

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту з дисципліни
“Електропостачання промислових підприємств”

для студентів спеціальності 8.090603
“Електротехнічні системи електроспоживання”
усіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни
“Електропостачання промислових підприємств ” для студентів спеціальності
8.090603 “Електротехнічні системи електроспоживання” усіх форм навчання
/ Укл.: О.М. Свідерська, О.В. Немикіна – Запоріжжя: ЗНТУ, 2011 - 98с.

Укладачі: О.М. Свідерська, О.В. Немикіна

Рецензент: В.В. Попов к.т.н.,доцент кафедри ЕПП

Відповідальний за випуск: І.В. Авдєєв к.т.н., доцент кафедри ЕПП

Затверджено на засіданні кафедри
“Електропостачання промислових
підприємств”
Протокол № 9 від 28.04.2011

ЗМІСТ

	Стор.
1 Загальна частина	5
2 Обсяг та зміст курсового проекту	6
3 Завдання до курсового проекту	7
4 Організаційні вказівки	9
5 Методичні вказівки до основних розділів проекту	12
5.1 Аналіз технологічного процесу проєктованого об'єкта	12
5.2 Розрахунок електричних навантажень	12
5.2.1 Розрахунок електричних навантажень силового електрообладнання	12
5.2.2 Світлотехнічний розрахунок	16
5.2.3 Розрахунок навантаження освітлювальної мережі	24
5.2.4 Розрахунок сумарного навантаження цеху	25
5.3 Формування схеми силової електричної мережі до 1 кВ	26
5.3.1 Конструктивне виконання живильної мережі	27
5.3.2 Конструктивне виконання розподільної мережі	29
5.4 Визначення кількості, потужності і типу силових трансформаторів з урахуванням компенсації реактивної потужності	30
5.4.1 Техніко-економічні розрахунки	34
5.4.2 Вибір місця установки цехових трансформаторних підстанцій та їхнього конструктивного виконання	36
5.5 Розрахунок електричних апаратів і кабелю напругою вище 1 кВ	38
5.6 Розрахунок силової розподільної мережі напругою до 1кВ	40
5.6.1 Розрахунок електричного навантаження у вузлах схеми	40
5.6.2 Вибір розподільних пристроїв	40
5.6.3 Вибір апаратів захисту і керування	41
5.6.4 Вибір марки проводів, кабелів і розрахунок їхнього перерізу	47
5.6.5 Особливості вибору перерізу провідників до	

зварювальних установок	49
5.6.6 Вибір тролейних ліній	51
5.7 Розрахунок струмів короткого замикання.	53
5.8 Вибір і розрахунок заходів захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом	57
5.9 Застосування обчислювальної техніки й елементів САПР	57
Перелік посилань	60
Додаток А	62

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Відповідно до затвердженої програми курсу “Електропостачання промислових підприємств ” і вимогам кваліфікаційної характеристики фахівця спеціальності 8.090603 передбачається розробка завдань внутрішньо цехового електропостачання у курсовому проєкті студентами денної та заочної форми навчання.

Курсовий проєкт є практична підготовка студентів з дисципліни “Електропостачання промислових підприємств”. Основною його метою є закріплення, розширення і систематизація знань студентів, отриманих на лекціях, лабораторних і практичних заняттях, виробничих практиках, а також при вивченні таких суміжних дисциплін, як "Математичні задачі енергетики", "Електричні системи і мережі", "Електричні станції і підстанції ", "Перехідні процеси в системах електропостачання", та ін.

Робота над курсовим проєктом дозволить студентам придбати знання в області побудови, функціонування систем внутрішньо цехового електропостачання, яка є частиною електропостачання промислових підприємств, практично освоїти методи розрахунку, проєктування та оптимізації систем електропостачання, розв’язувати науково-технічні, економічні та інші задачі, придбати навички виконання самостійної творчої роботи, користуватися науковою довідковою літературою, стандартами, що діють та каталогами.

2 ОБСЯГ ТА ЗМІСТ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Курсовий проект, складається з пояснювальної записки (ПЗ) та графічної частини.

Обсяг ПЗ курсового проекту 35-40 сторінок рукописного або печатного тексту формату А4 (210х297 мм) і графічної частини - 2 листа креслень формату А1.

У пояснювальній записці мають бути послідовно розглянуті усі питання з обґрунтуванням прийнятих рішень і посиланнями на літературу, вказані методи розрахунків і розрахункові формули в загальному вигляді з їх розшифруванням, необхідними числовими підставками та отриманими результатами розрахунків. В одному прикладі це робиться докладно, а результати інших розрахунків мають бути наведені в таблиці, які мають нумерацію та назву. У необхідних випадках прийняті технічні рішення мають бути підтверджені техніко-економічними розрахунками.

ПЗ та креслення мають бути логічно пов'язані та відображати комплекс технічних рішень і розрахунків, які відповідають задачам передбаченим у завданні до курсового проекту.

Пояснювальна записка та графічна частина курсового проекту оформлюється з дотриманням усіх вимог і норм єдиної системи конструкторської документації (ЕСКД) та державного стандарту України ДСТУ 3008-95 “ Документація. Звіти у галузі науки і техніки”.

Текст ПЗ можна писати від руки або з використанням комп'ютера на одному боці аркуша формату А4 з полями розміром, мм: верхнє, ліве та нижнє -20, праве -10.

Послідовність розділів ПЗ:

- титульний ліст;
- завдання на проектування;
- реферат;
- зміст;
- перелік скорочень, символів, спеціальних термінів;
- основна частина;
- перелік літератури;
- додатки.

3 ЗАВДАННЯ ДО КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Завдання до курсового проекту видає керівник проекту згідно збірника завдань до курсового проекту з дисципліни “Електропостачання промислових підприємств ” для студентів спеціальності “Електротехнічні системи електроспоживання”.

Відповідно завдання студенти повинні розробити систему внутрішньо цехового електропостачання цеху промислового підприємства, яка відповідає основним вимогам систем електропостачання промислових підприємств.

Завдання, узгоджене з темою курсового проекту, і має перелік питань, що підлягають розробці, графічного матеріалу згідно додатку збірника завдань, а також, в обов’язковому порядку, елементи новизни і прогресивності, які забезпечують творчий характер роботи над курсовим проектом.

Враховуючи реальні запити виробництва, пов’язані з його реконструкцією, підвищенням надійності систем електропостачання, дослідженням режимів електроспоживання, розробкою елементів САПР і рішенням ряду інших задач, курсові проекти рекомендується виконувати на реальні (актуальні) виробничі теми, а також на теми дослідницького характеру, що можуть бути самостійними і закінченими роботами чи мати подальший розвиток у дипломному проектуванні.

При виконанні курсового проекту на тему "Електропостачання цеху промислового підприємства" вихідними даними є:

- план цеху з вказівкою прольотів, ділянок та розміщенням технологічного обладнання по всьому цеху чи в окремих прольотах, ділянках;
- специфікація технологічного обладнання з наведенням кількості і потужності приймачів електроенергії з напругою до та понад 1 кВ та їх енергетичних характеристик;
- характеристика середовища приміщень за ПУЕ;
- змінність роботи цеху і завантаження по змінах;
- відомості про джерело живлення (напруга, віддаленість, опір системи x_c чи потужність короткого замикання S_k на шинах розподільчих пристроїв);
- значення коефіцієнта потужності, яка видається у мережу

цеха у часи найбільшого та найменшого активного навантаження енергосистеми;

- вид ґрунту в місці пристрою заземлення.

При виконанні курсового проекту на реальні виробничі і дослідницькі теми вихідні дані на проектування визначає керівник проекту на підставі технічного завдання.

В окремих випадках керівник курсового проекту може частково змінювати вихідні дані, а також дати завдання студенту додатково розробити окреме питання.

4 ОРГАНІЗАЦІЙНІ ВКАЗІВКИ

Методичне та організаційне керівництво курсовим проектуванням забезпечується керівником проекту.

Керівник проекту постійно контролює виконання календарного графіка поетапного виконання курсового проекту студентом. Кожний тиждень студент звітує про виконання роботи під час консультацій у керівника. Керівник один раз на два тижні робить позначку про виконану роботу студентом в календарному графіку.

Студент самостійно працює над курсовим проектом: приймає технічні рішення, виконує усі розрахунки, використовуючи навчальну, довідково-католожну, науково-технічну та іншу інформацію.

Консультації керівника повинні мати характер спрямовуючих вказівок, що допоможуть розкрити сутність поставлених завдань, шляхи їх рішень, а також спонукаючих студента на самостійну, творчу роботу. Керівник звертає увагу студента на технічно і стилістично грамотний виклад ПЗ.

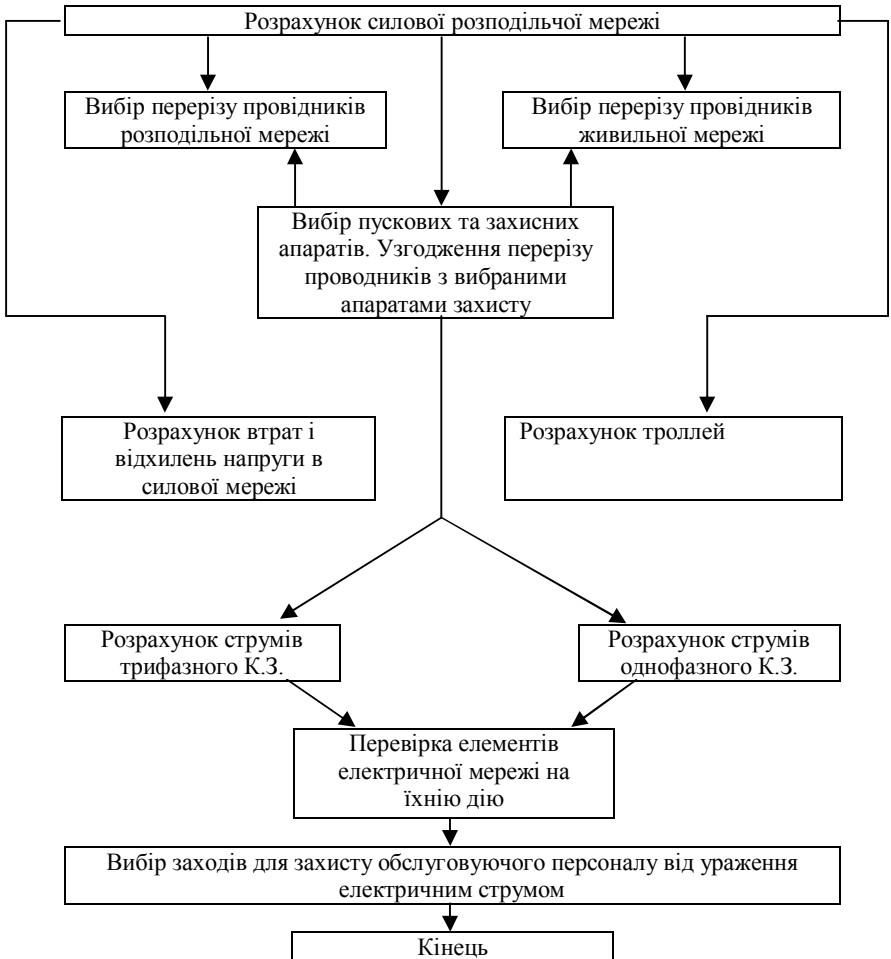
Послідовність розрахунків ПЗ рекомендується виконувати у відповідності до алгоритму процесу проектування.

Після закінчення роботи над курсовим проектом студент складає ПЗ і креслення на перевірку керівнику проекту. Після внесення виправлень студент остаточно оформлює ПЗ та креслення.

Повністю оформлений курсовий проект, підписаний студентом і керівником, допускається до захисту. Захист проводиться у присутності комісії у складі двох - трьох викладачів з кафедри, серед яких і керівник курсового проекту, захист проводиться за графіком, затвердженим завідуючим кафедри.

Блок –схема проектування





5 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ОСНОВНИХ РОЗДІЛІВ ПРОЕКТУ

5.1 Аналіз технологічного процесу проектуваного об'єкта

Проектування систем електропостачання необхідно починати з вивчення технології виробництва, що дозволить достовірніше визначити очікувані електричні навантаження і вибрати раціональну схему системи електропостачання.

У даному розділі курсового проекту студент повинний:

- коротко охарактеризувати використання основного технологічного устаткування в технологічному процесі, його взаємозв'язок у ньому, режим роботи приймачів електроенергії;
- охарактеризувати навколишнє середовище по технологічних зонах об'єкта, що проектується;
- обґрунтувати вимоги до схеми електропостачання з точки зору безперебійності живлення електроспоживачів, а також інші вимоги, які висуваються до електропостачання об'єкта, що проектується.

5.2 Розрахунок електричних навантажень

Розрахунок електричних навантажень - одна із самих трудоемких та відповідальних задач курсового проектування, за результатами рішення якої вибирають усі елементи схеми електропостачання цеху по пропускній можливості (перерізу кабелів, проводів, шино проводів, автоматів, запобіжників та інших апаратів, потужності силових трансформаторів, пристроїв компенсації реактивної потужності, визначення втрат і відхилень напруги, втрат потужності та електроенергії, тощо.

5.2.1 Розрахунок електричних навантажень силового електрообладнання

Рекомендується розрахункове навантаження силового електрообладнання будь-якого вузла цехової мережі визначати методом упорядкованих діаграм показників графіків навантаження, а розрахункове навантаження вузла з великою кількістю приймачів

електроенергії (ЕП) (цехова підстанція, цех у цілому) - методом коефіцієнта попиту (Кпа). Вибір методу розрахунку електричних навантажень визначається вихідною інформацією про ЕП за технологією і наведених у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок вибору метода розрахунку електричних навантажень

Метод розрахунку	Вихідні дані	Джерело
Упорядкованих діаграм	Номінальне навантаження за активною потужністю кожного приймача електроенергії вузла, що розраховується, кВт, і тривалість включення ТВ, %	Завдання на проектування
	Середньозважений коефіцієнт потужності $\cos \varphi$ і індивідуальний коефіцієнт використання за активною потужністю $k_{ва}$ кожного приймача електроенергії	Довідник
Коефіцієнт попиту	Номінальне навантаження за активною потужністю кожного приймача електроенергії вузла, що розраховується, чи кожної характерної технологічної групи приймачів електроенергії в цілому, кВт	Завдання на проектування
	Груповий коефіцієнт попиту за активною потужністю характерної технологічної групи приймачів електроенергії $K_{па}$ і середньозважений $\cos \varphi$	Довідник

Якщо розрахункове навантаження вузла силової розподільчої мережі визначається методом упорядкованих діаграм, то для поділу приймачів електроенергії за графіками навантаження усередині вузла, що розраховується, рекомендується застосовувати наступне правило: якщо $k_{в} \geq 0,6$ та $ТВ = 100\%$ (одночасно), то приймач електроенергії має

рівномірний (постійний) графік навантаження; при невиконанні хоча б однієї з приведених умов варто відносити приймач електроенергії до групи з нерівномірним (перемінним) графіком навантаження.

Резервні, ремонтні і працюючі в короткочасному режимі силові приймачі електроенергії (засувки, вентиля, дренажні насоси та ін.) у розрахунку електричних навантажень не враховуються. При наявності в цеху потужних приймачів електроенергії з нерівномірним графіком навантаження (прокатні стани, потужні електропечі та ін.) розрахункове навантаження по цеху визначається алгебраїчним підсумовуванням розрахункових навантажень від цих і інших приймачів електроенергії. Причому, розрахункове навантаження потужних приймачів електроенергії визначається або методом питомих витрат електроенергії на одиницю продукції, або за допомогою технологічного графіка навантаження, або методом упорядкованих діаграм.

Послідовність розрахунків силових навантажень систематизована у вигляді таблиці, розробленої ВНИПИ «Тяжпромелектропроект». До графі 1 записують найменування вузла, для якого визначаються електричні навантаження (живильна лінія, розподільна чи головна магістраль, цехова ТП, секція розподільного щита, РУ і т.д.), до наступних граф - найменування груп ПЕЕ (приймачів електроенергії) одного режиму роботи (з однаковими значеннями коефіцієнтів використання k_e і коефіцієнтів потужності $\cos\phi$), що живляться від даного вузла. Причому ПЕЕ різних груп, підключених до даного вузла, заносять до таблиці в такій послідовності:

- ПЕЕ із змінним графіком навантажень, якщо коефіцієнт використання $k_e < 0.6$ (електроприводи верстатів, зварювання);
- ПЕЕ повторно-короткочасного режиму (крани);
- ПЕЕ з практично постійним графіком навантаження, якщо $k_e \geq 0.6$ (вентилятори, насоси, транспортери і т.д.).

Приклади ПЕЕ, що належать до різних груп, і відповідні їм середні значення коефіцієнтів використання k_e і коефіцієнтів потужності $\cos\phi$, $\tan\phi$, подані в додатках.

Визначення середньої активної й реактивної потужності за найбільш завантажену зміну:

$$P_{cn} = k_{\theta} P_{вст} , \quad Q_{cn} = P_{cn} tg \varphi_{cn} , \quad (5.1)$$

де P_{cn} - середня активна потужність, кВт;

$P_{вст}$ - сумарна встановлена потужність групи електроприймачів, кВт;

Q_{cn} - середня реактивна потужність, кВАр;

$tg \varphi_{cn}$ - середнє значення коефіцієнта реактивної потужності за найбільш завантажену зміну ,

Для ПЕЕ (чи групи ПЕЕ) із тривалим режимом роботи

$$P_{вст} = P_n \text{ чи } P_{вст} = \Sigma P_n , \quad (5.2)$$

для ПЕЕ з повторно-короткочасним режимом

$$P_{вст} = P_n \sqrt{TB} , \quad (5.3)$$

за наявності в групі електроприймачів різних режимів роботи

$$P_{cn} = \Sigma p_{cn} = \Sigma (k_{\theta} P_{вст}) , \quad Q_{cn} = \Sigma (p_{cn} tg \varphi_{cn}) . \quad (5.4)$$

Визначення коефіцієнта використання та коефіцієнта потужності для групи ПЕЕ:

$$k_{\theta zp} = \Sigma (k_{\theta} P_{вст}) / \Sigma P_{вст} , \quad Cos \varphi_{zp} = Cos \varphi_{zp} P_{вст} / \Sigma P_{вст} . \quad (5.5)$$

Визначення ефективного числа електроприймачів n_{ef}

$$n_{ef} = \{ \Sigma P_n \}^2 / \Sigma P_n^2 , \quad (5.6)$$

Спрощені способи визначення n_{ef} , викладені в (додатках).

Якщо n_{ef} більше дійсного числа електроприймачів n , беремо $n_{ef} = n$.

Ефективне число електроприймачів визначається для груп електроприймачів з коефіцієнтами використання $K_e < 0,6$.

Визначення коефіцієнта максимуму активної потужності K_M за довідковими таблицями

$$\kappa_M = f(k_{e_p}, n_{ef}). \quad (5.7)$$

Визначення розрахункової активної потужності силового обладнання P_p^{co}

$$P_p^{co} = \kappa_M P_{cn}. \quad (5.8)$$

Визначення реактивного розрахункового навантаження силового обладнання Q_p :

$$\begin{aligned} Q_p^{co} &= Q_{cn}, \text{ якщо } n_{ef} \geq 10, \\ Q_p^{co} &= 1.1 Q_{cn}, \text{ якщо } n_{ef} < 10. \end{aligned} \quad (5.9)$$

Визначення повної розрахункової потужності S_p і розрахункового струму I_p :

$$S_p = \sqrt{P_p^{co2} + Q_p^{co2}}, \quad I_p = S_p / \sqrt{3} U_n. \quad (5.10)$$

Силові однофазні приймачі електроенергії, включені у мережу на фазні і лінійні напруги і розподілені по фазах з нерівномірністю не більш 15% щодо сумарної потужності трифазних і рівномірно розподілених однофазних приймачів електроенергії, враховуються в розрахунках як трифазні приймачі електроенергії тієї ж сумарної потужності. При перевищенні зазначеної нерівномірності розрахункове навантаження від однофазних приймачів електроенергії приймається рівним триразовому значенню навантаження найбільш завантаженої фази відповідно до методики розрахунку і додатку.

Силові приймачі електроенергії з випереджуючим струмом (статичні конденсатори, синхронні двигуни в режимі перезбудження) враховуються в розрахунку електричних навантажень за реактивною потужністю зі знаком "-". Розрахункові навантаження на високій стороні трансформатора визначають алгебраїчним підсумовуванням розрахункового навантаження на низькій його стороні і втрат потужності в ньому.

5.2.2 Світлотехнічний розрахунок

Світлотехнічні розрахунки є основою при проектуванні освітлювальних установок. Основним завданням розрахунку є визначення величини необхідного світлового потоку світильників для забезпечення нормованого значення мінімальної освітленості робочої площини. За величиною цього потоку у довідкових таблицях знаходять найбільш близькі значення потужності стандартних ламп потрібного типу.

На практиці для розрахунків штучного освітлення використовують:

- по коефіцієнту використання світлового потоку;
- метод питомої потужності (найменш точний метод, який застосовують в найпростіших випадках).

Метод коефіцієнта використання світлового потоку є основним при розрахунку загального рівномірного освітлення горизонтальних поверхонь з урахуванням відбитих від стелі і стін світлових потоків.

Метод коефіцієнта використання світлового потоку дозволяє визначити потужність електричних ламп, які використовуються у складі визначених світильників, якщо задана їх кількість. Також метод дає можливість вирішити зворотню задачу – визначити кількість ламп, якщо завчасно відома їх потужність.

Для проведення розрахунків використовують таку залежність:

$$\Phi_{роз} = \frac{E_n \cdot \kappa_z \cdot S \cdot z}{N_{св} \cdot \eta} \quad (5.11)$$

де $\Phi_{роз}$ – розрахункове значення світлового потоку однієї лампи в кожному світильнику, лм;

E_n – нормоване значення освітленості, лк;

κ_z – коефіцієнт запасу;

S – площа освітлюваної поверхні, м^2 ;

z – коефіцієнт нерівномірності освітленості;

$N_{\text{св}}$ – загальна кількість світильників;

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

Для виконання світлотехнічного розрахунку використовуються довідкові матеріали з додатку А.

Етапи розрахунку.

- Рівень нормованої освітленості E_n визначають у відповідності до вимог Державних будівельних норм України «ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення» (Додаток А). При цьому враховується вимога, що при виконанні в приміщеннях робіт I-III, IVa, IVб, IVв, Va розрядів слід застосовувати систему комбінованого освітлення. Передбачати використання системи загального освітлення допускається при технічній неможливості або недоцільності влаштування місцевого освітлення при узгодженні з органами державного санітарного нагляду.

- Висоту розміщення світильників над робочою поверхнею (рис. 5.1) знаходять з формули

$$h = H - h_c - h_p \quad (5.12)$$

де H – висота приміщення, м;

h_c – відстань від світильника до перекриття (стелі приміщення), м (приймається $h_c = 0,3$ м для ЛН, $h_c = 0,2$ м для ЛЛ, $h_c = 0,7$ м для ДРЛ и ДРИ)

h_p – висота робочої поверхні над підлогою, м (висота умовної робочої поверхні приймається 0,8 м).

- Вибір джерел світла визначається їх характеристиками та вимогами до освітлення. В першу чергу слід застосовувати газорозрядні лампи низького тиску (трубчатої форми і тліючим розрядом) та високого тиску (з дуговим розрядом) як найбільш економічні. Однак, в деяких випадках, застосування газорозрядних ламп неможливе, якщо, наприклад, живлення освітлювальної установки здійснюється постійним струмом, або при умові зниження напруги живлення більш як на 10 % від номінального. Необхідність швидкого включення ламп після короткочасного зникнення напруги

не дозволяє застосовувати лампи високого тиску (типу ДРЛ та ДРИ). При температурі нижче $+5^{\circ}\text{C}$ освітлення розрядними лампами низького тиску теж може виявитися неефективним.

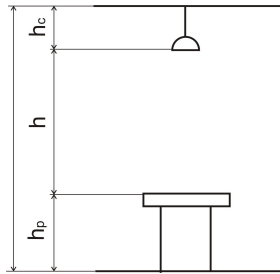


Рисунок 5.1- Схема розміщення світильників над робочою поверхнею

Якщо при виконанні виробничого процесу немає жорстких вимог до розрізнення відтінків кольорів, то лампи вибирають за техніко-економічними показниками.

В цілому, лампи розжарювання (ЛР) використовують в тих випадках, коли застосування люмінесцентних ламп технічно неможливе, або коли для даних умов середовища промисловість випускає лише світильники з лампами розжарювання (наприклад, для освітлення вибухонебезпечних приміщень газової або нафтоперегонної промисловості).

Таким чином, виходячи з вимог енергозбереження, лампи розжарювання доцільно використовувати для загального освітлення виробничих приміщень лише в тих випадках, коли рівень нормованої освітленості не перевищує 75 лк. При цьому раціональна висота розміщення світильників (з лампами розжарювання) над рівнем робочої поверхні складає 2,5-4,0 м.

Люмінесцентні лампи низького тиску в складі світильників систем загального освітлення застосовують при висоті розміщення джерел світла над рівнем робочої поверхні від 2,5 до 6 м.

Газорозрядні лампи високого тиску (типу ДРЛ, ДРИ) в системі загального освітлення застосовують при відповідних висотах 6-20 і більше метрів.

Вибір типу світильників для обраних ламп проводиться з урахуванням характеристики приміщення за ПУЕ і класу освітлювального приміщення по вибухопожежонебезпеці (у додатках). При цьому в залежності від висоти підвісу світильників і спроможності стелі і стін приміщення відбивати світловий потік, обирають відповідний клас світильників по світлорозподілу. Наприклад, при висоті розміщення світильників з лампами ДРЛ, ДРИ, більший за 20 м обирають клас світильника П (прямого світла) з типом кривої сили світла (КСС) – К (концентрована).

КСС - це графічне зображення розподілу світлового потоку світильника в просторі, яке представляється у вигляді графіка.

При проведенні розрахунків необхідно уточнити більш детально тип кривої сили світла для конкретних світильників, які будуть використовуватись в складі системи освітлення, шляхом порівняння паспортних кривих сили світла цих світильників з деталізованими типовими КСС світильників (див. Додаток А).

- Розрахунок необхідної кількості світильників.

При загальному рівномірному освітленні світильники з лампами розжарювання і дуговими ртутними лампами рекомендується розташовувати у вершинах квадратних, прямокутних (з відношенням більшої сторони прямокутника до меншої не більше 1,5) або ромбічних (з гострим кутом ромба більше 60°) полів. Для розміщення світильників повинні бути відомі такі розміри (рис. 5.2):

А – довжина приміщення, м;

В – ширина приміщення, м;

L – відстань між сусідніми рядами світильників чи світильниками в ряду, м;

Відстань між світильниками $L = \lambda \cdot h$

Найвигодніше значення L/h , яке забезпечує найбільшу рівномірність розподілу освітленості і максимальну енергетичну ефективність світильників для кожного типу КСС наведено у табл. А 4.

У виробничих приміщеннях з низькими коефіцієнтами відображення стін, потолків цілеспрямоване застосування світильників прямого світла класу П з світлорозподілом типу К (концентрованої) або Г (глибока) при високих стелях (більше 6-8 м), з

меншою висотою прольотів - з світлорозподілом типу Д (косінусная), рідше Г.

l – відстань від крайніх світильників чи рядів світильників до стіни, м.

Приймається, що $l \leq (0,25-0,3)L$ за умови наявності поблизу стін робочих місць і $l \leq 0,5L$ – якщо робочі місця біля стін не передбачаються.

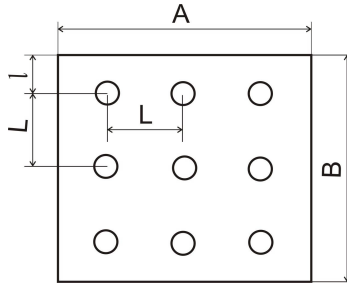


Рисунок 5.2- Схема розміщення світильників

Кількість рядів світильників визначають за формулою

$$R = \frac{B - 2l}{L} + 1, \quad (5.13)$$

а число світильників в ряду за співвідношенням

$$N_R = \frac{A - 2l}{L} + 1. \quad (5.14)$$

Загальну кількість світильників визначають за формулою

$$N_{cv} = R \cdot N_R \quad (5.15)$$

- Чисельне значення індексу приміщення визначають із співвідношення

$$i_n = \frac{A \cdot B}{h(A + B)}, \quad (5.16)$$

де A ; B відповідно довжина і ширина приміщення, м ;

h – висота розміщення світильників над робочою поверхнею, м

- Величини коефіцієнтів відбиття світлового потоку від поверхонь стелі і стін визначають в таблиці з додатку А.

- Значення коефіцієнта використання світлового потоку η (відношення світлового потоку, падаючого на розрахункову поверхню, до світлового потоку джерела світла) приймається по табл. А.11 та А.12 в залежності від типу кривої сили світла обраних світильників, значень коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення: перекриття (стелі) – ρ_n , стін – ρ_c , $\rho_{\text{підл.}}$ та чисельного значення індекса приміщення – i_n .

- Чисельне значення коефіцієнта запасу K_z , з метою врахування зниження рівня освітленості з часом через старіння і забруднення ламп, світильників і поверхонь приміщення, приймається в залежності від виробничих умов .

Коефіцієнт нерівномірності освітленості $Z_{\text{---}}$ (визначається відношенням середньої освітленості до мінімальної) в значній мірі залежить від величини співвідношення L/h (L – відстань між світильниками, м; h – висота від робочої поверхні до світильника, м). Якщо це співвідношення знаходиться в межах рекомендованих значень, то приймають:

$Z = 1,15$ – для ламп розжарювання і газорозрядних ламп високого тиску типу ДРЛ, ДРИ;

$Z = 1,1$ – для люмінесцентних ламп низького тиску.

- Розрахункове значення світлового потоку однієї лампи (типу ЛР, ДРЛ, ДРИ) в кожному світильнику визначається за формулою (5.11).

- За відповідною таблицею з додатку А вибирається стандартна лампа з близьким за величиною світловим потоком..

– Розраховують фактичну освітленість:

$$E_{\text{факт}} = E_n \cdot \frac{\Phi_{\text{см}}}{\Phi_{\text{розр}}} \cdot 100\% \quad (5.17)$$

– Визначають відхилення фактичного значення світлового потоку від нормативного:

$$\Delta E = \frac{E_{\text{факт}} - E_n}{E_n} \cdot 100\% \quad (5.18)$$

Якщо фактична освітленість відрізняється більш, ніж на -10 % або +20 % від нормативної, то вибирають лампу з відповідно більшим або меншим значенням світлового потоку, підставляють це значення в розрахунковий вираз (5.11) і уточнюють необхідну кількість світильників.

Встановлена потужність освітлення приміщення:

$$P_{\text{уст}} = N_{\text{св}} \cdot P_{\text{ном.св}}, \quad (5.19)$$

де $P_{\text{ном.св}}$ - номінальна потужність лампи у світильнику, Вт.

Метод питомої потужності вважається найбільш простим, однак і найменш точним, тому його застосовують лише при наближених розрахунках. Метод питомої потужності використовується для розрахунку освітленості службово-побутових приміщень та електроприміщень.

Установлена потужність освітлення для службово-побутового приміщення,

$$P_{\text{уст}} = P_{\text{уд}} \cdot S, \quad (5.20)$$

де $P_{\text{уд}}$ - питома потужність освітлення для данного типу приміщення, Вт/м²;

S - площа підлоги, м².

Питома потужність освітлення $P_{\text{уд.станд}} = 7,8$ Вт/м² для нормованої освітленості $E_{\text{норм}} = 100$ Лк. При нормованої освітленості 200 лк.

Питома потужність $P_{\text{уд.станд}} = 2 \times 7,8$ Вт/м².

Кількість світильників

$$n_{\text{св}} = \frac{P_{\text{уст.св}}}{n_{\text{л}} \cdot P_{\text{лампи}}}, \quad (5.21)$$

де $P_{\text{лампи}}$ - потужність лампи у світильнику, Вт;

n_d - кількість ламп у світильнику.

5.2.3 Розрахунок навантаження освітлювальної мережі

Розрахункове навантаження освітлювальної мережі цеху визначається методом коефіцієнта попиту (з урахуванням втрат потужності в пускорегулюючих апаратах, якщо як джерела світла обрані газорозрядні лампи).

Розрахункова потужність електричного освітлення цеху

$$P_{\text{цеха}}^o = K_c \cdot K_{\text{пра}} \cdot P_{\text{уст}} \quad (5.19)$$

$$Q_{\text{рцеха}}^o = P_{\text{рцеха}} \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (5.20)$$

K_c - коефіцієнт попиту, згідно [3] для приміщень цеху $K_c = 0,9$, для службово-побутових приміщень $K_c = 0,85$;

$K_{\text{пра}}$ - коефіцієнт втрат потужності в ПРА,

$\operatorname{tg} \varphi$ - коефіцієнт реактивної потужності

Втрати потужності в пускорегулюючих апаратах (ПРА) газорозрядних ламп : для газорозрядних ламп високого тиску (ДРЛ, ДРІ) – 10%; $K_{\text{пра}} = 1,1$, для люмінесцентних ламп (ЛЛ), що включаються за стартерними схемами - 20%; $K_{\text{пра}} = 1,2$, для таких самих ламп, що включаються за безстартерними схемами - 30%.

При визначенні $Q_{\text{рцеха}}^o$ коефіцієнт потужності для газорозрядних ламп $\cos \varphi$, що нормується і залежить від конструктивних особливостей світильника.

$\cos \varphi = 0,95$ - для люмінесцентних ламп із компенсацією або для двох лампового світильника; $\cos \varphi = 0,85$ - для ламп ДРЛ, ДРІ.

Величина $\operatorname{tg} \varphi$ обчислюється за $\cos \varphi$.

Розрахункова потужність електричного освітлення службово-побутових приміщень:

$$P_{p.cл.поб}^o = \kappa_c \cdot \kappa_{пра} \cdot P_{уст} , \quad (5.21)$$

$$Q_{p.cл.поб}^o = P_{p.cл.поб}^o \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (5.22)$$

де $P_{цеха}^o, P_{p.cл.поб}^o$ - розрахункова активна потужність освітлення цеху та службовопобутових приміщень, кВт;

$Q_{рцеха}^o, Q_{p.cл.поб}^o$ - розрахункова реактивна потужність освітлення цеху та службовопобутових приміщень, кВт;

κ_c - коефіцієнт попиту освітлювального навантаження ;

Розрахункова потужність освітлення цеху та службовопобутових приміщень:

$$P_p^o = P_{p.cл.поб}^o + P_{p.цеха}^o , \quad (5.23)$$

$$Q_p^o = Q_{p.cл.поб}^o + Q_{p.цеха}^o . \quad (5.24)$$

5.2.4 Розрахунок сумарного навантаження цеху

Повне розрахункове навантаження на трансформатор чи підстанцію цеху в цілому, від яких живляться силова й освітлювальна мережі, визначається алгебраїчним підсумовуванням розрахункових навантажень цих мереж.

Повна розрахункова потужність цеху (на шинах 0.4 кв ТП) $S_{p\Sigma}$, кВА:

$$S_{p\Sigma} = \sqrt{P_{p\Sigma}^2 + Q_{p\Sigma}^2} , P_{p\Sigma} = P_p^{co} + P_p^o , Q_{p\Sigma} = Q_p^{co} + Q_p^o , \quad (5.24)$$

де $P_{p\Sigma}$ - сумарна активна розрахункова потужність цеху, кВт;

$Q_{p\Sigma}$ - сумарна реактивна розрахункова потужність цеху, кВАр.

P_p^{co}, P_p^o - активна розрахункова потужність силового обладнання та освітлення цеху, кВт;

$Q_p^{co} + Q_p^o$ - реактивна розрахункова потужність силового обладнання та освітлення , кВАр;

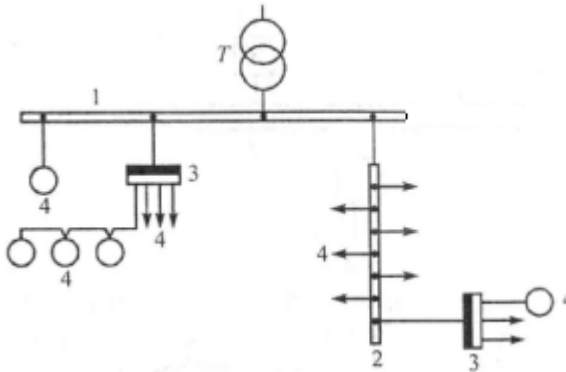
5.3 Формування схеми силової електричної мережі до 1 кВ

У цехові силові електричні мережі закладається величезна кількість провідникового матеріалу електричної апаратури, тому вибір схеми живлення визначає не лише якість та особливість роботи ЕО, але й техніко-економічні показники (ТЕП) усієї СЕП.

Цехові силові електричні мережі можуть бути виконані за радіальною, магістральною або змішаною схемами. Крім того, за кордоном застосовується схема замкнутої сітки. Кожна з них відрізняється за ступенем надійності й ТЕП, має свої переваги та недоліки.

Лінії цехової силової мережі, які відходять від шин НН ЦТП або шинопроводу магістрального алюмінієвого (ШМА) о СРШ, СРП або до ШРА, утворюють живильну мережу, а лінії, які підводять електроенергію безпосередньо до ЕП, — розподільну.

Для живильної мережі застосовують радіальні, магістральні та змішані схеми. Розподільну мережу, як правило, виконують радіальною, рідше — магістральною.



1- розподільний пристрій НН ЦТП; 2 – магістральні; 3 – силовий розподільний шаф; 4 - електроприймач

Рисунок 5.3 – Приклад змішаної схеми.

Звичайно цехова силова електрична мережа виконується за змішаною схемою. Змішана схема (рисунок 5.3) поєднує в собі елементи магістральної й радіальної — частина ЕП 4 одержує живлення від магістралей 2 (ШРА), частина — від СРШ 3. Таке

сполучення дозволяє більш повно використовувати переваги обох схем в умовах реального розміщення ЕП 4 на площі цеху.

За будь-яких схем живлення слід так розміщувати ПРЄ, щоб звести до мінімуму довжину живильної і розподільної мереж, зворотні (стосовно напрямку від ДЖ) потоки електрон енергії.

5.3.1 Конструктивне виконання живильної мережі

Конструктивно цехова живильна мережа виконується кабелями, шинопроводами, модульними проводками й рідше проводами.

У радіальних мережах при прокладанні кабелів у середині цехів застосовуються броньовані й найчастіше неброньовані без зовнішнього джутово-бітумного (через пожежонебезпеку) кабелів марок АВВГ, АВРГ, АНРГ (чотирижильні для мереж з глухозаземленою нейтраллю або трижильні для мереж з ізольованою нейтраллю).

Кабельні лінії виконують так, щоб у процесі монтажу й експлуатації в кабелях не виникали небезпечні механічні напруги та пошкодження. Для цього усі кабелі укладають із запасом за жовжиною, який достатній для компенсації теплових деформацій як для самого кабелю при коливаннях струмового навантаження й температури навколишнього середовища, так і конструкцій, на яких кабель прокладений.

Спосіб прокладання кабелів вибирають залежно від їхньої кількості, наявності вибухонебезпечних газів, які важчі за повітря, та ін. Рекомендується застосовувати відкрите прокладання кабелів. Бажано, щоб траса кабелів була прямолінійною та віддаленою від різних трубопроводів.

Прокладання кабелів усередині цехів промислових підприємств їх розташовують на стінах, колонах, фермах, перекриттях, лотках, у трубах, коробах і спеціальних кабельних каналах, блоках, тунелях.

Прокладання кабелів на стінах і перекриттях виконують за допомогою скоб. При прокладенні кількох кабелів потрібно застосовувати підвісні конструкції, які значно полегшують монтаж (наприклад лотки, полиці).

Електропроводки в трубах і коробах є надійним, але найбільш трудомісткими й дорогими. Тому рекомендується уникати прокладення кабелів в трубах і коробах. За відсутності такої можливості (через стиснуті габарити деяких ділянок траси, необхідність захисту від механічних пошкоджень та ін.) слід широко застосовувати комбіноване прокладення кабелів у трубах на одних ділянках траси й відкрите — на інших.

У разі невеликої кількості кабелів, коли споруджувати кабельні канали недоцільно або неможливо, доводиться прокладати кабелі в борознах підлоги в сталевих трубах або під швелером чи сталеним куточком, що погіршує умови охолодження й вимагає зниження навантажень на кабелі. Таке прокладання кабелю рекомендується лише в тих випадках, коли інші способи неможливі.

Магістральні мережі конструктивно виконуються у вигляді магістралей з шинопроводів, кабелями і проводами в трубах.

В електричних мережах напругою до 1 кВ здебільшого застосовують закриті шинопроводи, які виготовляють на електротехнічних підприємствах та називають комплектними. Вони поставляються окремими збірними секціями, які складаються з трьох або чотирьох шин з ізоляторами в оболонці та комутаційних апаратів.

У магістральних мережах на струми 100 А і більше застосовується різні типи комплектних шинопроводів. Призначення та сфери використання шинопроводів наведені в таблицях у додатку.

Шинопроводи типу ШМА призначенні для ивильної мережі в схемі БТМ. Основні технічні характеристики цих шинопроводів наведені в таблицях у додатку. Шинопроводи випускаються секціями різної конфігурації (прямими з довжиною 0,75; 1,5; 3; 4,5 і 6 м, кутовими, трійниковими, вивідними та ін.). Відгалуження від ШМА виконується глухими або з автоматичними повітряними вимикачами (автоматами), які встановлені у відгалжувальній коробці. Магістральні шинопроводи звичайно кріплять на висоті 3-4 м над підлогою приміщення на кронштейнах чи спеціальних стійках. Це забезпечує невелику довжину спусків до ШРА, СРШ і потужних ЕП.

Розподільні шинопроводи типу ШРА також випускаються секціями різної конфігурації. Для штепсельного приєднання відгалжувальних коробок на бічних сторонах прямих секцій шинопроводу довжиною 3 м виконані вікна (у шинопроводі типу ШРА73 два чи чотири на секцію). Відгалжувальні коробки комплектуються

рубильниками, запобіжниками або автоматами, чим забезпечується приєднання окремих ЕП або їх груп зі струмом до 250 А. Для штепсельного приєднання відгалужувальних коробок на секціях шинопроводу передбачені вікна зі шторками, що закриваються автоматично. Це гарантує безпечне приєднання коробок до шинопроводу, який перебуває під напругою в процесі експлуатації. При відкриванні кришки коробки живлення ЕП припиняється. Основні параметри розподільних шинопроводів наведені в таблицях у додатку.

Кріплення розподільних шинопроводів типу ШРА здійснюється кронштейнами до стін і колон, тросами до ферм будівель і на стійках на висоті 1,5 м і вище над підлогою. Лінії від штепсельних коробок до ЕП виконуються ізольованими проводами в трубах, коробах та металорукавах, а також шланговими кабелями на тросі.

Висота прокладання ШМА та ШРА, відстань між кріпленнями наводиться в таблицях у додатку.

Приєднання ШРА до ШМА здійснюється кабельної перемичкою, яка з'єднує ввідну коробку ШРА з відгалужувальною коробкою секції ШМА. Ввідна коробка ШРА встановлена на кінці секції або в місці з'єднання двох секцій.

5.3.2 Конструктивне виконання розподільної мережі

Конструктивно розподільну мережу в основному виконують проводами відкрито на ізолюючих опорах, у трубах (металевих або пластмасових) і (або) кабелем.

При прокладанні проводів у середині цехів здебільшого застосовуються одножильні ізольовані проводи марок АПВ, АПРТО (рідше ПВ, ПРТО).

У цеховій трифазній мережі напругою 0,38/220 кВ (чотирипровідній мережі з глухозаземленою нейтраллю) застосовується захисне занулення. Необхідний нульовий провідник одночасно виконує функцію робочого нульового провідника для живлення однофазних ЕП і функцію нульового захисного провідника, тому для трифазних ЕП проводка в металевих трубах повинна мати три проводи (четвертим є труба), у пластмасових трубах — чотири проводи, а кабель повинен бути чотирижильним.

Відкрите прокладання ізолюваних проводів допускається в усіх приміщеннях, за винятком приміщень з вибухонебезпечним середовищем.

Прокладання ізолюваних проводів у звичайних сталевих водогазопровідних трубах допускається лише у вибухонебезпечних зонах. Легкі водогазопровідні труби можна застосувати в усіх середовищах і зовнішніх установках, але рекомендуються в приміщеннях вогких, особливо вогких, з хімічно активним середовищем.

Застосування пластмасових труб із вініласту, поліетилену та поліпропілену дозволяє економити сталеві труби, знизити трудомісткість трубних електропроводок. Вініластові труби є жорсткими й застосовуються для схованих і відкритих прокладок у всіх середовищах, крім вибухонебезпечних і пожежонебезпечних. Застосування поліетиленових і поліпропіленових труб заборонене у вибухонебезпечних і пожежонебезпечних приміщеннях і рекомендоване для схованої прокладки в сухих, вогких, курних, з хімічно активним середовищем приміщеннях.

Трубні проводки звичайно виконують у підлозі перед заливанням його бетоном. Максимально можливий переріз проводів, що затягується в трубу, залежить від діаметра труби, її довжини і кількості вигинів, тому лінії роблять можливо короткими .

5.4 Визначення кількості, потужності і типу силових трансформаторів з урахуванням компенсації реактивної потужності

При визначенні кількості, потужності й типу трансформаторів цехових ТП варто врахувати: категорію надійності електропостачання ПЕЕ; компенсацію реактивної потужності на напрузі до 1 кв; перевантажувальну здатність трансформаторів у нормальному й аварійному режимах; кроку стандартних потужностей; економічність режимів роботи трансформаторів у залежності від графіка навантаження.

Однотрансформаторні підстанції рекомендується застосовувати за наявності в цеху в основному споживачів 3-ї категорій і припустимі для споживачів 2-ї категорій (якщо припустимий переривши електропостачання на час заміни трансформатора).

Двотрансформаторні підстанції рекомендується застосовувати в наступних випадках:

- якщо переважають споживачі 1-ї категорії;
- при живленні від цехової ТП об'єктів загальнозаводського призначення (компресорних і насосних станцій);
- для цехів з високою питомою щільністю навантажень (вище $0.5-0.7 \text{кВА/м}^2$).

Іноді виявляється доцільним застосування двохтрансформаторної підстанції при нерівномірному добовому чи річному графіку навантажень. У цьому випадку можна змінювати приєднану потужність трансформаторів, використовуючи їх для більш раціонального режиму роботи.

Цехові ТП із кількістю трансформаторів більш двох використовуються тільки за умови належного обґрунтування.

Цехові трансформатори мають наступні номінальні потужності: 100, 160, 250, 400, 630, 1000, 1600, 2500 кВт (ДСТУ 14209-97).

Номінальну потужність трансформатора $S_{нпр}$ без урахування компенсації реактивної потужності вибирають з умови

$$S_{нпр} \geq \frac{S_{p\Sigma}}{N_m K_3}, \quad (5.25)$$

де K_3 - коефіцієнт завантаження трансформатора;

N_{mp} - кількість трансформаторів на ТП;

$S_{p\Sigma}$ - повна розрахункова потужність цеху, кВА.

Рекомендується брати наступні коефіцієнти завантаження трансформаторів:

- якщо переважають навантаження 1-ї категорії для двох трансформаторної ТП, приймають $K_3=0.65-0.7$;
- якщо переважають навантаження 2-ї категорії для однострансформаторних ТП у випадку взаємного резервування трансформаторів на нижчій напрузі, приймають $K_3=0.7-0.8$;
- якщо переважають навантаження 2-ї категорії і наявний централізований (складський) резерв трансформаторів, а також при навантаженнях 3-ї категорії, приймають $K_3=0.9-0.95$.

У перших двох випадках значення коефіцієнтів завантаження трансформаторів визначені з умови їхнього взаємного резервування в аварійному режимі з урахуванням припустимого перевантаження трансформатора, що залишився в роботі.

Потужність трансформаторів цехових ТП може бути знижена при компенсації реактивної потужності на боці нижчої напруги.

Визначимо потужність конденсаторної установки за критерієм зниження потужності цехових трансформаторів [5]. Необхідна потужність трансформатора $S_{n_{mp}}$ для живлення заданого максимального активного навантаження цеху $P_{p\Sigma}$ повинна відповідати умові

$$S_{n_{mp}} \geq \frac{P_{p\Sigma}}{N_m K_3}, \quad (5.26)$$

де K_3 - коефіцієнт завантаження трансформатора;

N_{mp} - кількість трансформаторів на ТП;

$P_{p\Sigma}$ - активна розрахункова потужність цеху, кВА.

Потужність трансформатора вибираємо зі стандартного ряду. Якщо номінальна потужність трансформатора, вибраного за умовою (5.1) знизилася порівняно з номінальною потужністю трансформатора, вибраного за умовою (5.2), установлення компенсаційних пристроїв на стороні 0.4 кв доцільна.

Виходячи з прийнятої потужності трансформатора, за виразом (5.3) визначимо реактивну потужність Q_{mp} , яку можна передати через трансформатор.

$$Q_{mp} = \sqrt{(N_m K_3 S_{ном.т})^2 - P_{p\Sigma}^2} \quad (5.27)$$

Визначаємо реактивні втрати в трансформаторі:

$$\Delta Q_{mp} = \frac{I_\kappa \cdot S_{ном.т}}{100} + K_3^2 \cdot \frac{U_\kappa \cdot S_{ном.т}}{100} \quad (5.28)$$

Потужність конденсаторної установки напругою до 1000 В, що визначають за формулою:

$$Q_{\kappa.н} = Q_{p\Sigma} - Q_{mp} + \Delta Q_{mp} \quad (5.29)$$

Потужність конденсаторної установки напругою 380 В вибирають зі стандартного ряду, що наведені в таблицях у додатку.

Конденсаторні установки можуть бути встановлені як на ТП, так і в окремих потужних ПЕЕ.

Найбільш простою і надійною схемою підключення однотрансформаторної підстанції потужністю до ГПС чи ГРП підприємства є підключення за радіальною схемою, з вимикачем на боці ВН.

Двотрансформаторна підстанція має дві секції збірних шин, секційний вимикач, який у нормальному режимі відключений, і кожна секція шин живиться від свого вводу. При аварійному відключенні одного з вводів за допомогою пристрою АВР вмикається секційний вимикач і електропостачання ТП переводиться на один ввід.

Остаточню обирати кількість і потужність трансформаторів цехових трансформаторних підстанцій слід альтернативно на основі техніко-економічних розрахунків, з урахуванням рішень з вибору потужності і місця установки компенсуючих пристроїв.

Прийняті до розгляду потужності силових трансформаторів повинні бути перевірені за коефіцієнтом завантаження в нормальному тривалому режимі роботи з урахуванням коефіцієнтів завантаження змін і припустимого перевантаження в післяаварійному режимі (або більш важкому).

5.4.1 Техніко-економічні розрахунки

Основні задачі електропостачання проектуємого об'єкта найчастіше багатоваріантні з погляду економічної доцільності, тому необхідно як можна ширше застосовувати цей принцип у курсовому проектуванні. Згідно [6] вибір економічно доцільного варіанта проекту силового й освітлювального електроустаткування варто робити за мінімумом річних зведених витрат, керуючись інструкцією

з визначення економічної ефективності капітальних вкладень у будівництві і вказівками з техніко-економічних розрахунків електропостачання промислових підприємств [14].

Порівнювані варіанти схеми електропостачання і варіанти параметрів схеми за технічним рівнем, надійністю і зручністю експлуатації повинні задовольняти вимогам, пропонованим до даного об'єкта (виконання правил улаштування електроустановок, баланс реактивної потужності, забезпечення запуску і самозапуску електродвигунів, якість напруги та ін.). Задача вибору кращого варіанта полягає у визначенні економічної ефективності капіталовкладень за рахунок зниження втрат електроенергії в елементах проєктованої системи електропостачання за умови одержання високої надійності. Річні зведені витрати, як економічна оцінка розглянутого варіанта проєктного рішення, визначаються за формулою:

$$B = E_n \cdot K + E + Z, \quad (5.30)$$

де E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень при капітальному будівництві; $E_n = 0,12$

K - одноразові капітальні вкладення, тис. грн.

Щорічні поточні витрати виробництва при нормальній експлуатації:

$$E = E_a \cdot K + E_o \cdot K + E_e \quad (5.31)$$

E_a , E_o - коефіцієнти відрахувань на амортизацію і обслуговування (приймаються за [15]);

E_e - вартість втрат електроенергії, тис.грн./рік;

Z - річні збитки від аварійної перерви роботи системи електропостачання, обумовлені рівнем надійності розглянутого варіанта, тис. грн/рік.

Капіталовкладення K визначають за елементами системи електропостачання, котрі відрізняються у порівняльному варіанті, з урахуванням вартості монтажу і будівельної частини. Значення K приймають за укрупненими показниками вартості [16] і преїскурантами на окремі види устаткування при відсутності таких

показників. Вартість втрат E_e визначають за діючими тарифами на електроенергію.

Збитки Z оцінюються тільки за умови розбіжності імовірностей виходу з ладу системи електропостачання в порівнюваних варіантах, у протилежному випадку вони не визначаються і не враховуються в річних зведених витратах. Збитки розраховують за формулою:

$$Z = Z_0 \cdot W_a \cdot q_{\text{сист}} \quad (5.32)$$

де Z_0 - питомий збиток від недоодержання 1 кВт*год електроенергії, грн./кВт*год. Визначається згідно [5];

W_a - річний обсяг активної електроенергії, необхідний для ведення виробничого процесу в даному об'єкті, кВт*год;

$q_{\text{сист}}$ - імовірність виходу з ладу системи електропостачання через аварію в ній.

Імовірність $q_{\text{сист}}$ визначається на підставі статистичних даних за параметрами потоку відмовлень елементів $\lambda_{\text{ав}}$, що ввійшли в розрахункову схему оцінки [3], і часу відновлення T_e цих елементів

У залежності від виду розрахункової схеми визначають $q_{\text{сист}}$.

Розрахунок імовірності перерви електропостачання системи для першого варіанту для однотрансформаторної КТП:

$$q^I_{\Sigma \text{ сист}} = q_{\text{КРУ}} + q_{\text{КЛ}} + q_T + q_{\text{ав.в}} \quad (5.33)$$

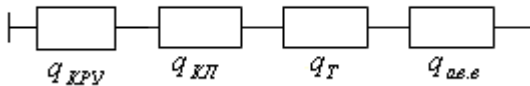


Рисунок 5.4- Схема заміщення для визначення імовірності від перерви електропостачання для першого варіанту (однотрансформаторна КТП)

Розрахунок імовірності перерви електропостачання системи для другого варіанту для двотрансформаторної КТП з запобіжником та вимикачем навантаження:

$$q''_{\Sigma \text{ сист}} = q_{\text{КРУ}} + q_{\text{КЛ}} + (q_T + 2q_{\text{ав.с}}) \cdot (q_T + q_{\text{ав.с}}) \quad (5.34)$$

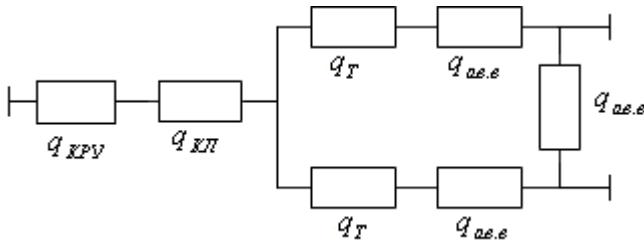


Рисунок 5.5- Схема заміщення для визначення імовірності від перерви електропостачання для другого варіанту (двотрансформаторна КТП з вимикачами навантаження та запобіжниками на боці ВН)

5.4.2 Вибір місця установки цехових трансформаторних підстанцій та їхнього конструктивного виконання

Розміщення цехових підстанцій на плані цеху залежить від розташування технологічного обладнання, конфігурації виробничих приміщень, умов навколишнього середовища, пожежної й електричної безпеки, а також виробничих, архітектурно-будівельних і експлуатаційних вимог.

Найбільш оптимальний варіант розміщення цехових трансформаторних підстанцій - це максимальне наближення до центра груп споживачів, які живляться ними, що дозволяє значно скоротити довжину живильної низьковольтних мереж, знизити втрати електроенергії і відхилення напруги.

Для визначення розрахункових координат центра електричних навантажень як груп споживачів (ділянка, проліт, поверх та ін.), так і в цілому по цеху, варто керуватися рекомендаціями [3-4, 6].

Отримані розрахункові координати розташування підстанцій необхідно скорегувати з урахуванням конкретних умов виробництва, а також місць підключення до живильних ліній відносно джерела живлення напругою вище 1 кВ. У випадку можливих альтернативних рішень остаточний вибір місця розташування підстанцій

рекомендується визначати з урахуванням приведених витрат на каналізацію електроенергії від джерела живлення до споживача.

В усіх випадках, коли цьому не перешкоджають умови середовища й обслуговування, усередині цехів повинні застосовуватися комплектні трансформаторні підстанції, установлені відкрито. Технічні дані комплектних трансформаторних підстанцій, їхнє компонування приймати за діючими каталогами Інформелектро.

Внутрішньоцехові підстанції рекомендується розташовувати в кроці колон і біля постійно закритих внутрішньоцехових приміщень з таким розрахунком, щоб по можливості не займати площ, що обслуговуються кранами. У гарячих, запиленних цехах, а також у цехах з хімічно активним середовищем підстанції варто встановлювати в спеціально відведених приміщеннях відповідно до вимог [1, 15-16].

У випадку неможливості відкритої установки трансформаторних підстанцій останні виконуються із закритою установкою трансформаторів, прибудованими до глухої стіни цеху або вбудованими у цех.

При наявності в цеху електроприймачів напругою вище 1 кВ може виявитися доцільним розміщення в цеху розподільчого пункту чи розподільного пристрою без перетворення електроенергії. У цьому випадку рекомендується розташування розподільчого пункту (розподільного пристрою) разом з найближчою трансформаторною підстанцією, якщо це не викликає значного зсуву останньої з центру електричних навантажень.

При проектуванні, як правило, варто застосовувати комплектні підстанції і комплектні розподільні пристрої напругою до 1 кВ і вище, виготовлені як на заводах електротехнічної промисловості, так і на виробничих підприємствах електромонтажних організацій.

5.5 Розрахунок електричних апаратів і кабелю напругою вище 1 кВ

Обсяг роботи з розрахунку живильної мережі визначається прийнятою схемою і містить у собі: вибір шаф (чарунок) комплектного розподільного пристрою напругою 10(6) кВ, вибір марки і перерізу живлячих кабелів.

Згідно [1, 7] шафи комплектного розподільчого пристрою і переріз кабелів варто вибирати з тривалого нормального режиму, режиму короткого замикання і післяаварійного режиму (чи режиму перевантаження). При цьому треба застосовувати нові розробки в області комплектних розподільних пристроїв згідно [4, 5] і каталогам Інформелектро.

Переріз живлячих кабелів у нормальному тривалому режимі роботи з умови припустимого нагрівання [1]:

$$K_{\text{попр}} I_{\text{прип}} \geq I_{\text{розр}} \quad (5.35)$$

де $K_{\text{попр}}$ - поправочний коефіцієнт на припустимий тривалий струм кабелів, прийнятий за [1];

$I_{\text{прип}}$ - довготривалий припустимий струм кабеля, прийнятий за [1];

$I_{\text{розр}}$ - розрахунковий струм навантаження лінії в нормальному тривалому режимі роботи.

Прийнятий стандартний переріз кабеля необхідно перевірити за умовою припустимого нагрівання в обважченому режимі (чи режимі перевантаження):

$$K_{\text{пер}} K_{\text{попр}} I_{\text{прип}} \geq I_{\text{розр уваж}} \quad (5.36)$$

де $K_{\text{пер}}$ - коефіцієнт перевантажувальної здатності кабельної лінії, прийнятий за [1];

$I_{\text{розр уваж}}$ - максимальний розрахунковий струм лінії з урахуванням перевантаження при найбільш несприятливих умовах експлуатації.

Переріз кабеля, прийнятий за припустимим нагріванням, згідно [1] повинен бути перевіреним за економічною густиною струму:

$$S_{\text{ек}} = \frac{I_{\text{расч}}}{j_{\text{ек}}} \quad (5.37)$$

де $I_{\text{розр}}$ - розрахунковий струм навантаження нормального режиму роботи. Збільшення струму в післяаварійних і ремонтних режимах не враховується;

$j_{\text{ек}}$ - нормоване значення економічної густини струму, А/мм^2 , прийняте за [1].

У режимі короткого замикання кабелі перевіряються на термічну стійкість, що характеризується припустимим тепловим імпульсом струму короткого замикання.

Практично кабелі на термічну стійкість можуть бути перевірені за розрахунковими кривими з умови $U_{\text{прип}}^{\text{кз}} \geq U_{\text{розр}}^{\text{кз}}$ або за спрощеною формулою [3, 4, 5, 10]:

$$S_{\text{min}}^{\text{к}} = \frac{I_{\text{к}} \sqrt{t_{\text{к}}}}{C} \quad (5.38)$$

де $I_{\text{к}_{-t=\infty}}$ - розрахункове значення періодичної складової струму короткого замикання на початку кабельної лінії або на шинах РП-10(6) кВ, кА;

$t_{\text{к}}$ - зведений час короткого замикання, с;

C - коефіцієнт, що залежить від виду і конструктивного виконання кабелю, в. о.

Остаточно приймається найбільший переріз кабелю, визначений за кожною з приведених умов.

5.6 Розрахунок силової розподільної мережі напругою до 1кВ

Силу розподільну мережу розраховують відповідно до прийнятого варіанта схеми каналізації електроенергії в цеху і її конструктивного виконання.

5.6.1 Розрахунок електричного навантаження у вузлах схеми

Електропостачання цеху на напрузі до 1 кВ виробляється відповідно до рекомендацій, викладеними в розд. 5.4 методичних вказівок. Рекомендується розглядати варіантні рішення на вибір кількості розподільних пунктів і навантаження, що підключається до них, з метою визначення оптимального варіанта. При цьому розподільні пункти повинні бути максимально наближені до навантаження, що живиться від них.

5.6.2 Вибір розподільних пристроїв

Силових розподільних пунктів, розподільних шинопроводів, магістральних, шаф комплектних трансформаторних підстанцій чи типові панелі розподільного щита низької напруги підстанції, щитів станцій керування:

а) типові виконання розподільних пунктів визначаються ступенем захисту від навколишнього середовища, загальним розрахунковим навантаженням, кількістю приєднань і їх номінальною потужністю, вимогами захисту мережі згідно [1]. В усіх випадках, коли не потрібний захист мережі від перевантаження при радіальних схемах живлення від розподільних пунктів, рекомендується [6] застосовувати схеми живлення із запобіжниками;

б) розподільні шинопроводи - за припустимим нагріванням максимальним розрахунковим струмом, включаючи конструктивні елементи шинопроводу (прямі секції з відгалужувальними коробками, вхідні, перехідні, торцеві та ін.);

в) головні магістралі - за максимальним розрахунковим струмом навантаження, а при наявності резервних перемичок - за максимальним розрахунковим струмом об'явленого режиму (тобто режиму перевантаження);

г) шафи комплектних трансформаторних підстанцій чи типові панелі РП-0,4 кВ цехових трансформаторних підстанцій - ввідні шафи, секційні, лінійні, освітлювальні, конденсаторні та ін. (визначається в кожному конкретному випадку прийнятою схемою розподілу електроенергії в цеху);

д) ввідні і секційні шафи - за максимальним розрахунковим струмом об'явленого режиму роботи з можливістю використання їх у схемах автоматичного включення резерву;

е) лінійні шафи - для нормального режиму роботи з урахуванням вимог [1] до захисту мережі і забезпечення селективності дії захисту;

ж) розподільні пристрої вузлів навантаження - у табличній формі з наведенням всіх технічних даних. Форма таблиці довільна.

5.6.3 Вибір апаратів захисту і керування

Як апарати захисту цехових мереж і установок промислових підприємств напругою до 1 кВ варто застосовувати [1, 6] плавкі запобіжники й автоматичні вимикачі. Цими апаратами комплектуються типові панелі (наприклад ЩО97) і шафи, з яких набирається РП-0,4 кВ цехових трансформаторних підстанцій, силові пункти, розподільні шинопроводи, силові ящики, шафи керування, блоки керування та ін. Відповідно до вимог [1, 6] рекомендується широко застосовувати плавкі запобіжники, не допускаючи необґрунтованого використання автоматичних вимикачів.

Автоматичні вимикачі варто застосовувати:

а) при необхідності автоматизації керування (автоматичне повторне включення, автоматичне включення резерву та ін.);

б) при частих аварійних відключеннях (випробувальні, лабораторні та ін. установки);

в) при більш швидкому в порівнянні з плавкими запобіжниками відновленні живлення.

Для захисту плавкими запобіжниками останні рекомендується застосовувати з наповнювачем (наприклад, НПН, ПН2). Запобіжники без наповнювача (наприклад, ПР-2) допускаються в невеликих, переважно пересувних установках і при розширенні діючих установок з такими ж запобіжниками.

При захисті автоматичними вимикачами в цехових розподільних пристроях, на відгалуженнях від магістральних шинопроводів, на щитах підстанцій для захисту ліній, що відходять, з розрахунковими струмами до 630 А включно рекомендуються установочні автоматичні вимикачі (наприклад, серії ВА51, ВА52), якщо застосування інших вимикачів не диктується особливими умовами.

Потужні, а отже, більш важкі і дорогі вимикачі підстанційного типу (наприклад ВА 55-41, ВА 55-43, ВА 88-40, ВА 88-43)

рекомендується застосовувати головним чином у розподільних пристроях підстанцій, а саме, на вводі, секційних зв'язках, а також для захисту відгалужень з номінальним струмом не менш 400 А. Для захисту менш потужних відгалужень такі вимикачі допускаються як виняток при наявності необхідних обґрунтувань.

Місця установки апаратів захисту повинні визначатися в проєкті відповідно до вимог розд. 5.5.2 [1]. Не рекомендується встановлювати апарати захисту наприкінці ліній, що живлять цехові розподільні пристрої (наприклад, на вводах у шафи керування електроприймачів, у силові розподільні пункти, щити станцій керування та ін.), що дублюють захист апаратів головних ділянок ліній. Наприкінці таких ліній для можливості аварійного відключення в екстрених випадках варто передбачати рубильник.

Апарати захисту повинні встановлюватися безпосередньо в місцях приєднання провідників, що захищаються, до живильної лінії на відстані від місця приєднання відгалуження до 6 м за умови, що переріз провідника на цій ділянці повинен бути не менш перерізу провідника після апарата захисту.

Для відгалужень, що виконуються у важкодоступних місцях, апарати захисту допускається встановлювати на відстані до 30 м від точки відгалуження за умови, що переріз провідника відгалуження, обумовлений розрахунковим струмом, повинен забезпечувати не менш 10% пропускної здатності захищеної ділянки живильної лінії. Прокладка провідників на незахищених ділянках повинна здійснюватися при горючих зовнішніх оболонках чи ізоляції провідників - у трубах, металорукавах або коробах.

Технічні характеристики захисних апаратів треба вибирати з урахуванням усіх можливих режимних станів елементів мережі і приймачів електроенергії. Апарати захисту за своєю здатністю відключення, повинні відповідати максимальному значенню струму короткого замикання на початку ділянки електричної мережі, що захищається.

Вибір автоматів в полягає дотриманні загальних умов, а саме:

— номінальна напруга

$$U_{ном.а} \geq U_{ном.с}, \text{ В (кВ)} \quad (5.39)$$

— номінальний струм автомата

$$I_{ном.а} \geq I_{роз}, \text{ А} \quad (5.40)$$

— номінальний струм теплового розчеплювача

$$I_{ном.т.розч} \geq I_{роз} \cdot k, \text{ А} \quad (5.41)$$

де $I_{роз}$ — розрахунковий струм вузла навантаження
 k — коефіцієнт надійності

Автомати звичайно мають кілька номінальних струмів розчеплювача. Найбільше значення номінального струму розчеплювача дорівнює номінальному струму автомата, тому

$$I_{ном.а} \geq I_{ном.т.розч}, \text{ А} \quad (5.42)$$

У лініях лампами ДРЛ (ДРІ) номінальний струм теплового розчеплювача вибирається як:

$$I_{ном.т.розч} \geq I_{роз.о}, \text{ А} \quad (5.43)$$

де $I_{роз.о}$ — розрахунковий струм лінії освітлення

Для ламп розжарювання і люмісцентних :

$$I_{ном.т.розч} \geq I_{роз.о}, \text{ А} \quad (5.44)$$

Лінія яка живить КУ:

$$I_{ном.т.розч} \geq I_{ном.КУ}, \text{ А} \quad (5.45)$$

$$I_{ном.КУ} = \frac{Q_{КУ}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}, \text{ А} \quad (5.46)$$

Автомати не повинні вимикати лінії чи ділянки, які захищають при короткочасних перевантаженнях (пускові струми, пікові та ін.).

Уставка струму електромагнітного розчеплювача вибирається за умови:

$$I_{ном.е.розч} \geq 1,25 \cdot I_{пик} (I_{пуск}), \text{ А} \quad (5.47)$$

де $I_{пик}$, $I_{пуск}$ – піковий струм групи електроприймачів і пусковий струм одиночного ЕП;

1,25 – коефіцієнт, який враховує похибки від розкиду характеристик, що може досягати 15%

У лініях з КУ струм спрацювання електромагнітного розчеплювача (відсічки) вибирається за формулою:

$$I_{ном.е.розч} \geq 1,3 \cdot I_{ном.КУ}, \text{ А} \quad (5.48)$$

Для освітлення :

$$I_{ном.е.розч} \geq 1,3 \cdot I_{роз.о}, \text{ А}$$

У силових розподільчих шафах типу ШР 1 на відгалужених лініях установлені запобіжники типу НПП 2 та ПН 2.

Умови вибора запобіжників:

— номінальна напруга

$$U_{ном.зап} \geq U_{ном.м}, \text{ В (кВ)} \quad (5.49)$$

— номінальний струм

$$I_{ном.зап} \geq I_{роз} (I_{ном.ЕП}), \text{ А} \quad (5.50)$$

де $I_{роз}$, $I_{ном.ЕП}$ – розрахунковий струм групи електроприймачів і номінальний струм одиночного ЕП

Струм плавкої вставки:

— при захисті лінії, яка живить групи ЕП

$$I_{ном.пл.вст} \geq \frac{I_{ник}}{k}, \text{ А} \quad (5.51)$$

— для одиночного електроприймача з пусковим струмом (ЕД)

$$I_{ном.пл.вст} \geq \frac{I_{пуск}}{k}, \text{ А} \quad (5.52)$$

— для одиночного електроприймача без пускових струмів

$$I_{ном.пл.вст} \geq 1,2 \cdot I_{ном.ПЭ}, \text{ А} \quad (5.53)$$

де k – коефіцієнт, який для групи ЕД при легкому пуску, можна приймати $k=2,5$; при важкому пуску (часті пуски, або тривалість пускового періоду більше ніж 2,5 с, характерні для ЕД кранів, дробарок, центрифуг та ін.) $k=1,6$.

Номінальний струм плавкої вставки для захисту відгалуження до зварювального апарата при перерізі проводів більше 10 мм² обирають за формулою:

$$I_{ном.пл.вст} \geq 1,2 \cdot I_{зв} \sqrt{TB}, \text{ А} \quad (5.54)$$

де $I_{зв}$ – номінальний струм зварювального трансформатора (апарата) при номінальній тривалості вмикання.

Для захисту лінії з лампами ДРЛ (ДРІ) номінальний струм плавкої вставки вибирається як:

$$I_{ном.пл.вст} \geq 1,2 \cdot I_{роз.о}, \text{ А} \quad (5.55)$$

Для захисту ліній з ЛР та ЛЛ низького тиску:

$$I_{\text{ном.пл.вст}} \geq I_{\text{роз.о}}, \text{ А}$$

Оскільки в патрон запобіжника не може бути вставлена плавка вставка на більший струм, ніж $I_{\text{ном}}$ патрона запобіжника, то автоматично має виконуватися умова:

$$I_{\text{ном.зап}} \geq I_{\text{роз.пл.вст}}, \text{ А} \quad (5.56)$$

Запобіжники НПН 2 та ПН 2 з малою тепловою інерцією (безінерційні) мають струмообмежувальну дію, тому на стійкість наскрізним струмом КЗ перевіряти не треба.

Для керування електроприймачами рекомендується застосовувати:

- для керування електроприймачами тривалого режиму роботи (виняток складають відповідальні електродвигуни, для яких потрібен самозапуск) - магнітні пускачі, контактори, що забезпечують нульовий захист;
- для керування електроприймачами повторно-короткочасного режиму роботи - контактори, що забезпечують нульовий захист і розраховані на відповідну частоту включень в умовах включення і відключення пускових струмів.

Використання для керування електродвигунами автоматичних вимикачів (замість магнітних пускачів і контакторів) допускається лише відповідно до технічних умов на ці вимикачі.

Апарати керування електроприймачами в залежності від місцевих умов можуть установлюватися:

а) розподілено або групами відкрито на стінах, колонах чи конструкціях безпосередньо в цехах поблизу керованих механізмів. У цих випадках повинні застосовуватися апарати в оболонках, що задовольняють вимогам захисту від впливу навколишнього середовища цеху;

б) у шафах, що задовольняють вимогам захисту від навколишнього середовища цеху, чи на відкритих панелях, установлених на ділянках цеху з нормальним середовищем;

в) відкрито на щитах, розташованих в ізольованих електротехнічних приміщеннях станцій керування. Щит станції керування комплектується з окремих апаратів відкритого виконання,

або зі станцій керування. Таке розташування апаратів керування і захисту повинне передбачатися у випадках, коли концентрація їх в одному пункті технічно й економічно доцільна як з погляду схеми розподілу електроенергії, так і керування [3-5, 11, каталоги Інформелектро та ін.].

5.6.4 Вибір марки проводів, кабелів і розрахунок їхнього перерізу

При цьому варто керуватися вимогами [1] до способу каналізації електроенергії і навколишнього середовища в цеху. Переріз провідників вибирається з умови припустимого нагрівання тривалим максимальним струмом навантаження з таблиць [1] з урахуванням поправочних коефіцієнтів на умови прокладки.

$$I'_{\text{доп}} \geq I_{\text{роз}}, \text{ А} \quad (5.57)$$

де $I'_{\text{доп}}$ – допустимий струм з урахуванням навколишнього середовища й умов прокладання

Допустимий тривалий струм для проводів чи кабелів, в залежності від способу прокладання, наводиться в таблицях з додатку.

Для остаточного вибору перерізу проводу (кабелю) слід провести всі перевірки відповідно до вимог ПУЕ: за механічною міцністю, допустимою втратою напруги та за умови відповідності захисному апарату. Переріз провідників приймається найбільшим за вище наведеними вимогами.

Провідники, обрані за припустимим нагріванням, у мережах промислових підприємств напругою до 1 кВ згідно [1] не перевіряються за економічною густиною струму при використанні підприємством максимуму навантаження до 4000...5000 годин, а також відгалуження до окремих електроприймачів напругою до 1 кВ.

Обраний за припустимим нагріванням переріз провідників не перевіряється згідно [1] за режимом короткого замикання, якщо проведене узгодження тривало-припустимого струму обраного перерізу з захисним апаратом.

Умова відповідності захисному апарату:

$$I'_{\text{доп}} \geq k_3 \cdot I_{\text{ном.з}}, \text{ А} \quad (5.58)$$

де K_3 - кратність припустимого струму проводу чи кабеля стосовно номінального струму розчеплювача або струму спрацьовування захисного апарата;

$I_{\text{ном.з}}$ - номінальний струм розчеплювача або струм спрацьовування захисного апарата.

Значення K_3 визначаються в залежності від призначення і прийнятого виду захисту, характеру мережі, ізоляції проводів, кабелів і умов прокладки [П]. При розрахунку значень K_3 можна скористатися даними таблиці 5.2

Таблиця 5.2 – Значення K_3

Номінальний струм захисного апарата, $I_{\text{ном з}}$	Мережі, що захищаються від перевантажень			Мережі, що захищаються від короткого замикання
	Провідники з гумовою ізоляцією		Кабелі з паперовою ізоляцією	
	Середовище вибухо і пожеженебезпечне	Нормальне середовище		
Номінальний струм плавкої вставки запобіжника, $I_{\text{ном пл.вст.}}$	1,25	1	1	0,33
Струм уставки автоматичного вимикача, що має тільки максимальний розчеплювач (відсічка), $I_{\text{в.е.р.}}$	1,25	1	1	0,22
Номінальний струм розчеплювача автоматичного вимикача з нерегульовною оберненозалежною	1	1	1	1

від струму характеристикою, $I_{\text{ном. розч.}}$				
Номінальний струм розчеплювача автоматичного вимикача з регульовною оберненозалежною від струму характеристикою, $I_{\text{ном. розч.}}$	1	1	0,8	0,66

Усі розрахунки на вибір марки і перерізу провідників силової мережі рекомендується вести в довільній табличній формі, а також можна використовувати типові таблиці розрахунку силової мережі проектних організацій.

5.6.5 Особливості вибору перерізу провідників до зварювальних установок

Зварювальні установки працюють у повторно – короткотривалому режимі. При цьому режимі роботи тривалість циклу не більше 10 хв.

Для цього режиму короткочасний струм приводиться до тривалого режиму приводиться за формулою :

$$I_{кр} = I_{\text{ном.зв}} \cdot \sqrt{TB_n}, \text{ A} \quad (5.59)$$

де $I_{\text{ном.зв}}$ – номінальний струм зварювальної установки при номінальній $TB=100\%$;

TB_n – паспортна тривалість вмикання, в.о.(стандартні значення TB зварювальних установок -15,25,40,60%)

Відповідно [1], якщо тривалість робочого періоду не більше 4 хв. від загальної тривалості циклу 10 хв.(100%), то за розрахунковий

струм для вибору перерізу провідників приймається струм приведений до тривалого режиму .

Переріз проводу або кабелю вибирається за формулою:

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{трив.}}, \text{ А} \quad (5.60)$$

Але слід урахувати такі положення [1]:

- для мідних провідників перерізо до 6 мм² та алюмінієвих перерізом до 10 мм² струм приймається як для установок з тривалим режимом:
- для мідних провідників перерізом більш 6 мм² та алюмінієвих перерізом більш 10 мм² струм розрахункового тривалого навантаження визначається як:

$$I_{\text{трив}} = \frac{I_{\text{ном.зв}} \cdot \sqrt{TB_n}}{0,875}, \text{ А} \quad (5.61)$$

Для остаточного вибору перерізу проводу треба провести усі перевірки відповідно до вимог [1]: механічної міцності, допустимої втрати напруги, до умови відповідності захисному апарату.

5.6.6 Вибір тролейних ліній

Розрахунок тролейних ліній з кутової сталі або шинопроводів типу ШТМ полягає у виборі розмірів кутової сталі або серії ШТМ за нагріванням тривалим струмом навантаження й перевіряється на втрату напруги.

Розрахунковий струм при виборі тролейних ліній за нагріванням приймається рівним струму тринадцятихвилинного навантаження:

$$I_{30} = \frac{\sqrt{(P_{cn} \cdot k_{30})^2 + (P_{30} \cdot \operatorname{tg} \varphi)^2}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}, \text{ А} \quad (5.62)$$

де P_{cn} – споживана активна потужність, кВт;

k_{30} – коефіцієнт попиту активної потужності, який визначається з кривих, залежно від режиму роботи крану та ефективного числа ЕП, n_e ;

$\operatorname{tg} \varphi$ – визначається залежно від коефіцієнта потужності $\cos \varphi$ кранових двигунів ЕД

Споживана активна потужність визначається як:

$$P_{cn} = \frac{P_{ном \Sigma}}{\eta_{ном}} \quad (5.63)$$

де P_{Σ} – сумарана номінальна активна потужність кранових ЕД, кВт;

$\eta_{ном}$ – номінальний ККД кранових ЕД, в.о.

Розрахункові активна та реактивна потужності визначаються за формулами:

$$P_{30} = P_{cn} \cdot k_{30}, \text{ кВт} \quad (5.64)$$

$$Q_{30} = P_{30} \cdot \operatorname{tg} \varphi, \text{ кВАр} \quad (5.65)$$

Для кранів з малою вантажопідйомністю для АД з короткозамкненим ротором $\cos \varphi = 0,45 - 0,5$; для кранів з великою вантажопідйомністю АД з фазним ротором $\cos \varphi = 0,6$.

За умови нагрівання

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{зо}}, \text{ А} \quad (5.66)$$

де $I_{\text{доп}}$ – допустимий струм для тролейів зі сталевих профілів або ШТМ

Вибрані сталеві тролейі перевіряються на втрату напруги при найбільше несприятливому розгалужуванні кранів у прогоні цеху за формулою:

$$\Delta U \% = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{\text{нік}} \cdot l \cdot (r_o \cdot \cos \varphi + x_o \cdot \sin \varphi)}{U_{\text{ном}}} \cdot 100\%, \text{ В}$$

або

$$\Delta U_m = \frac{\Delta e \cdot I_{\text{нік}} \cdot l}{10000}, \text{ В} \quad (5.67)$$

де Δe – втрата напруги на 100 А пікового струму та l м довжини тролейі [8].

При визначенні $I_{\text{нік}}$ і відсутності даних $I_{\text{пуск}}$ ЕД кратності пускового струму для АД з короткозамкненим ротором приймається $k_{\text{пуск}}=5,5-6$; для ЕД з фазним ротором $k_{\text{пуск}}=2,5-3$.

При живленні від однієї тролейної лінії двох кранів розрахункову довжину тролейів множать на 0,8, трьох кранів – на 0,7, що враховує малу ймовірність роботи кранів у кінці лінії.

Відхилення напруги на зажимах кранових двигунів визначається за формулою:

$$\Delta U_{\text{роз}} = \Delta U_c + \Delta U_m + \Delta U_{\text{кр}}, \% \quad (5.68)$$

де ΔU_c – втрати напруги у мережі від РП – 0,4 кВ ЦТП до тролейі

$\Delta U_{кр}$ – втрати напруги у мережі підключення кранових двигунів 1,5 – 2 %

5.7 Розрахунок струмів короткого замикання

Відповідно до вимог [1,6] елементи силового електропостачання напругою до 1 кВ повинні бути перевірені за режимом короткого замикання. Ціль перевірки - забезпечення стійкості всіх елементів схеми при протіканні струмів короткого замикання, забезпечення здатності апаратів захисту, що відключають, як максимальних значень струмів короткого замикання на початку лінії, що захищається, так і мінімальних значень наприкінці лінії, що захищається, а також визначення селективності їхньої дії.

Струми короткого замикання розраховуються як для режиму трифазного короткого замикання, так і однофазного короткого замикання в мережах із глухозаземленою нейтраллю. Вихідні розрахункові завдання визначаються конкретними умовами прийнятої схеми електропостачання цеху.

При розрахунку струмів короткого замикання в мережах напругою до 1 кВ варто виходити з умови, що підведена до цехових трансформаторів напруга незмінна і дорівнює його номінальному значенню.

При розрахунку опору короткозамкнутого ланцюга варто враховувати не тільки індуктивні й активні опори всіх елементів цього ланцюга, але й активні опори перехідних контактів у цьому ланцюзі (на шинах, вводах і виводах апаратів, роз'ємних контактах апаратів і контактах у місці короткого замикання [4, 5].

При відсутності достовірних даних про контакти і їхні перехідні опори рекомендується при розрахунку струмів короткого замикання в мережах, що живляться від трансформаторів потужністю до 1600 кВ*А включно, враховувати їх введенням у розрахунок сумарного активного опору:

- для розподільних пристроїв ЦТП - 0,015 Ом;

— для первинних цехових розподільних пунктів, як і на затискачах апаратів, що живляться радіальними лініями від щитів підстанцій чи головних магістралей - 0,02 Ом;

— для вторинних розподільних пунктів, як і на затискачах апаратів, що живляться від первинних розподільних пунктів - 0,025 Ом;

— для апаратів, установлених безпосередньо в електроприймачах, що одержують живлення від вторинних розподільних пунктів - 0,03 Ом.

Значення опорів різних елементів розрахункової схеми при розрахунку I_K приводяться в [4, 5, 10-12 і ін.]. Враховуючи те, що опір більшості елементів задається в іменованих одиницях, розрахунок струмів короткого замикання рекомендується також вести в іменованих одиницях. Періодична складова струму трифазного короткого замикання, кА:

$$I_K^{(3)} = \frac{U_{c.ном}}{\sqrt{3}\sqrt{R_{1\Sigma}^2 + X_{1\Sigma}^2}} = \frac{U_{c.ном}}{\sqrt{3}Z_\Sigma}, \text{ кА} \quad (5.69)$$

де $U_{c.ном}$ — середня номінальна напруга, В

$R_{1\Sigma}, X_{1\Sigma}$ — сумарні активні та індуктивні опори прямої послідовності, мОм

Ударний струм короткого замикання:

$$i_y = K_y \sqrt{2} I_K^{(3)} \quad (5.70)$$

де K_y — ударний коефіцієнт, який залежить від постійної часу T_a

Урахування підживлення точки короткого замикання від потужних двигунів має сенс у тому випадку, якщо вони знаходяться в безпосередній близькості до місця короткого замикання або підключені до тієї ж секції шин, до якої приєднаний аварійний ланцюг. Підживлення від двигунів варто враховувати при визначенні i_y .

Розрахунок струмів однофазного КЗ

Однофазні КА розраховують для перевірки надійності вимикання лінії в разі пробою ізоляції та появи на корпусі устаткування потенціалу, величина якого небезпечна для життя персоналу. Тому інтерес становить мінімально можлива величина струму однофазного КЗ, яка буде наприкінці ділянки, що захищається, тому що цей струм має бути достатнім для спарцювання захисту (запобіжника, розчеплювача).

Струм однофазного КЗ визначається за формулою:

$$I_{\kappa}^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{Z_{n\phi 0}} \quad (5.71)$$

де U_{ϕ} – фазна напруга мережі, В;

$Z_{n\phi 0}$ – повний опір петлі “фаза – нуль”, МОм.

$$Z_{n\phi 0} = \sqrt{R_{n\phi 0}^2 + X_{n\phi 0}^2}$$

$R_{n\phi 0}, X_{n\phi 0}$ – активний та індуктивний опір петлі “фаза – нуль”, МОм

$$R_{n\phi 0} = \frac{R_T^{(1)}}{3} + 2 \cdot R_{nep} + R_{n\phi 0np}$$

$$X_{n\phi 0} = \frac{X_T^{(1)}}{3} + X_{n\phi 0np}$$

$R_T^{(1)}, X_T^{(1)}$ – активний та індуктивний опори трансформатора току однофазного КЗ

$R_{n\phi 0np}$ – активний опір петлі петлі “фаза – нуль” провода, МОм

Як і комутаційні апарати автомати перевіряють щодо здатності вимикання за умови

$$I_{ном.в.а} \geq I_{н.о} = I_{\kappa}^{(3)}, \quad (5.72)$$

де $I_{ном.в.а}$ — номінальний струм вимикання автомата;

$I_{н.о} = I_{\kappa}^{(3)}$ — початкове діюче значення періодичної складової струму трифазного КЗ.

Відповідно до вимог [1] для чутливості захисту мінімальний струм однофазного КЗ у найбільш віддаленій точці лінії, яка захищається, має перевищувати уставки розчеплювачів від їх типів у таких співвідношеннях:

— для розчеплювача миттєвої дії (електромагнітного або напівпровідникового) з $I_{ном} > 100$ А

$$I_{\kappa}^{(1)} \geq 1,25 \cdot I_{ном.е.розч}, \quad (5.73)$$

$$I_{\kappa}^{(1)} \geq 1,4 \cdot I_{ном.е.розч}, \quad \text{при } I_{ном} < 100 \text{ А} \quad (5.74)$$

Перевірка запобіжників

Запобіжники перевіряються умовами здатності вимикання періодичної складової струму КЗ

$$I_{ном.відс.} \geq I_{\kappa}^{(3)}, \quad (5.75)$$

Для надійного захисту електричного ланцюга запобіжником мінімальний струм КЗ має не менше ніж у три рази перевищувати $I_{ном.пл.вс}$

- для приміщень з нормальним, курним або ін. середовищем

$$\frac{I_{\kappa}^{(1)}}{I_{ном.пл.вст}} \geq 3 \quad (5.76)$$

- для приміщень з вибухонебезпечним середовищем

$$\frac{I_{\kappa}^{(1)}}{I_{ном.пл.вст}} \geq 4 \quad (5.77)$$

5.8 Вибір і розрахунок заходів захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом

У даному розділі необхідно обґрунтувати вибір основних заходів електробезпеки від ураження електричним струмом обслуговуючого персоналу при ушкодженні ізоляції в електроустановках і виконати основні розрахунки відповідно до вимог [1]. Так як при проектуванні систем електропостачання промислових об'єктів, як правило, передбачається поєднання силових і освітлювальних трансформаторів, а для освітлювальних установок рекомендується передбачати глухо-заземлену нейтраль трансформатора [6], то основним заходом електробезпеки повинне бути занулення [1].

Розрахункова частина розділу повинна відбити вибір конструктивного виконання захисних заходів електробезпеки, розрахунок опору розтікання струму одного вертикального електрода і пристрою, що заземлює, у цілому (з обліком наявних природних заземлень), розрахунок параметрів ланцюга фаза - нуль з погляду відповідності їхнім значенням очікуваних однофазних струмів короткого замикання, погоджуючи тим самим із захисною апаратурою елементів електромереж напругою до 1 кВ.

5.9 Застосування обчислювальної техніки й елементів САПР

Застосування ЕОМ дозволяє істотно скоротити витрати часу на рішення проектних задач, поліпшуючи техніко-економічні показники проєктованого об'єкта в цілому. При цьому програмні засоби й ЕОМ є тільки помічниками студента у виконанні трудомістких розрахунків, не звільняючи його від необхідності мати достатній обсяг теоретичних знань в області проектування систем електропостачання.

Кафедра ЕПІ має у своєму розпорядженні програмні засоби для ЕОМ, що дозволяють знайти раціональні рішення таких задач проектування системи електропостачання.

1. Розрахунок електричних навантажень силових трифазних приймачів електроенергії методом упорядкованих діаграм. Розподіл приймачів електроенергії вузлами навантаження і за графіками навантаження у вузлі, що розраховується, виконуються в програмі автоматично. Це дозволяє вирішити задачі рівномірного розподілу навантаження вузлами мережі і граничного завантаження вузлів. Кількість вузлів навантаження, що розраховуються, і приймачів електроенергії у вузлі не обмежується.

2. Розрахунок і вибір раціональних параметрів електричної силової розподільної мережі напругою до 1 кВ при живленні приймачів електроенергії від розподільних силових пунктів і шинопроводів. Застосування програм дозволить скоротити витрати часу на рішення задачі вибору раціональної схеми силової розподільної мережі та її параметрів з погляду річних зведених витрат.

3. Розрахунок компенсації реактивної потужності з рішенням задач вибору потужності силового трансформатора, потужності пристрою, що компенсує, і визначення місця його розташування щодо обраного трансформатора.

4. Розрахунок симетричних і несиметричних струмів короткого замикання в довільних точках складної електричної мережі.

5. Розрахунок та вибір раціональних параметрів пристрою, що заземлює.

6. Розрахунок та вибір параметрів передавальних елементів у системі електропостачання.

Інструкції з застосування перерахованих ПС можна одержати на кафедрі.

Студент може запропонувати свою версію алгоритму та програмної реалізації однієї з названих задач або задачі курсового проектування, що не увійшла в приведений перелік, що може розглядатися як індивідуальне завдання.

Приклади позначень елементів, а також оформлення таблиць, рисунків та ін. наведені на стенді кафедри.

Після закінчення роботи над курсовим проектом студент складає ПЗ і креслення на перевірку керівнику проекту. Після внесення виправлень студент остаточно оформлює ПЗ та креслення.

Повністю оформлений курсовий проект, підписаний студентом і керівником, допускається до захисту.

Захист проводиться в присутності комісії у складі двох-трьох викладачів кафедри, серед яких і керівник курсового проекту.

Захист проводиться за графіком, затвердженим завідуючим кафедрою.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Правила устройства электроустановок, -К.: Энергоатомиздат, 2009.
2. ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення». Чинний з 2006-10-01. Київ 2006.
3. Федоров А.А., Каменева В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий. - М.: Энергоатомиздат, 1984.
4. Справочник по проектированию электроснабжения / Под ред. В.И.Круповича и др. - М.: Энергия, 1980.
5. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию / Под ред. А.А.Федорова. Т.1. Электроснабжение. Т.2. Электрооборудование.-М.: Энергоатомиздат, 1986, 1987.
6. Инструкция по проектированию силового и осветительного электрооборудования промышленных предприятий (СН 357-77). - М.: Стройиздат, 1977.
7. Инструкция по проектированию электроснабжения промышленных предприятий СН 174-99. - М.: Стройиздат, 1999.
8. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. - М.: Энергоатомиздат, 1986.
9. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. - М.: Энергоатомиздат, 1986.
10. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий / Под ред. А.С.Овчаренко и др. -К.: Техника, 1985.
11. Федоров А.А., Старкова Л.Е. Научное пособие для курсового и дипломного проектирования. - М.: Энергоатомиздат, 1987.
12. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. - М.: Энергия, 1970.
13. Указания по проектированию компенсации реактивной мощности в электрических сетях - У кн.: Инструктивные материалы Главгосэнергонадзора. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
14. Указания по технико-экономическому расчету электроснабжения промышленных предприятий. Инструктивные указания по проектированию электротехнических промышленных установок. - 1969. - № 8.

15. П. Овчаренко А.С., Розинский Д.И. Підвищення ефективності електропостачання промислових підприємств. - К.: Техніка, 1989.

16. Укрупненные показатели стоимости строительства: элементы электроснабжения промышленных предприятий. - М.: ЦБНТИ Минмонтажспецстроя СРСР, 1986.

17. Зорин В.В. и др. Надежность систем электроснабжения. -К.: Высш. шк., 1984.

18. инструкция по выполнению сетей заземления в электроустановках (СМ 102-65). - М.: Стройиздат, 1974.

19. Ильяшов В.П. Конденсаторные установки промышленных предприятий. - М.: Энергоатомиздат, 1983.

20. Лигерман И. И. Конструирование электроустановок промышленных предприятий. - М.: Энергоатомиздат, 1984.

21. Смирнов А.Д., Антипов К.М. Справочная книга энергетика, -М.: Энергоатомиздат, 1987.

22. Коновалова Л.Л., Рожкова Л.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: Учеб. пособие для техникумов. - М.: Энергоатомиздат, 1989.

23. Справочник по проектированию электрических сетей электрооборудования / Под ред. В.И.Еруповича и др. - М.: Энергоиздат, 1981.

24. Карвовский Г.А. Электрооборудование и окружающая среда. -М.: Энергоиздат, 1984.

Додаток А

Таблиця А.1 – ДЕРЖАВНІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ
ДБН В.2.5-28-2006

ПРИРОДНЕ І ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи (РЗР)	Під-розряд Зорової Роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне освітлення		
						Освітленість, лк		
						Комбіноване освітлення		Загальне Освітлення
						Всього	У т.ч. від загального	
Найвищої точності	Менше 0.15	І	а	малий	темний	5000 4500	500 500	-
			б	малий середній	середній темний	4000 3500	400 400	1200 1000
			в	малий середній великий	світлий середній темний	2500 2000 2000	300 200 200	750 600 600
			г	середній великий великий	світлий світлий середній	1500 1250 1250	200 200 200	400 300 300
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,30 включно	ІІ	а	малий	темний	4000 3500	400 400	-
			б	малий середній	середній темний	3000 2500	300 300	750 600
			в	малий середній великий	світлий середній темний	2000 1500 1500	200 200 200	500 400 400
			г	середній великий великий	світлий світлий середній	1000 750 750	200 200 200	300 200 200

продовження табл. А. 1

Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	а	малий	темний	2000 1500	200 200	500 400
			б	малий середній	середній темний	1000 750	200 200	300 200
			в	малий середній великий	світлий середній темний	750 600 600	200 200 200	300 200 200
			г	середній великий великий	світлий світлий середній	400 400 400	200 200 200	200 200 200
Середньої точності	Більше 0,5 до 1,0	IV	а	малий	темний	750	200	300
			б	малий середній	середній темний	500	200	200
			в	малий середній великий	світлий середній темний	400	200	200
			г	середній великий великий	світлий світлий середній	-		200
Малої точності	Більше 1,0 до 5,0	V	а	малий	темний	400	200	300
			б	малий середній	середній темний	-	-	200
			в	малий середній великий	світлий середній темний	-	-	200
			г	середній великий великий	світлий світлий середній	-	-	200
Груба (дуже малої точності)	Більше 5,0	VI	-	Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном		-	-	200
Робота з матеріалми, які світяться і виробами в гарячих цехах	Більше 5,0	VII	-	Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном		-	-	200

продовження табл.А.1

Загальне спостереження за ходом виробничого процесу: - постійне	VIII	а	Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном	—	—	200
- періодичне при постійному перебуванні людей у приміщенні		б	Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном	—	—	100
- періодичне при періодичному перебуванні людей у приміщенні		в	Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном	-	—	50
- загальне спостереження за інженерними комунікаціями		г	Незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкта з фоном	—	-	20

Таблиця А.2 – Області застосування світильників в залежності від умов навколишнього середовища

Характеристика приміщень в залежності від умов навколишнього середовища	Тип світильника
Нормальні	ЛВП04, ЛВП05, ЛВП06, ЛСП02, ЛСП13, ЛПО, ЛВО, РСП05, РСП08, РСП18, ГСП17, ГСП18, ЖСП01
Вологі	РСП12, РСП14, РСП18, ГСП15, ГСП17
Сирі	ЛСП18, ЛСП22, ПВЛМ, РСП21
Низькі сирі	НПП03, НПП05, РПП01, ГПП01, ЖПП01
Низькі сирі з хімічно активним середовищем	РПП01, ГПП01, ЖПП01
З підвищеним вмістом пилу	НСП02, НСП11, НСП17, НСП22, ЛВП04, ЛСП18, ЛСП22, ПВЛМ, РСП08, РСП12, РСП14, РСП18, РСП21, ГСП15, ЖСП01
Пожежонебезпечні:	ЛСП18, ЛПП07, РСП12, РСП14, РСП17, РСП21, ГСП15
класу П-I	
класу П-II	ЛСП18, ЛПП07, РСП12, РСП14, РСП18, РСП21
класу П-II	ЛСП18, ЛПП07, РСП18, РСП21, ГСП15
Вибухонебезпечні	НСП18Ех, НСП21Ех ЛСП-01, ЛПП03Ех, ЛПП05Ех РСП11Ех, РСП18Ех, РСП21Ех, РВП(РПП)14 2Ех ГСП11Ех, ГВП(ГПП)14 2Ех

Таблиця А.3 – Класифікація світильників за світлорозподілом

Клас світильника за світлорозподілом		Доля світлового потоку, яка направлена в нижню напівкулю, у всьому світловому потоці світильника, %
Позначення	Найменування	
П	Прямого світла	понад 80
Н	Переважно прямого світла	від 60 до 80
Р	Розсіяного світла	від 40 до 60
В	Переважно відбитого світла	від 20 до 40
О	Відбитого світла	до 20

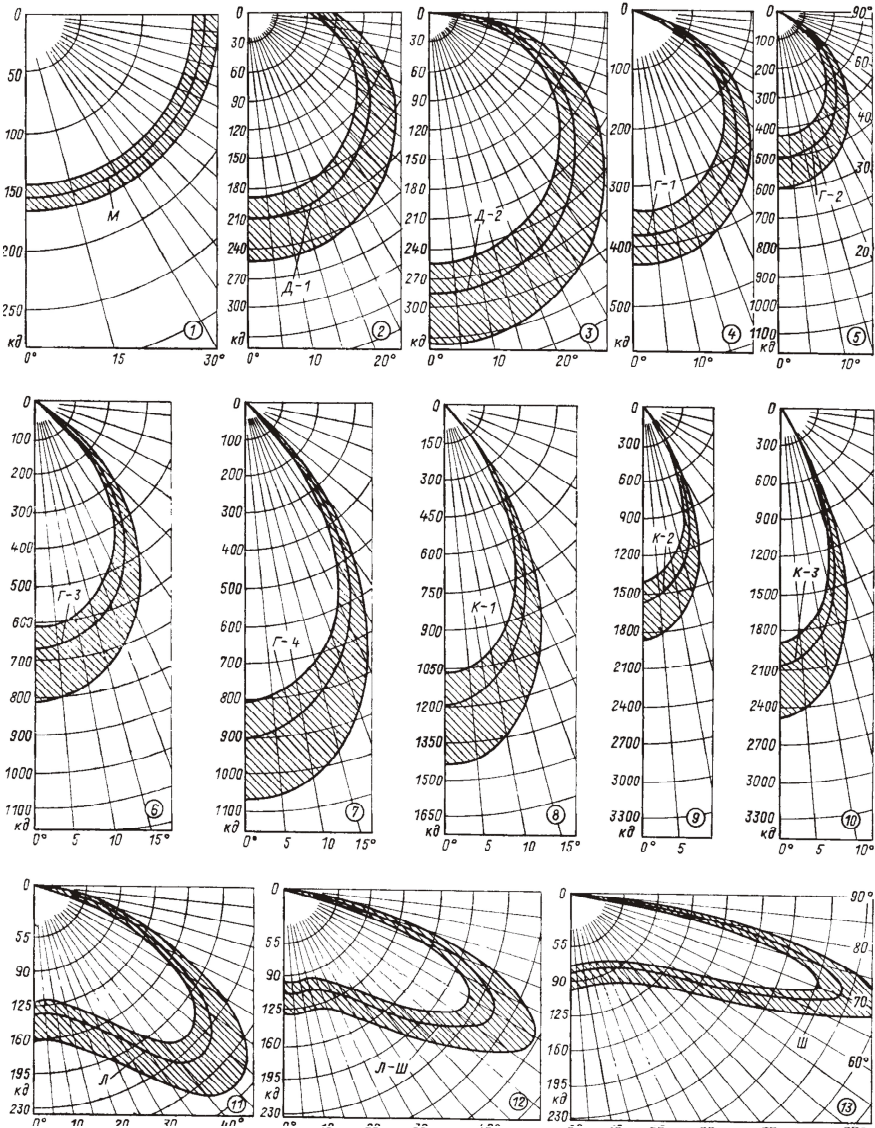
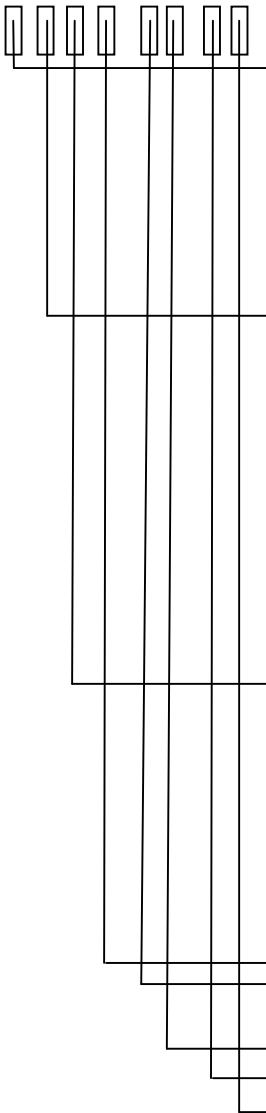


Рисунок А.1. Деталізовані типові криві сили світла світильників і поля допусків на значення сили світла ($\Phi_{\text{св}} = 1000 \text{ лм}$)

Схема условного обозначения светильников по ГОСТ 17677-82.



Буква, которая обозначает источник света:

Н-накаливания общего назначения

Л-прямая трубчатая люминесцентная

Э-эритемная люминесцентная

Р- ртутная типа ДРЛ

Г-ртутная типа ДРИ, ДРИШ

Ж-натриевая типа ДНаТ

К-ксеноновая трубчатая

Буква, которая обозначает способ установки светильника:

С-подвесной

П-потолочный

В-встраиваемый

Д-пристраиваемый

Б-настенный

Н-настольный

Т-устанавливается на полу (торшер)

К-консольный торцевой

Р-ручной

Г-головной

Буква, которая обозначает основное назначение светильника:

П- для промышленных и производственных помещений и строений

О-для общественных помещений

Б- для бытовых помещений

У- для внешнего освещения

Р- для рудников и шахт

Т- для кинематографических и телевизионных студий

Две цифры(+буква), которые обозначают номер серии

Цифра, которая обозначает количество ламп в светильнике

Цифра, которая обозначает мощность ламп, Вт

Три цифры, которые обозначают номер модификации

Буквы и цифры, которые обозначают климатическое исполнение и категорию размещения светильников

Таблиця А.4 – Рекомендовані значення співвідношення L/h

L/h	Тип КСС				
	К	Г	Д	М	Л
	0,4-0,7	0,8-1,1	1,4-1,6	1,8-2,6	1,6-1,8

Таблиця А.5 – Класифікація світильників за типом кривої сили світла

Тип кривої сили світла		Зона направленої максимальної сили світла, град.	Коефіцієнт форми кривої сили світла
Позначення	Найменування		
К	Концентрована	0–15	Не менше 3
Г	Глибока	0–30; 180–150	Від 2 до 3
Д	Косинусна	0–35; 180–145	Від 1,3 до 2
Л	Напівширока	35–55; 180–145	Не менше 1,3
Ш	Широка	55–85; 125–95	Не менше 1,3, при
М	Рівномірна	0–180	цьому $I_{\min} > 0,7 \cdot I_{\max}$
С	Синусна	70–90; 110–90	Більше 1,3, при цьому $I_0 < 0,7 \cdot I_{\max}$

Примітка. I_0 – сила світла у напрямі оптичної осі світильника (0°);

$I_{\min}$, $I_{\max}$ – мінімальне та максимальне значення сили світла.

Таблиця А.6 – Технічні дані світильників для виробничих та суспільних приміщень з лампами розжарювання

Тип світильника	Тип лампи	Клас світло розпо ділу	Тип КСС	Висота над робочою поверх- нею $h_{\max}$, м	Ступінь захисту
НПП03-100-001М	Б220-230-100	П	Д-1	2,5 - 4	IP64
НПП05-100-001	Б215-225-100		М		IP55
НПП05-100-002					
НСП11-100-331	Б215-225-100	П	Д-1	2,5 - 4	IP62
НСП11-100-431					
НСП11-200-231	Б215-225-200				
НСП11-200-331					
НСП11-200-431					

продовження табл. 5а

НСП17-200-003-(103)	Г220-230-200	П	Д-2	2,5 - 4	IP20 IP 50
НСП17-500-003-(103)	Г220-230-500		Г-4		
НСП17-500-004-(104)					
НСП17-1000-004-(104)	Г220-230-1000		К-1		
НСП17-1000-005-(105)					
НСП21-100-001	Б215-225-100	П	Д-2 Косо свет	2,5-4	IP 53
НСП21-100-002					IP 50
НСП21-200-003	Б215-225-200				IP 53
НСП21-200-004					IP 50
НСП21-200-005					IP 53
НСП22-500-111	Г215-225-500	Н	Г-1	IP60	
НСП22-500-121			К-1	IP 50	

Таблиця А.7– Технічні дані світильників для виробничих та суспільних приміщень з люмінесцентними лампами

Тип світильника	Тип лампи	Клас світлорозподілу	Тип КСС	Висота над робочою поверхнею $h_{\max}$, м	Ступінь захисту	Габаритні розміри, мм
ЛВП05-4×65-001	ЛБ65	П	Д-2	2,5-7	IP54	1630×545×435
ЛСП02-2×40-01-03	ЛБ40	Н	Д-1		IP20	1234×280×159
ЛСП02-2×40-04-06		П	Д-2			
ЛСП03-2×65-001	ЛБ65	П	Л	2,5-6	IP20	1546×480×154
ЛСП03-2×40-001	ЛБ40					1246×480×154
ЛСП13-2×65-003	ЛБ65	П	Г-2	6-12	IP20	1546×480×156
ЛСП13-2×40-003	ЛБ40					1246×480×156
ЛСП13-2×65-004	ЛБ65					1546×480×156
ЛСП13-2×40-004	ЛБ40					1246×480×156
ЛПО-02В-2×20	ЛБ20		Д-2	2,5-7	IP20	650×100×220
ЛПО-02В-2×40	ЛБ40					1260×100×220
ЛВО-01В-2×20	ЛБ20		Г-1	6-12	IP20	600×300×90
ЛВО-01В-2×40	ЛБ40					1226×300×90
ЛСП18-18	ЛБ18	П	Д-2	2,5-7	IP54	720×152×204
ЛСП18-36	ЛБ36					1330×152×204

ЛСП18-58	ЛБ58					1630×152×204			
ЛСП18-2×18	ЛБ18					720×270×204			
ЛСП18-2×36	ЛБ36					1330×270×204			
ЛСП18-2×58	ЛБ58					1630×270×204			
ЛСП22-2×65-001	ЛБР65	Н	Д-1	2,5-7	IP50	1625×148×170			
ЛСП22-2×65-002									
ЛСП22-2×65-101	ЛБ65	П	Д-2		IP53	1625×280×215			
ЛСП22-2×65-102									
ЛСП22-2×65-201		Н	Д-1		IP 50				
ЛСП22-2×65-202									
ЛСП22-2×65-111		П	Д-2		IP 53				
ЛСП22-2×65-112									
ЛСП22-2×65-211		Н	Д-1		IP 50				
ЛСП22-2×65-212									
ЛПП07-1×18	ЛБ18	П	Д-2		IP65	660×100×100			
ЛПП07-1×36						1270×100×100			
ЛПП07-1×58						1570×100×100			
ЛПП07-2×18						660×160×100			
ЛПП07-2×36						1270×160×100			
ЛПП07-2×58						1570×160×100			
ЛПБ01-2×11					КЛП11			IP54	305×105×85
ЛПП05-2×11									410×158×100
ЛПП06									410×158×100
ПВЛ-2×40-01	ЛБР40	П	Д-2	2,5-7	50	1325×148×160			
ПВЛ-2×40-02									
ПВЛ-ДО-2×40-01						ЛБ40	1325×276×215		
ПВЛ-ДО-2×40-01									

Таблиця А.8 – Технічні дані світильників для виробничих приміщень з лампами типу ДРЛ

Тип світильника	Тип лампи	Тип КСС	Висота над робочою поверхнею $h_{\max}$, м	Ступінь захисту
РПП01-50	ДРЛ50	Д-1	3 - 8	IP 54
РПП01-80	ДРЛ80			
РПП01-125	ДРЛ125			
РСР05-400	ДРЛ400	Д-2	6 - 12	IP 20

РСП05-700	ДРЛ700			
РСП05-1000	ДРЛ1000			
РСП07-250	ДРЛ250	Г-3		IP 54
РСП07-250	ДРЛ250	Г-3		IP 23
РСП08-250Д	ДРЛ250	Д-2		IP 53
РСП08-700		Г-3		IP 54
РСП08-700	ДРЛ700	Д-2		IP 54
РСП08-700		Г-3		
РСП08-700		Д-2		IP 23
РСП08-1000				
РСП08-1000	ДРЛ1000	Г-3		
РСП11-400-002	ДРЛ400	М	6 - 10	IP 52
РСП14-2×700-001		Д-2	6 - 10	IP 60
РСП14-2×700-012	ДРЛ700			IP 50
РСП14-2×700-021		Г-4	10-20	IP 60
РСП14-2×700-022				IP 50
РСП17-250	ДРЛ250	Г-1		IP 54
РСП07-400	ДРЛ400	Г-3	10-20	IP 54
РСП18-250-001		Д-2	6 – 12	
РСП18-250-002	ДРЛ250	Г-3	10 – 20	
РСП18-250-003		К-2	18 – 30	
РСП18-400-001		Д-2	6 – 12	
РСП18-400-002	ДРЛ400	Г-3	10 – 20	
РСП18-400-003		К-2	18 - 30	
РСП18-700-001		Д-2	6 – 12	
РСП18-700-002	ДРЛ700	Г-3	10 – 20	
РСП18-700-003		К-2	18 - 30	
РСП18-1000-001		Д-2	6 – 12	
РСП18-1000-002	ДРЛ1000	Г-3	10 – 20	IP20
РСП18-1000-003		К-2	18 - 30	
РСП 21-125(80)×11				IP 53
РСП 21-125(80)×21				IP 53
РСП 21-125(80)×31	ДРЛ125	Д-2		IP 50
РСП 21-125(80)×41	(ДРЛ80)		4 - 10	IP 25
РСП 21-125(80)×32				IP 50
РСП 21-125(80)×52				IP 20
РСП25-80	ДРЛ80	Д-2		IP 54

РСП25-125	ДРЛ125	Спеціаль ная		
РСП25-250	ДРЛ250			
РСП26-125-001	ДРЛ125	Д-2		IP 51

Таблиця А.9 – Технічні дані світильників для виробничих приміщень з лампами типу ДРИ

Тип світильника	Тип лампи	Тип КСС	Висота над робочою поверхнею h _{max} , М	Ступінь захисту	Коефіцієнт потужності i		
ГПП01-125	ДРИ125	Д-2	4 - 10	IP 54	0,85		
ГСП15-400-101	ДРИ400	Г-1	10 - 20	IP 20 IP 50	0,85		
ГСП15-400-102		Г-2					
ГСП17-700-014	ДРИ700-5	Г-3					
ГСП17-700-114		Г-4					
ГСП17-700-024	ДРИ700, ДРИ2000	Г-2	18 - 30	IP 20 IP 50	0,85		
ГСП17-700-124							
ГСП17-700-015		К-1					
ГСП17-700-115							
ГСП17-700-025							
ГСП17-700-125		Г-3				10 - 20	IP 20
ГСП17-2000-014							
ГСП17-2000-024							
ГСП17-2000-015	ДРИ2000-6	Г-3	10 - 20	IP 20	0,85		
ГСП17-2000-025	ДРИ2000-6	Г-3	10 - 20	IP 20	0,85		
ГСП18-250-004	ДРИ250-5	Д-2	6 – 12				
ГСП18-250-005		Г-2	10 – 20				
ГСП18-400-006	ДРИ400-5	К-1	18 – 30				
ГСП18-400-004		Д-2	6 – 12				
ГСП18-400-005		Г-2	10 – 20				
ГСП18-400-006	ДРИ700-5	К-1	18 – 30			IP 23	0,85
ГСП18-700-004		Д-2	6 – 12				
ГСП18-700-005		Г-2	10 - 20				
ГСП18-700-006		К-1					
ГСП19-700		Г					

Таблиця А.10 – Коефіцієнти відбиття стін і стелі

Відбивальна поверхня	Коефіцієнт відбитку, %
Площина з білою поверхнею (побілена стеля; побілені стіни з вікнами, закриті білими шторами)	70
Площина зі світлою поверхнею (побілені стіни з незавішаними вікнами; побілений потолок в сірих приміщеннях; чистий бетонний і світлий дерев'яний потолок	50
Площина з сірою поверхнею (бетонна стеля у забруднених приміщеннях; дерев'яна стеля; бетонні стіни з вікнами; стіни, обклеєні світлими шпалерами)	30
Площина з темною поверхнею (Стіни і стелі в приміщеннях з великою кількістю темного пилю; суцільне зашклення вікон без штор; червона неоштукатурена цегла; стіни з темними шпалерами)	10

Таблиця А.11 – Коефіцієнт використання світлового потоку світильників з типовими КСС

Тип КСС	Значення η , %																	
	при $\rho_{\text{п}} = 0,7$; $\rho_{\text{с}} = 0,5$; $\rho_{\text{р}} = 0,1$ та $i_{\text{п}}$, що дорівнює:						при $\rho_{\text{п}} = 0,7$; $\rho_{\text{с}} = 0,3$; $\rho_{\text{р}} = 0,1$ та $i_{\text{п}}$, що дорівнює:						при $\rho_{\text{п}} = 0,5$; $\rho_{\text{с}} = 0,5$; $\rho_{\text{р}} = 0,1$ та $i_{\text{п}}$, що дорівнює:					
	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5
	М	Д-1	Д-2	Г-1	Г-2	Г-3	Г-4	К-1	К-2	К-3	Л							
М	34	47	56	66	75	86	26	36	46	56	67	80	31	43	53	63	72	80
Д-1	33	47	56	63	73	79	28	40	49	59	68	74	34	47	54	63	70	77
Д-2	42	51	64	75	84	92	33	43	56	74	80	76	40	48	61	74	82	84
Г-1	48	57	71	82	89	94	42	52	69	78	73	76	44	53	69	77	83	80
Г-2	55	64	78	86	92	96	48	60	73	84	90	94	53	63	76	85	90	94
Г-3	62	70	79	80	90	93	57	66	76	84	84	91	61	68	78	84	88	91
Г-4	65	71	78	83	86	87	62	69	76	81	84	85	65	71	78	81	84	85
К-1	69	76	83	88	91	92	65	73	81	86	89	90	68	77	83	86	89	90
К-2	71	78	87	95	97	100	67	75	84	93	97	100	71	78	87	93	98	99
К-3	73	80	90	94	99	102	68	77	86	95	98	101	72	79	88	94	97	99
Л	31	46	55	65	74	83	24	40	50	62	71	77	30	45	55	65	70	78

Таблиця А.12 – Коефіцієнт використання світлового потоку світильників з типовими КСС

Тип КСС	Значення $\eta_{\text{оу}}, \%$																	
	при $\rho_{\text{п}}=0,5; \rho_{\text{с}}=0,3;$ $\rho_{\text{р}}=0,1$ та $i_{\text{п}}$, що дорівнює:						при $\rho_{\text{п}}=0,3;$ $\rho_{\text{с}}=\rho_{\text{р}}=0,1;$ та $i_{\text{п}}$, що дорівнює:						при $\rho_{\text{п}}=\rho_{\text{р}}=\rho_{\text{с}}=0,1;$ та $i_{\text{п}}$, що дорівнює:					
	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5
	М	Д-1	Д-2	Г-1	Г-2	Г-3	Г-4	К-1	К-2	К-3	Л	ЛПП	ІІІ					
	23	36	45	56	65	75	17	29	38	46	58	67	16	28	38	45	55	65
	27	40	48	55	65	73	27	35	42	52	61	68	21	33	40	49	58	66
	33	42	52	69	75	86	28	36	48	63	75	81	25	33	47	61	70	78
	41	48	64	76	70	88	35	45	60	73	68	77	34	44	56	71	68	74
	48	58	72	83	86	93	43	54	68	79	85	90	43	53	66	77	82	86
	57	65	75	83	86	90	53	62	73	80	84	86	53	61	71	78	82	85
	62	68	74	81	83	85	61	66	72	78	81	83	59	65	71	78	80	81
	64	73	80	86	88	90	62	71	77	83	86	88	60	69	77	84	85	86
	68	74	84	92	93	99	68	72	80	89	93	97	65	71	79	88	92	95
	68	76	85	93	95	99	64	73	83	90	94	97	64	72	81	88	91	94
	24	40	49	60	70	76	20	35	44	48	65	69	17	33	42	53	63	70
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	26	35	47	58	68
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	17	25	36	49	62

Таблиця А.13 – Значення коефіцієнта запаса K_3 , який враховує зниження освітленості під час експлуатації освітлювального приладу

Тип приміщення	Коефіцієнт запаса K_3
Цементні заводи, обрубні відділення ливарних цехів, агломераційні фабрики	1,7
Цехи ковальські, ливарні, мартенівські, збірного залізобетону, цехи хімічних заводів з виробки кислот, лугів, добрив, цехи гальванічних покриттів та електролізу	1,6
Цехи інструментальні, збірні, механічні, механозбірні, пошивні	1,4
Території металургійних, хімічних, гірничорудних та інших промислових підприємств, шахт, копалень, залізничних станцій; території громадських будов	1,5
Гарячі цехи підприємств громадського харчування,	1,6

приміщення пралень, душові	
Кабінети і робочі приміщення, житлові кімнати, учбові класи, читальні та торгові зали	1,4
Вулиці, площі, парки, пішохідні та транспортні тонелі	1,5

Примітка. Значення коефіцієнтів запасу наведені для газорозрядних джерел світла. При використанні ламп розжарювання наведені коефіцієнти слід помножити на 0,85.

Таблиця А.14 – Технічні дані ламп розжарювання загального призначення

Тип лампи	Напруга, В	Номинальні значення		
		Потужність, Вт	Світловий потік, лм	Світлова віддача, лм/Вт
Б215-225-100	220	100	1380	13,8
Б220-230-100	225		1380	18,8
Б215-225-200	220	200	3150	15,7
Г220-230-200	225		2950	14,7
Г215-225-500	220	500	8400	16,8
Г220-230-500	225			
Г220-230-1000	220	1000	18800	18,8
КГ220-1000-5		1000	22 000	22
КГ220-1500		1500	33 000	22
КГ220-2000-40		2000	44 000	22
КГ220-5000-1		5000	110 000	22

Таблиця А.15 – Технічні дані люмінесцентних ламп

Тип лампи	Номинальні значення			Довготривалість горіння, год	
	Потужність, Вт	Світловий потік, лм	Світлова віддача, лм/Вт	середня	мінімальна
ЛБ20-1	20	1260	63	15000	6000
ЛБ40-1	40	3200	80,00		
ЛБ65-1	65	4800	73,85		
ЛБ18-1	18	1250	69,4		

ЛБ36	36	3050	84,7		
ЛБ58	58	4800	82,5		
Міжна родна маркіровка T5	14	1300	92,9	16000	—
	21	2000	95,2		
	28	2800	100		
	35	3600	102,9		
	24	2000	83,3		
	39	3400	87,2		
	54	5000	92,6		
	80	7000	87,5		

Таблиця А.16 – Технічні характеристики ртутних ламп високого тиску

Тип лампи	Номинальні значення			Середня довготривалість горіння, тис. год.
	Потужність, Вт	Світловий потік, лм	Світлова віддача, лм/Вт	
ДРЛ50(15)	50	1900	38	10
ДРЛ80(15)	80	3600	45	12
ДРЛ125(15)	125	6300	50,4	12
ДРЛ250(10)-4	250	13 500	54	12
ДРЛ250(14)-4				
ДРЛ400(10)-4	400	24 000	60	15
ДРЛ400(12)-4				
ДРЛ700(10)-3	700	41 000	58,6	20
ДРЛ700(12)-3				
ДРЛ1000(10)-3	1000	59 000	59	18
ДРЛ2ШХ2)-3				

Таблиця А.17 – Технічні характеристики металогалогенних ламп типу ДРИ загального призначення

Тип лампи	Номинальні значення			Середня довготривалість горіння, тис. год.
	Потужність, Вт	Світловий потік, лм	Світлова віддача, лм/Вт	
ДРИ 125	125	8 300	66,4	3000

ДРИ 175	175	12 000	68.6	4000
ДРИ250-6	250	17 000	68	3000
ДРИ400-6	400	32 000	80	3000
ДРИ700-6	700	56 000	80	3000
ДРИ 1000-6	1000	85 000	85	3000
ДРИ2000-6	2000	190 000	95	2000

Таблиця А.19-Шафи навісні розподільні для силових установок змінного струму ПР8501-1000

Номери схем шаф при номінальному струмі 630 А				Кількість і тип триполюсних вимикачів на лініях, які відходять	
без вимикачів на вводі з затискачами	з вимикачами на вводі*			ВА51-31	ВА51-35
	ВА51-39	ВА55-39	ВА56-39	з розчеплювачами на струм, А	
				16-100	100-250
149	090	115	140	6	-
150	091	116	141	8	-
151	092	117	142	10	-
152	093	118	143	12	-
153	094	119	144	-	4
154	095	120	145	2	2
155	096	121	146	4	2
156	097	122	147	6	2
157	098	123	148	8	2

*Шафи розподільні з вимикачем на вводі серій ВА51-39 і ВА55- 39 можуть застосовуватися лише:

- за відсутності на початку живильної лінії вимикача з захистом (при глухій відпайці від магістрального шинопроводу);
- якщо вимикачі відгалужувальних ліній нестійкі до струмів короткого замикання.

Таблиця А.20 - Шафи розподільні силові СПА77

Тип	Номі-нальний	Тип, номінальний струм, А, і кількість автоматів типу	Габарити, мм:	Ма-
-----	--------------	---	---------------	-----

	струм рубиль- ника, А	АЕ2040 63 А	АЕ2050 100 А	А3 710 160 А	А3720 250 А	Висота * ширина * глибина	са, кг
СПА77-1	250	5	-	-	-	1600x500x 350	100
СПА77-2	250	2	3	-	-		
СПА77-3	250	-	6	-	-		
СПА77-4	400	-	-	-	4	1600x740x 350	130
СПА77-5	400	8	-	-	-		
СПА77-6	400	4	4	—	—		
СПА77-7	400		8				
СПА77-8	400	-	-	8	4		
СПА77-9	400	-	-	5	2		

Таблиця А.21 -Шафи силові розподільні серії ШРІ 11 з плавкими
запобіжниками ПН2 і (або) НПН2-60

Позначення	Рубильник на вводі				Кількість триполюсних запобіжників, їх номінальний струм I,А на відгалужувальних лініях
	тип	номінальний струм I _т , А при ступені захисту і кліматичній категорії			
		IP22, УЗ	IP54		
			У2	Т2	
ШР11-73701 ШР11-73702 ШР11-73703	P18-353	250	200	190	5х60 5х100 2х60+3х100
ШР11-73704(12) ШР11-73705(13) ШР11-73706(14)	P18-373	400	320	300	8х60 8х100 8х250
ШР11-73707 ШР11-73708					3х100+2х250 5х250
ШР11-73709(15) ШР11-73710(16) ШР11-737011(17)					4х60+4х100 2х60+4х100+2х250 6х100+2х250

Таблиця А.22- Шафи розподільні силові СПМ75

Тип	Тип, номінальний струм рубильника, А	Кількість груп запобіжників			Габарити, мм: висота * ширина * глибина	Ма- са, кг
		НН2 - 60	П2- 100	ПН- 250		
СПМ75-1	РС-2/2Л, 250	5	-	-	1600x500x350	70
СПМ75-1Л	РС-2/2Л, 250	5	-	-		
СПМ75-1П	РС-2/2Л, 250	5	—	—		
СПМ75-1С	РС-2/2Л, 250	5	-	-		
СПМ75-2	РС-2/2Л, 250	-	5	-	1600x740x350	90
СПМ75-3	РС-2/2Л, 250	2	3	-		
СПМ75-4	РС-4/2Л, 400	8	-	-		
СПМ75-5	РС-4/2Л, 400	-	8	-		
СПМ75-6	РС-4/2Л, 400	4	4	5		
МП75-7	РС-4/2Л, 400					
СПМ75-8	РС-4/2Л, 400	-	5	2		
СПМ75-9	РС-4/2Л, 400	2	4	2		

Примітки:

1. Використання шаф: для кліматичних умов У (помірний клімат), категорія розміщення 3 (для роботи в закритих приміщеннях із природною вентиляцією), ступінь захисту IP31 (зі сторони дна IP00).

2. Позначення шафи СПМ: без індексу - окремо розміщений, Л - лівий, П - правий, С - середній у щиті (шафи СПМ75-2 - СПМ75-9 мають такі самі модифікації, як шафа СПМ75-1).

3. Для шаф СПМ75-1 - СПМ75-3 розмітка отворів у нижній рамі для кріплення 440x290, для інших - 640x290 (діаметр болтів 12 мм).

Таблиця А.23 - Призначення й області застосування шинопроводів

Тип шинопроводу	Призначення
ШМА4-1250-44-1УЗ ШМА4-1600-44-1УЗ ШМА4-2500-44-1УЗ ШМА4-3200-44-1УЗ	Магістральні шинопроводи Виконання всередині виробничих приміщень електричних мереж трифазного струму частотою 50 і 60 Гц напругою 660 В із глухозаземленою нейтраллю. Допускається застосування в пожежонебезпечних зонах усіх класів, а також у приміщеннях з пильним середовищем

ШРА4-100-44-1УЗ ШРА4-250-32-1УЗ ШРА4-400-32-1УЗ ШРА4-630-32-1УЗ ШРА73ВУЭ на 400 А ШРПУЗ на 250 А ШРПУЗ на 400 А ШРПУЗ на 630 А	Розподіліні шинопроводи
	Виконання всередині приміщень розподільних електричних мереж трифазного струму частотою 50 і 60 Гц напругою 380/220 В із глухозаземленою нейтраллю.
	Допускається застосування в пожежонебезпечних зонах усіх класів, а також у приміщеннях з пильним середовищем. Шинопровід забезпечує можливість штепсельного приєднання три- й однофазних приймачів електроенергії: верстатів, електроінструментів, обладнання, встановленого на конвеєрах й автоматичних лініях, а також світильників.
	Виконання всередині приміщень розподільних електричних мереж трифазного струму частотою 50 і 60 Гц напругою 380/220 В із глухозаземленою нейтраллю
	Те саме для вертикального прокладення всередині суспільних й адміністративних будівель підвищеної поверховості
	Виконання всередині приміщень з пильним середовищем (у тому числі в пожежонебезпечних зонах П-П, П-Па), яке характеризується тим, що пил у завислому стані не утворює вибухонебезпечних сумішей, розподільних електричних мереж напругою до 660 В із глухозаземленою нейтраллю

Таблиця А.24-Основні технічні дані шинопроводів магістральних змінного струму типів ШМА4 і ШЗМ16 ($U_{ном} = 660 \text{ В}$)

Показники	Для шинопроводів				
	ШМА4 ^{*1}				ШЗМ16
Номинальний струм, А	1250 ^{*2}	1600 ^{*3}	2500 ^{*4}	3200 ^{*5}	1600
Допустиме значення i_v , кА, секцій: - приєднаних - інших	90 70	100 70	100 70	120 70	80 -
Опір фази (середній) при номінальному струмі й сталому режимі, Ом/км: - активний - індуктивний - повний	0,0338 0,0163 0,0419	0,0297 0,0143 0,0330	0,0169 0,0082 0,0210	0,0150 0,0072 0,0170	0,014 0,059 -
Повний опір петлі "фаза - нуль", Ом/км	0,0862	0,0872	0,0822	0,053	0,07

*1 Допускається використання в пожежонебезпечних приміщеннях класів П-І, П-ІІ, І, Па, також у приміщеннях з курним середовищем. У пожежонебезпечних зонах класу П-І максимальний допустимий струм:

*2 - 800 А, *3 - 1000 А, *4 - 1600 А, *5 - 2000 А.

Таблиця А.25 -Технічні характеристики комплектних магістральних шинопроводів для мереж із глухозаземленою нейтраллю напругою до 660 В і частотою 50-60 Гц

Характеристики	Тип шинопроводу			
	ШМА73УЗ	ШМА73ПУЗ	ШМА68-НУЗ	
Номінальний струм, А	1250	1600	2500	4000
Електродинамічна стійкість (амплітудне значення) кА, не менше	70	90	70	100
Термічна стійкість, кА	20	35	35	50
Опір на фазу, Ом/км:				
- активне при температурі шин 20 °С	0,031	0,031	0,02	0,013
- індуктивне	0,022	0,022	0,02	0,015
Опір петлі "фаза - нуль" (повне), Ом/км	0,016	0,016	-	-
Лінійна втрата напруги на 100 м при номінальному струмі (навантаження зосереджене в кінці ліній, $\cos\phi = 0,8$), В	11,5	11,5	13,5	16,5
Поперечний переріз прямої секції (ширина * висота), мм	300x160	300x160	444x 215	444x 215
Ступінь захисту	IP20	IP 20	IP20	IP20
Максимальна відстань між точками кріплення, м:				
- на трасах, складених з прямих секцій довжиною більшою за 1,5 м;	6	6	-	-
- в інших випадках	5	5	3	3

Типи автоматичних вимикачів, які встановлені у відгалужувальних секціях	A3734C, 400 A, 660 B; A3744C, 630 A, 660 B; A3736Ф, 400 A, 380 B; A3736Ф, 630 A, 380 B	-	-	-
---	--	---	---	---

Таблиця А.26 -Технічні характеристики комплектних розподільних шинопроводів для мереж із глухозаземленою нейтраллю напругою до 380/220 В і частотою 50-60 Гц

Характеристики	Тип шинопроводу			
	ШРА73УЗ			ШРМ73УЗ
Номінальний струм, А	250	400	630	100
Електродинамічна стійкість (амплітудне значення) кА, не менше	15	25	35	10
Термічна стійкість, кА	7	10	14	7
Опір на фазу, Ом/км:				
-активне	0,21	0,15	0,10	-
-індуктивне	0,21	,17	0,13	-
Лінійна втрата напруги на 100 м при номінальному струмі, $\cos\phi = 0,8$ і рівномірно розподіленому навантаженні, В	6,5	8	8,5	-
Поперечний переріз, мм	260x80	284x95	284x125	70x80
Ступінь захисту	IP20	IP20	IP20	IP20
Типи комуташійно-захисної апаратури, яка встановлена у відгалужувальних коробках: запобіжники, автомати (струм, А)	ПН2-100 А3710 (160); А3120 (100); АЕ2050 (100)	ПН2-100 А3 710 (160); А3720 (250); А3120 (100); АЕ2050 (100)	ПН2-100 А3710 (160); А3720 (250); А3120 (100); АЕ2050 (100)	на струм 25 А АЕ2033(25)

Наявність відгалужувальних коробок з рубильниками на струми: 160 А 250 А	є немає	є є	є є	
--	----------------	------------	------------	--

Таблиця А.27 -Основні технічні характеристики розподільних шинопроводів

Показники	Для шинопроводів						
	ШРА4				ШРАУЗ		
Номінальний струм, А	100	250	400	630	250	400	630
Номінальна напруга, В	380/220	660	660	660	380*	380*	380
Допустиме значення i_y , кА	7	15	25	35	10	15	25
Опір на фазу, Ом/км: -активний -індуктивний -повний		0,21 0,21 0,21	0,15 0,17 0,16	0,10 0,13 0,11	0,20 0,134 -	0,128 0,113 -	0,06 0,09 -

Таблиця А.28- Основні технічні дані пилозахисного розподільного шинопроводу серії ШРПУЗ (U = 660 В)

Показники	Значення		
Номінальний струм, А	250	400	630
Електродинамічна стійкість ударному струму КЗ, кА	10	15	25
Опір на фазу, Ом/км: -активний -індуктивний -повний	0,21 0,21 0,30	0,13 0,15 0,20	0,08 0,11 0,14

Таблиця А.29 - Мінімальна висота прокладення шинопроводів у виробничих приміщеннях

Шинопровід	Мінімальна
------------	------------

тип	номінальний струм, А	Ступінь захисту оболонки за ГОСТ 14254-80	висота прокладення шинопроводу, м
ШМА4	1250,1600,2500,3200	IP44	не нормується
ШМАД	1600,2500,3200, 5000	IP44	не нормується
ШРА4	100	IP44	не нормується
ШРА4	250,400, 630	IP32	2,5
ШРА73В	400	IP32	2,5
ШРП	250,400,630	IP54	не нормується
ШОС80	16	IP20	2,5
ШОС4	25	IP44	2,5
ШОС2	25	IP44	2,5
ШТМ76	100	IP12	2,5
ШТР4	100	IP42	2,5
ШМТ-А	100,250, 400	IP21	2,5
ШМТ-АО	250,400	IP00	3,5

Таблиця А.30 - Відстань між точками кріплення шинопроводів

Тип шинопроводу	Відстань, м
ШМА4, ШМАД	6
ШРА4	3
ШРА73ВУЗ	6
ШРПУЗ	4
П10С80УЗ	2/1"
ШОС4, ШОС2	3
ШТМ76УЗ, ШТР4	3/1,5* ²
ШМТ-АУ2, ШМТ-АОУ2	3

*1 У чисельнику – при підвішуванні світильників з масою до 1 кг, у знаменнику - більшою ніж 1 кг.

*2 У чисельнику - на прямих ділянках траси, у знаменнику — на кривих.

Таблиця А.31 - Тривало допустимі струмові навантаження на тролі та шини

Профіль	Розміри, мм	Тривало допустимий змінний струм, А
Тролеї зі сталевих профілів		
Смуга	25x4	85
Смуга	40x4	135
Смуга	50x5	205
Смуга	100x4	335
Куточок 2,5	25x25x3	155
Куточок 2,5	25x25x4	163
Куточок 3	30x30x4	193
Куточок 3,5	35x35x4	226
Куточок 4	40x40x4	260
Куточок 4	40x40x5	278
Куточок 4,5	45x45x5	312
Куточок 5	50x50x5	345
Куточок 6	60x60x6	416
Куточок 6,3	63x63x6	420
Куточок 7,5	75x75x8	545
Швелер № 8	80x43x5	485
Швелер № 10	100x45x5	580
Шини підживлення з алюмінію прямокутного перерізу		
Смуга	40x5	540
Смуга	50x5	665
Смуга	60x6	870
Смуга	80x6	1150

Таблиця А.32 - Основні технічні дані тролейних шинопроводів

Показники	Для шинопроводів						
	ШТМ7		ШТР4	ШМТ-АУ2		ШМТ-АОУ2	
Номинальний струм, А	250	400	100	250	400	250	400

Номинальна напруга, В	660	660	660	660	660	660	660
Номинальний струм, А:							
- струмознімної каретки	25	100	16	40	63	40	100
- спареної струмознімної каретки	50	200	25				
Допустиме значення i_y , кА	10	15	5	10	15	10	15
Опір фази, Ом/км:	0,315	0,197	-	-	-	-	-
- активний	0,180	0,120					
- індуктивний	0,360	0,230					
- повний							

Примітки:

1.Шинопроводи тирів ШТМ7 (ШТМ73УЗ з $i_{ном} = 250$ А і ШТМ72УЗ з $i_{ном} = 400$ А), ШТР4 виготовляються з мідними троллями й постачаються при належному об'рунтуванні.

- 2.Шинопроводи типів ШМТ-АУ2 і ШТМ-АОУ2 виготовляються з алюмінієвими троллями зі сплаву АД31-Т1.

- 3.Шинопроводи не призначені для експлуатації в хімічно активних середовищах і вибухонебезпечних зонах.

Таблиця А.33 - Основні розрахункові коефіцієнти електричних навантажень електроприймачів

Електроприймачі	Коефіцієнти		
	K_e	$\cos\varphi$	K_n
Машинобудівна і металооброблювальна промисловість			
Металорізальні верстати з нормальним режимом роботи (дрібні токарні, стругальні, довбальні, фрезерувальні, точильні, свердлильні, карусельні та ін.)	0,12-0,14	0,4-0,5	0,14-0,16
Те саме при важкому режимі роботи: штампувальні преси, автомати, обдирні, револьверні, зубофрезерні, а також великі токарні, стругальні, фрезерні, карусельні, розточувальні верстати, багатшпиндельні автомати для виготовлення деталей із прутків.	0,17-0,2	0,65	0,23-0,25
Те саме з особливо важким режимом роботи: приводи молотів, волочильних верстатів, очисних барабанів, кувальних машин, бігунів та ін.	0,24	0,65	0,4

Крани мостові, грейферні, кран-балки, тельфери, ліфти	0,15-0,35	0,5	0,2-0,5
Насоси, компресори, двигуни-генератори, вентилятори	0,65-0,8	0,8	0,75
Метизна промисловість			
Електропечі опору для термічної обробки	0,65	1	0,7
Виробнича вентиляція, установки для повітряного дуття й відцентрові насоси	0,65	0,7	0,65
Автоматичні лінії виготовлення гайок, болтів, шурупів	0,4	0,7	0,45
Агрегати гальванічного гарячого покриття	0,6	0,78-1	0,65
Крани, тельфери, піднімально транспортні механізми	0,1	0,78-1	0,15
Електротермічні й зварювальні електроприймачі різних виробництв			
Електропечі опору з неперервним завантаженням	0,8	0,95-0,98	0,85
Те саме з періодичним завантаженням	0,6	0,95-0,98	0,8
Електропечі опору з автоматичним завантаженням виробів, сушильні шафи, нагрівальні прилади	0,8	0,96-0,98	0,9
Дугові сталеплавильні печі ємкістю 3-10 т з автоматичним регулюванням електродів: для якісних сталей і фасонного лиття з механізованим завантаженням	0,75	0,9	0,8
Те саме, але без механізованого завантаження	0,65	0,87	0,7
Дугові сталеплавильні печі ємкістю 0,5-1,5 т для фасонного лиття (у допоміжних цехах з автоматичним регулюванням електродів)	0,5	0,8	0,55
Дугові печі кольорового металу (мідні сплави) ємкістю 0,25-0,5 т з ручним регулюванням електродів	0,7	0,75	0,78
Сушильні шафи	0,8	1	0,85
Дрібні нагрівальні прилади	0,6	1	0,7

Зварювальні трансформатори для ручного електрозварювання:			
- однопостовий	0,2	0,3-0,4	0,3
- багатопостовий	0,25	0,35-0,45	0,4
Зварювальні трансформатори для автоматичного електрозварювання	0,4	0,5	0,5
Зварювальні машини шовні, стикові й точкові, зварювальні дугові автомати типу АДС	0,35	0,5-0,7	0,4-0,5
Індукційні печі низької частоти	0,7	0,35	0,8
Двигуни-генератори індукційних печей високої Частоти	0,7	0,8	0,8

Таблиця А.34 - Значення коефіцієнтів максимуму K_m для живильних мереж напругою до 1 кВ

пe	Коефіцієнт використання K_B								
	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80
1	8,00	5,33	4,00	2,57	2,00	1,60	1,33	1,14	1,00
2	6,22	4,33	3,39	2,45	1,98	1,60	1,33	1,14	1,00
3	4,05	2,89	2,31	1,74	1,45	1,34	1,22	1,14	1,00
4	3,24	2,35	1,91	1,47	1,25	1,21	1,12	1,06	1,00
5	2,84	2,09	1,72	1,35	1,18	1,16	1,08	1,03	1,00
6	2,64	1,96	1,62	1,28	1Д4	1,13	1,06	1,01	1,00
7	2,49	1,86	1,54	1,23	1Д2	1,10	1,04	1,00	1,00
8	2,37	1,78	1,48	1,19	1,10	1,08	1,02	1,00	1,00
9	2,27	1,71	1,42	1,16	1,09	1,07	1,01	1,00	1,00
10	2,18	1,65	1,39	1,13	1,07	1,05	1,00	1,00	1,00
11	2,11	1,61	1,35	1,10	1,06	1,04	1,00	1,00	1,00
12	2,04	1,56	1,32	1,08	1,05	1,03	1,00	1,00	1,00
13	1,99	1,52	1,29	1,06	1,04	1,01	1,00	1,00	1,00
14	1,94	1,49	1,27	1,05	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00
15	1,89	1,46	1,25	1,03	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
16	1,85	1,43	1,23	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
17	1,81	1,41	1,21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
18	1,78	1,39	1,19	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
19	1,75	1,36	1,17	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	1,72	1,35	1,16	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

[illegible]

Таблиця А.35 - Технічні дані трифазних масляних двообмоткових трансформаторів напругою 6-10/0,4-0,69 кВ для комплектних трансформаторних підстанцій

Тип	Номінальна потужність, кВА	Номінальна напруга, кВ		Втрати, кВт		Напруга КЗ, %	Струм ХХ, %
		ВН	НН	ХХ	КЗ		
ТМФ-400/10	400	6,10	0,4; 0,69	0,95	5,90	4,5	2,1
ТМФ-630/10	630			1,31	8,5	5,5	2,0
ТМЗ-250/10	250			0,74	3,7	4,5	2,3
ТМЗ-400/10	400			0,95	5,5	4,5	2,1
ТМЗ-630/10	630			1,31	7,6	5,5	1,8
ТМЗ-1000/10	1000			1,90	10,8	5,5	1,2
ТМЗ-1600/10	1600			2,65	16,5	6,0	1,0
ТМЗ-2500/10	2500			3,75	24,0	6,0	0,8

Таблиця А.36 - Комплектні конденсаторні установки номінальною напругою 400 В ЗАТ "Сілкон-Квар", м. Київ

Тип та номінал	Потужність, квар	Ступінь регулювання, квар	Відпускна ціна, грн	Габаритні розміри, мм
УКРП-0,4-25-5УЗ	25	5	5238	800х600х300
УКРП-0,4-35-5УЗ	35	5	5670	800х600х300
УКРП-0,4-45-5УЗ	45	5	5940	800х600х300
УКРП-0,4-50-10УЗ	50	10	6318	800х600х300
УКРП-0,4-55-5УЗ	55	5	6480	800х600х300
УКРП-0,4-60-10УЗ	60	10	6588	800х600х300
УКРП-0,4-70-10УЗ	70	10	7128	800х600х300
УКРП-0,4-80-10УЗ	80	10	8100	800х600х300
УКРП-0,4-90-10УЗ	90	10	9720	1200х600х300
УКРП-0,4-100-10УЗ	100	10	12420	1200х600х300
УКРП-0,4-105-5УЗ	105	5	12636	1200х600х300
УКРП-0,4-110-10УЗ	110	10	12690	1200х600х300
УКРП-0,4-120-20УЗ	120	20	12852	1200х600х300

УКРП-0,4-140-20У3	140	20	13392	1200x600x300
УКРП-0,4-150-10У3	150	10	14040	1800x600x450
УКРП-0,4-160-20У3	160	20	14364	1800x600x450
УКРП-0,4-180-20У3	180	20	15390	1800x600x450
УКРП-0,4-200-20У3	200	20	16524	1800x600x450
УКРП-0,4-220-20У3	220	20	17604	1800x800x450
УКРП-0,4-225-25У3	225	25	17796	1800x800x450
УКРП-0,4-240-20У3	240	20	18819	1800x800x450
УКРП-0,4-260-20У3	260	20	21519	1800x800x450
УКРП-0,4-300-20У3	300	20	23463	1800x800x450
УКРП-0,4-320-20У3	320	20	24435	1800x800x450
УКРП-0,4-360-40У3	360	40	25650	1800x1200x450
УКРП-0,4-375-25У3	375	25	25896	1800x1200x450
УКРП-0,4-400-40У3	400	40	26109	1800x1200x450
УКРП-0,4-475-25У3	475	25	31950	1800x1200x450
УКРП-0,4-480-40У3	480	40	32208	1800x1200x450
УКРП-0,4-520-40У3	520	40	33210	1800x1600x450
УКРП-0,4-525-25У3	525	25	33210	1800x1600x450
УКРП-0,4-540-60У3	540	60	36018	1800x1600x450
УКРП-0,4-550-50У3	550	50	36030	1800x1600x450
УКРП-0,4-600-50У3	600	50	43920	1800x1600x450

Таблиця А.37 - Економічна густина струму

Провідник	Економічна густина струму $J_{ек}$, А/мм ² , при кількості годин використання максимуму навантаження за рік год		
	від 1000 до 3000	від 3000 до 5000	понад 5000
Неізольовані проводи та шини: -мідні -алюмінієві	2,5 1,3	2,1 1,1	1,8 1,0
Кабелі з паперовою і проводи з гумовою та полівінілхлоридною ізоляцією з жилами: - мідними - алюмінієвими	3,0 1,6	2,5 1,4	2,0 1,2
Кабелі з гумовою та пластмасовою ізоляцією з жилами: - мідними - алюмінієвими	3,5 1,9	3,1 1,7	2,7 1,6

Примітка. Дані з таблиці 1.3.36 ПУЭ.

Таблиця А.38 -Допустиме на період ліквідації післяаварійного режиму перевантаження для кабелів напругою до 10 кВ з паперовою просоченою ізоляцією

Коефіцієнт попереднього навантаження	Вид прокладення	Допустиме перевантаження відносно номінального при тривалості максимуму, год		
		1	3	i
0,6 0,8	У землі	1,50	1,35	1,25
	У повітрі	1,35	1,25	1,25
	У трубах (у землі)	1,30	1,20	1,15
	У землі	1,36	1,25	1,20
	У повітрі	1,30	1,25	1,25
	У трубах (у землі)	1,20	1,15	1,10

Примітка. Дані з таблиці 1.3.2 ПУЭ

Таблиця А.39 -Поправкові коефіцієнти на струми для кабелів, неізо- льованих та ізольованих проводів і шин залежно від температури землі й повітря

Умав- на температура середовища, °С	Нормована температура жил, °С	Поправкові коефіцієнти на струми при розрахунковій температурі середовища, °С									
		-5 і нижче	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40
15	80	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,96	0,92	0,83	0,83	0,78
25	80	1,24	1,20	1,17	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85
25	70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81
15	65	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71
25	65	1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79
15	60	1,20	1,15	1,12	1,06	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,64
25	60	1,36	1,31	1,25	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76
15	55	1,22	1,17	1,12	1,07	1,00	0,93	0,86	0,79	0,71	0,61
25	55	1,41	1,35	1,29	1,23	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71
15	50	1,25	1,20	1,14	1,07	1,00	0,93	0,84	0,76	0,66	0,54
25	50	1,48	1,41	1,34	1,26	1,18	1,09	1,00	0,89	0,78	0,63

Примітка. Дані з таблиці 1.3.3 ПУЭ.

Таблиця А.40 -Поправковий коефіцієнт на кількість працюючих кабелів, що лежать поряд у землі (у трубах або без труб)

Відстань між кабелями, мм ²	Коефіцієнт Кпр при кількості кабелів, шт.					
	1	2	3	4	6	6
100	1,00	0,90	0,850	0,80	0,78	0,75
200	1,00	0,92	87	0,84	0,82	0,81
300	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

Примітка. Дані з таблиці 1.3.26 ПУЭ.

Таблиця А.41 -Допустимий тривалий струм для кабелів з алюмінієвими жилами з паперовою просоченою маслосолотіфольною та нестікаючою масами ізоляцією у свинцевій або алюмінієвій оболонці, що прокладаються в землі

Переріз жили, мм ²	Струм, А, для кабелів					
	одно- жильних до 1 кВ	дво- жильних до 1 кВ	трижильних напругою, кВ			чотири- жильних до 1 кВ
			До 3	6	10	
6	-	60	55	-	-	-
10	110	80	75	60	-	65
16	135	110	90	80	75	90
25	180	140	125	105	90	115
35	220	175	145	125	115	135
50	275	210	180	155	140	165
70	340	250	220	190	165	200
95	400	290	280	225	205	240
120	460	335	800	260	240	270
150	520	385	335	300	275	305
185	580	-	380	340	310	345
240	675	-	440	390	355	-
300	770	-	-	-	-	-
400	940	-	-	-	-	-
500	1080	-	-	-	-	-
625	1170	-	-	-	-	-
800	1310	-	-	-	-	-

Примітка. Дані з таблиці 1.3.16 ПУЭ.

Таблиця А.42 - Допустимий тривалий струм для кабелів з алюмінієвими жилами з паперовою просоченою маслоканіфольною та нестікаючою масами ізоляцією у свинцевій або алюмінієвій оболонці, що прокладаються в повітрі

Переріз жили, мм ²	Струм, А, для кабелів					
	одно- жильних до 1 кВ	дво- жильних до 1 кВ	трижильних напругою, кВ			Чотири- жильних до 1 кВ
			До 3	6	10	
6	-	42	35	-	-	-
10	75	55	46	42	-	45
16	90	75	60	50	46	60
25	125	100	80	70	65	75
35	155	115	95	85	80	95
50	190	140	120	110	105	110
ТО	235	175	155	135	130	140
95	275	210	190	165	155	165
120	320	245	220	190	185	200
150	360	290	255	225	210	230
185	405	-	290	250	235	260
240	470	-	330	290	270	-
300	555	-	-	-	-	-
400	675	-	-	-	-	-
500	785	-	-	-	-	-
825	910	-	-	-	-	-
800	1080	-	-	-	-	-

Примітка. Дані з таблиці 1.3.18 ПУЭ.

Таблиця А.43 - Значення коефіцієнта С для кабелів напругою 6 та 10 кВ

Кабель	Коефіцієнт С, $\text{Ас}^{1/2}/\text{мм}^2$ при напрузі кабелю, кВ	
	6	10
Кабелі з алюмінієвими суцільними жилами й паперовою ізоляцією	92	94
Кабелі з алюмінієвими багатодротяними жилами й паперовою ізоляцією	98	100
Кабелі з мідними суцільними жилами й паперовою ізоляцією	140	143
Кабелі з мідними багатодротяними жилами й паперовою ізоляцією	147	150
Кабелі з алюмінієвими жилами й полівінілхлоридною або гумовою ізоляцією	75	78
Кабелі з мідними жилами й полівінілхлоридною або гумовою ізоляцією	114	118
Кабелі з алюмінієвими жилами й поліетиленовою ізоляцією	62	65
Кабелі з мідними жилами й поліетиленовою ізоляцією	94	98

Таблиця А.44 - Допустимий тривалий струм для кабелів з алюмінієвими жилами з гумовою чи пластмасовою ізоляцією у свинцевій, полівінілхлоридній і гумовій оболонках, броньованих і неброньованих

Переріз струмопрові дні жил,мм ²	Струм ,А, для кабелів				
	одножильних	двожильних		трижильних	
	Прокладенні				
	у повітрі	у повітрі	у землі	у повітрі	у землі
2,5	23	21	34	19	29
4	31	29	42	27	38
6	38	38	55	32	46
10	60	55	80	42	70
16	75	70	105	60	90
25	105	90	135	75	115
35	130	105	160	90	140
50	165	135	205	110	175
70	210	165	245	140	210
95	250	200	295	170	255
120	295	230	340	200	295
150	340	270	390	235	335
185	390	310	440	270	385
240	465	-	-	-	-

Примітка, Допустимі тривалі струми для чотирижильних кабелів а пластмасовою ізоляцією з напругою до 1 кВ можуть вибиратися з цієї таблиці, дані якої взяті з таблиці 1.3.7 ПУЭ, як для трижильних кабелів, але з поправковим коефіцієнтом 0,92.

Таблиця А.45 - Опори знижувальних трансформаторів із вторинною напругою 0,4 кВ

Номінальна потужність, кВА	Схема з'єднання обмоток	uk %	Значення опорів, мОм							
			прямої послідовності			нульової послідовності		струму однофазного КЗ		
			R1т	X1т	Z1т	R0т	X0т	Rт	Xт	Zт
25	У/Ун	4,5	154	244	287	1650	1930	1958	2418	3110
25	У/ Zн	4,7	177	245	302	73	35,4	-	-	-
40	У/ У	4,5	88	157	180	952	1269	1128	1583	1944
40	У/ Zн	4,7	100	159	188	44	13,4	-	-	-
63	У/Ун	4,5	52	102	114	504	873	608	1077	1237
63	У/ Zн	4,7	59	105	119	28	12	-	-	-
100	У/Ун	4,5	31,5	65	72	254	582	317	712	779
100	У/ Zн	4,7	36,3	65,7	75	15,6	10,6	-	-	-
160	У/Ун	4,5	16,6	41,7	45	151	367	184	450	486
160	Δ/Ун	4,5	16,6	41,7	45	16,6	41,7	49,9	125	135
250	У/Ун	4,5	9,4	27,2	28,7	96,5	235	115	289	3.11
250	Δ/Ун	4,5	9,4	27,2	28,7	9,4	27,2	8,2	61,6	86,3
400	У/Ун	4,5	5,5	17,1	18	55,6	149	66,6	183	195
400	Δ/Ун	4,5	5,9	17	18	5,9	17	17,7	51	54
630	У/Ун	5,5	3,1	13,6	14	30,2	95,8	36,4	123	128
630	Δ/Ун	5,5	3,4	13,5	14	3,4	13,5	10,2	40,5	42
1000	У/Ун	5,5	1,7	8,6	8,6	19,6	68,6	2,3	77,8	81
1000	Δ/Ун	5,5	1,9	8,8	8,8	1,9	8,6	5,7	25,6	26,4
1600	У/Ун	5,5	1,1	5,4	5,5	16,3	50	18,3	60,8	63,5
1600	Δ/Ун	5,5	1,1	5,4	5,5	1,1	5,4	3,3	16,2	16,5
2500	Δ/Ун	5,5	0,64	3,46	3,52	0,64	3,46	1,92	10,38	10,56

Примітки:

1. Указані в таблиці значення опорів масляних трансформаторів приведені до напруги 0,4 кВ.

2. Для трансформаторів із вторинною напругою 0,23 кВ дані таблиці треба зменшити в три рази, а для трансформаторів із вторинною напругою 0,69 кВ - збільшити в три рази.

3. У - група з'єднання обмоток "зірка".

4. Ун - група з'єднання обмоток "зірка з нульовим виводом".