

УДК 53.02

Анпілогов Д.І.¹

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАРЯДУ АКУМУЛЯТОРА

Роботу присвячено одному з найпоширеніших загальних законів фізичних явищ – закону Бугера. За його допомогою змодельємо процес заряду акумулятора в термінах струму у вигляді

$$I(t) = I_0 e^{-t/\tau}, \quad (1)$$

де I_0 – початковий зарядний струм; τ – стала часу.

Нехай в момент T струм відповідно до (1) становить.

$$I_1 = I_0 e^{-T/\tau}.$$

Степінь заряду (точний вираз)

$$Q(T) = \int_0^T I(t) dt = I_0 \tau (1 - e^{-T/\tau}). \quad (2)$$

Формула (2) дозволяє обчислити інтегральне середнє значення струму як $\langle I \rangle = Q(T)/T$. Замінюючи це значення середнім арифметичним $\langle I \rangle^* = \frac{I_0 + I_1}{2}$ (саме величини I_0 і I_1 є спостережуваними в процесі зарядки), маємо степінь заряду (наближений вираз)

$$Q^*(T) = \langle I \rangle^* T = \frac{I_0}{2} (1 + e^{-T/\tau}) T. \quad (3)$$

Якість формули (3) охарактеризуємо похибкою

$$\varepsilon(x) = \frac{Q^*(T) - Q(T)}{Q(T)} = \frac{x}{2} \cdot \frac{1 + e^{-x}}{1 - e^{-x}} - 1, \quad x = \frac{T}{\tau}. \quad (4)$$

Легко перевірити, що $\lim_{x \rightarrow 0} \varepsilon(x) = 0$ (хоча величина $\varepsilon(0)$ не є визначеною). Отже, оцінка середнього струму середнім арифметичним значенням, $\langle I \rangle \approx \langle I \rangle^* = \frac{I_0 + I_1}{2}$, є вдалою. Щоправда, при $x > 0$ функція (4) $\varepsilon(x)$ зростає, і при великих T (тобто при $I_1 \ll I_0$) похибка стає великою. Але,

наприклад, при $x=1$ ($T=\tau$, $I_1=I_0/e$) маємо: $\varepsilon(1)<0,1$, тобто підміна середнього інтегрального середнім арифметичним спричиняє похибку, яка не перевищує 10%.

Висновок. Побудовано і проаналізовано функцію похибки, яка виникає при підміні середнього інтегрального середнім арифметичним для бугерівських процесів.