

2 ОСНОВНІ ФІЗИЧНІ ВЕЛИЧИНИ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Номінальна (встановлена) потужність ЕП. Ця величина, як правило, заздалегідь відома й служить вихідною базою для розрахунків електричних навантажень. Номінальна потужність ЕП завжди відноситься до тривалого режиму їхньої роботи.

Для ЕП із двигунами асинхронними й постійного струму номінальні потужності – це потужності на валу $P_{\text{ном}}$, кВт. Однак у зв'язку з тим, що ККД двигунів звичайно при розрахунках не відомий, його приймають рівним одиниці. Для синхронних електродвигунів за номінальну потужність приймають повну потужність $S_{\text{ном}}$, кВА. Номінальною потужністю плавильних електропечей, випрямлячів, перетворювачів і зварювальних машин є потужність їхніх живильних трансформаторів $S_{\text{ном}}$, кВА. Установленою потужністю для печей опору й освітлювальних ЕП є потужність, споживана цими установками з мережі, кВт.

Для ЕП, що працюють у режимі ПКР, номінальні потужності й струми визначають по виразах

$$p_{\text{н}} = p_{\text{пасп}} \cdot \sqrt{TB_{\text{пасп}}}; \quad s_{\text{н}} = s_{\text{пасп}} \cdot \sqrt{TB_{\text{пасп}}}; \\ q_{\text{н}} = s_{\text{пасп}} \cdot \sqrt{TB_{\text{пасп}}} \cdot \sin \varphi_{\text{н}}; \quad i_{\text{н}} = s_{\text{н}} / \sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}.$$

Для групи ЕП:

$$P_{\text{н}} = \sum_{i=1}^n P_{\text{ні}}.$$

Для групи ЕП також визначають групові $\cos \varphi$, η , TB як середньозважені значення по номінальній потужності окремих ЕП:

$$\cos \varphi = \frac{\sum_1^n P_{\text{ні}} \cdot \cos \varphi_{\text{ні}}}{\sum_1^n P_{\text{ні}}}; \quad \eta = \frac{\sum_1^n P_{\text{ні}} \cdot \eta_i}{\sum_1^n P_{\text{ні}}}; \quad TB = \frac{\sum_1^n P_{\text{ні}} \cdot TB_i}{\sum_1^n P_{\text{ні}}}.$$

Розрахункове навантаження. У ПУЕ для кожного перетину провідників, кабелів і шинопроводів залежно від умов їхньої прокладки вказується незмінне в часі припустиме довгострокове за умовами їх нагрівання навантаження. Розрахунковим навантаженням по максимуму температури нагрівання називається така незмінне в часі навантаження $I_{\text{р1}}$, що викликає в провіднику той же максимальний перегрів над навколишньою температурою, що й задане змінне навантаження $I(t)$.

Розрахунковим навантаженням по тепловому зношуванню ізоляції називається таке незмінне в часі навантаження $I_{\text{р2}}$, що викликає в провіднику ту ж величину теплового зношування ізоляції, що й задане змінне навантаження $I(t)$.

Розрахунковим навантаженням $I_{\text{р}}$ для даного графіка $I(t)$ називається найбільша з величин $I_{\text{р1}}$ та $I_{\text{р2}}$.

Розрахункові активна $P_{\text{р}}$, реактивна $Q_{\text{р}}$ і повна $S_{\text{р}}$ потужності визначаються по виразах:

$$P_p = \sqrt{3} \cdot I_p \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi_p ;$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi_p ;$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} .$$

Через складність визначення розрахункових $\cos \varphi_p$ і $\operatorname{tg} \varphi_p$ допускається їх приймати рівними середнім значенням, що визначаються або на підставі обстеження аналогічних ЕП, або за каталожним даними.

При відомому графіку активного навантаження $P(\Delta t)$ з інтервалом $\Delta t = 30$ хв за розрахункову потужність приймається максимальне значення півгодинної потужності

$$P_p = P_m = \max[P(\Delta t)] .$$

Середнє навантаження за цикл $t_{\text{ц}}$ на діючих промислових підприємствах визначаються за показниками лічильників електричної енергії за допомогою формул

$$P_{\text{ср.ц}} = \frac{W_{\text{ц}}}{t_{\text{ц}}}; \quad Q_{\text{ср.ц}} = \frac{V_{\text{ц}}}{t_{\text{ц}}},$$

де $W_{\text{ц}}$ і $V_{\text{ц}}$ - активна й реактивна енергія відповідно за цикл.

Крім середнього навантаження за цикл у розрахунках також використовують середнє навантаження за зміну $P_{\text{ср.зм}}$, $Q_{\text{ср.зм}}$ і за рік $P_{\text{ср.р}}$, $Q_{\text{ср.р}}$. Вони визначаються по аналогічних виразах.

Ефективне навантаження за цикл або за інший інтервал часу (годину, зміну):

$$I_{\text{еф}} = \sqrt{\frac{1}{t_{\text{ц}}} \int_0^{t_{\text{ц}}} I^2(t) dt}; \quad P_{\text{еф}} = \sqrt{\frac{1}{t_{\text{ц}}} \int_0^{t_{\text{ц}}} P^2(t) dt} .$$

Ефективне навантаження викликає в провіднику той же максимальний перегрів, що й реальне змінне навантаження $I(t)$.

Піковим навантаженням $I_{\text{п}}$ будемо називати короточасні максимальні значення графіка навантаження тривалістю від 0 до 30 хв. Це навантаження визначається по виразу

$$I_{\text{п}\theta} = \max I_{\theta}(t) = \max \frac{1}{\theta} \int_t^{t+\theta} I(t) dt ,$$

де θ змінюється від 0 до 30 хв.

Пікове навантаження утворюється при включенні ряду ЕП (ЕП з електродвигунами та ін.), а також при роботі ЕП із різкозмінним і імпульсним навантаженням і при збігу часу роботи групи таких ЕП.

Безрозмірні показники (коефіцієнти) графіків навантаження

Індивідуальні графіки. Основними показниками індивідуальних графіків навантаження є: коефіцієнт завантаження k_3 , коефіцієнт використання $k_{\text{вик}}$, коефіцієнт форми $k_{\text{ф}}$.

Коефіцієнт завантаження для ЕП із тривалим режимом роботи визначається за виразом:

$$k_3 = p_{\text{ср.в}} / p_{\text{ном}},$$

де $p_{\text{ср.в}}$ – середнє навантаження ЕП за час його включення протягом циклу роботи $t_{\text{ц}}$.

Для ЕП, що працюють в імпульсному й ПКР, k_3 вірніше визначати за формулою

$$k_3 = p_{\text{ср.в}} / p_{\text{пасп}},$$

де $p_{\text{пасп}}$ – паспортна потужність ЕП.

Коефіцієнт завантаження є важливою характеристикою режиму роботи ЕП, що впливає на ККД, втрати потужності й енергії. Знання цієї характеристики необхідне також для розрахунку електричних навантажень, показників якості електроенергії й ряду інших.

Коефіцієнт використання характеризує використання ЕП по потужності й за часом:

$$k_{\text{вик}} = p_{\text{ср.ц}} / p_{\text{ном}},$$

де $p_{\text{ср.ц}}$ – середнє навантаження за цикл роботи ЕП.

Коефіцієнт використання можна виразити також через k_3 і $k_{\text{в}}$:

$$k_{\text{вик}} = k_3 \cdot k_{\text{в}}.$$

Коефіцієнт форми характеризує нерівномірність графіка навантаження в часі й визначається за виразом:

$$k_{\text{ф}} = p_{\text{еф}} / p_{\text{ср.ц}}.$$

Найменше, рівне одиниці значення, $k_{\text{ф}}$ приймає при незмінному у часі навантаженні.

Крім того, використовують допоміжні показники.

Коефіцієнт попиту:

$$K_{\text{п}} = \frac{P_{\text{р}}}{P_{\text{ном}}}$$

Коефіцієнт максимуму:

$$K_{\text{м}} = \frac{P_{\text{р}}}{P_{\text{с}}}$$

Коефіцієнт заповнення графіку:

$$K_{\text{зан}} = \frac{P_{\text{с}}}{P_{\text{р}}} = \frac{1}{K_{\text{м}}}$$

Групові графіки. Для групових графіків навантаження основними показниками є: коефіцієнт використання $K_{\text{вик}}$, коефіцієнт максимуму $K_{\text{м}}$, коефіцієнт попиту $K_{\text{п}}$ і коефіцієнт форми $K_{\text{ф}}$.

Груповий коефіцієнт використання в діючих установках визначається за показниками лічильників за зміну:

$$K_{\text{вик}} = \frac{W_{\text{см}}}{t_{\text{см}} \cdot \sum_{i=1}^n p_{\text{ном}i}}.$$

При проектуванні груповий коефіцієнт використання можна визначити через індивідуальні $k_{\text{вик}}$ як середньозважене значення по номінальній активній потужності окремих ЕП:

$$K_{\text{вик}} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{\text{вик}i} \cdot p_{\text{н}i}}{\sum_{i=1}^n p_{\text{н}i}}.$$

Коефіцієнт попиту визначається за виразом:

$$K_{\text{п}} = \frac{P_{\text{п}}}{\sum_{i=1}^n p_{\text{н}i}},$$

де $P_{\text{п}}$ – розрахунковий півгодинний максимум навантаження.

Коефіцієнт максимуму визначається за виразом:

$$K_{\text{м}} = \frac{P_{\text{п}}}{P_{\text{ср.см}}},$$

де $P_{\text{ср.см}}$ – середнє навантаження за зміну групи ЕП.

Коефіцієнт заповнення графіка є зворотною величиною до коефіцієнта максимуму:

$$K_{\text{зап}} = \frac{1}{K_{\text{м}}}.$$

Груповий коефіцієнт форми графіка навантаження визначається аналогічно коефіцієнту форми індивідуального графіка навантаження.

Коефіцієнт різночасності максимумів навантажень:

$$K_{\text{р.м}} = \frac{P_{\text{п}}}{\sum_{i=1}^n P_{\text{р}i}}.$$