э. и т. д. Влияние этих ёмкостей в нек-рых режимах может быть существенным.

В теории электрич. цепей Ё. э. — параметр ёмкостного элемента электрич. схемы, представляющего собой двухполюсник, характеризующийся зависимостью заряда от напряжения  $q(U)$ , к-рая может быть линейной (в случае линейной ёмкости) или нелинейной (в случае нелинейной ёмкости; см., напр., *Варикар*). Действующие значения синусоидальных токов  $I$  и напряжения в линейной ёмкости связаны соотношением:  $U = x_C I$ , где  $x_C = (\omega C)^{-1}$  — ёмкостное сопротивление,  $\omega$  — круговая частота синусоидальных токов и напряжения. В нелинейных ёмкостях синусоидальное напряжение вызывает несинусоидальный ток. Ё. э. как элемент схемы соответствует элементы цепи — конденсатору при его идеализации.

Лит.: 1) Иосель Ю. Я., Кочанов Э. С., Струнскый М. Г., Расчёт электрической ёмкости, 2 изд., Л., 1981; 2) Сивухин Д. В., Общий курс физики, 2 изд.,