

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ЛАДИЖИНСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ВІННИЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для виконання курсової роботи з дисципліни:

«Електропостачання сільського господарства»

для студентів ВНЗ I-II рівня акредитації

спеціальність **141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»**

галузь знань **14 «Електрична інженерія»**

Укладачі: Нагачевська Світлана Михайлівна, викладач дисципліни
«Електропостачання с.г.».

Рецензент: Величко Тамара Григорівна, голова циклової комісії
електротехнічних дисциплін, викладач дисциплін: «Електропривід»,
«Основи електроніки»...

Анотація: Методичні вказівки призначені для виконання курсової
роботи з дисципліни «Електропостачання сільського
господарства» для студентів ВНЗ I-II рівня акредитації
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка».

В методичних вказівках наведені вимоги до оформлення
розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини
курсної роботи, методика виконання і технічні дані
електрообладнання.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ	4
ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ	4
ОФОРМЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ	4
ОФОРМЛЕННЯ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ	19
РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ВИКОНАННЮ КУРСОВОЇ РОБОТИ	22
ЗМІСТ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ	22
ВСТУП	22
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	22
1.1 Характеристика об'єкта електропостачання	22
1.2 Джерело живлення та рівні напруг у точці приєднання	22
1.3 Категорія об'єкта по надійності електропостачання	23
2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	23
2.1 Визначення розрахункових навантажень на вводах та по об'єкту	23
2.2 Розрахунок допустимих втрат напруги в електромережі	27
2.3 Визначення кількості, місць встановлення та типів споживчих	29
2.4 Розрахунок потужності силових трансформаторів ТП	29
2.5 Електричний розрахунок ліній 0,38 кВ	30
2.5.1 Вибір кількості та трас ліній	30
2.5.2 Визначення розрахункових потужностей та робочих струмів для тривалого режиму	31
2.5.3 Визначення розрахункового тривалого допустимого струму нагрівання проводів на ділянках мережі	31
2.5.4 Попередній вибір перерізів та кількості проводів ліній	32
2.5.5 Перевірка ліній на втрати напруги	33
2.5.6 Розрахунок мережі зовнішнього освітлення	33
2.5.7 Розрахунок струмів К.З. на стороні 0,4 кВ	35
2.5.8 Перевірка СІП на термічну стійкість при К.З. та остаточний вибір проводів	37
2.6 Перевірка мережі на зниження напруги при пуску потужного електродвигуна	38
2.7 Вибір апаратів і струмопровідних частин розподільних пристроїв підстанції	40
2.8 Вибір та перевірка апаратів захисту ліній 0,38 кВ	41
2.9 Розрахунок заземлення ТП та захист від перенапруг	41
ГРАФІЧНА ЧАСТИНА	44
ДОДАТКИ	45
ВИСНОВКИ	61
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	62

ВСТУП

Основним та постійним завданням, що стоїть перед АПК, є виробництво сільськогосподарської продукції в необхідній кількості та високої якості для задоволення потреб суспільства. Вирішення цього завдання можливе лише на основі використання новітніх, високоомеханізованих технологій, високого ступеня автоматизації виробничих процесів та широкого використання електричної енергії, як для безпосереднього її впливу на продукт переробки, так і для перетворення її в інші види енергії (теплову, механічну та ін.). В наш час практично весь парк технологічного обладнання з переробки та виробництва продукції сільського господарства оснащений силовим електрообладнанням (електропривід, електронагрівачі, освітлювальні та опромінювальні установки, установки електронно-іонної технології та ін.). У зв'язку з цим значно збільшується споживання електричної енергії, і в значній мірі підвищуються вимоги до її якості (відхилення напруги, частоти, синусоїдальності та ін.).

Забезпечення споживачів електричною енергією здійснюється через систему електропостачання, яка далі здійснює передачу та розподілення електричної енергії по всім електроприймачам, забезпечує необхідну потужність в години максимальних навантажень, задану (нормовану) надійність електропостачання, нормовані межі зміни показників якості електричної енергії, має задовольняти умовам безпечної експлуатації, економічності та мати надійне керування.

Перш ніж здійснити будівництво систем електропостачання, розробку необхідної апаратури та приладів, слід обґрунтувати необхідність виконання даної роботи, співставити її з раніш виконаними подібними видами робіт, здійснити необхідні розрахунки як системи в цілому, так і окремих її елементів. А це, в свою чергу, вимагає використання накопиченого досвіду, організації пошуку ефективних технічних рішень, проведення необхідних наукових досліджень. Вся ця сукупність дій з обґрунтування та прийняття необхідних рішень і складає суть процесу проектування, що завершується розробкою проектної та конструкторської документації, на основі якої реалізуються прийняті рішення.

МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Курсова робота має за мету закріпити теоретичні знання студентів, навчити їх використовувати ці знання при вирішенні конкретних питань електропостачання сільських споживачів, привити вміння самостійної роботи з технічною літературою.

Окремі частини курсової роботи повинні бути тісно пов'язані між собою і виконаний проект розглядатись як єдине ціле.

Під час роботи потрібно використовувати матеріал конкретного господарства. Працювати над ним треба творчо, використовуючи найновіші досягнення науки і техніки, передового досвіду в галузі впровадження прогресивних технологій.

Робота над курсовою роботою є важливим етапом при підготовці до дипломного проектування чи державних іспитів.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Курсове проектування розраховано для систематичної самостійної роботи студента протягом 20...25 годин. Виконаний і оформлений проект повинен бути поданий у вигляді розрахунково-пояснювальної записки об'ємом 20...40 сторінок рукописного тексту, або 10...35 сторінок машинописного тексту і графічної частини на двох аркушах формату А1.

ОФОРМЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Загальні вимоги

Пояснювальна записка згідно з міжнародним стандартом ГОСТ 2.105-95 є одним із видів текстових документів і оформляється відповідно до вимог Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД) та єдиної системи технологічної документації (ЄСТД).

Записка виконується на одній стороні аркуша паперу формату А4 (297x210) українською мовою наведеним нижче способом:

- рукописним креслярським шрифтом (ГОСТ 2.304-81) з висотою літер і цифр не менше 2,5 мм. Цифри і літери потрібно писати чітко;
- машинним з використанням друкованих графічних пристроїв виведення на ЕОМ (ГОСТ 2.004-88); *шрифт №14, Times New Roman, міжстрічковий інтервал – 1,5 строки.*

Текст повинен бути зрозумілим, терміни, визначення і позначення повинні відповідати діючим стандартам та рекомендаціям.

Вписувати в текстові документи, виготовлені машинописним способом, окремі слова, формули, умовні знаки (рукописним способом), а також виконувати ілюстрації слід олівцем, чорним чорнилом, пастою або тушшю.

Помилки, описки і графічні неточності, виявлені в процесі виконання записки, допускається виправляти підчищенням або зафарбовувати білою фарбою і наносити на тому ж місці виправленого тексту (графіки) машинописним способом або від руки.

Виправлення повинно бути *чорного кольору*.

Пошкодження аркушів записки, помарки та сліди неповністю видаленого попереднього тексту (графіки) не дозволяється.

Кожний аркуш пояснювальної записки повинен мати рамку чорного кольору, виконану друкарським способом або вручну тушшю, чорнилом або пастою. Рамку наносять суцільною основною лінією на відстані 20 мм від лівого поля і 5 мм від інших полів аркуша.

Відстань від рамки до початку і кінців рядків не менша ніж 3 мм.

Відстань від верхнього або нижнього рядка тексту до верхньої або нижньої рамки повинна бути не менша ніж 10 мм.

Абзаци в тексті починають відступом, який дорівнює 12...15 мм.

Позначення документів

Кожний конструкторський документ згідно з ГОСТ 2.102.-68, ГОСТ 2.601-74 та ГОСТ 2.201-80 повинен мати назву та позначення, яке складається з груп символів. Для навчальних проектів рекомендується така структура позначень, яка проставляється на обкладинці і титульному аркуші:

ЛКВУ 14.141.001.017 ПЗ

де ЛКВУ – код організації (розробника);

14.141 – галузь знань та шифр спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»;

001 – номер виробу (деталі) (ГЧ);

017 – номер погодженої (затвердженої) теми проєкту (роботи);

ПЗ – пояснювальна записка.

Оформлення обкладинки і титульного аркуша

Записка переплітається в обкладинку. На обкладинці записки наклеюють етикетку розміром 160×100 мм, на якій пишуть «Курсова робота», вказують її позначення, прізвище, ім'я та по-батькові студента і рік розробки документа (без зазначення слова «рік» або літери «р»). Приклад оформлення обкладинки курсової роботи наведено на рисунку 1.

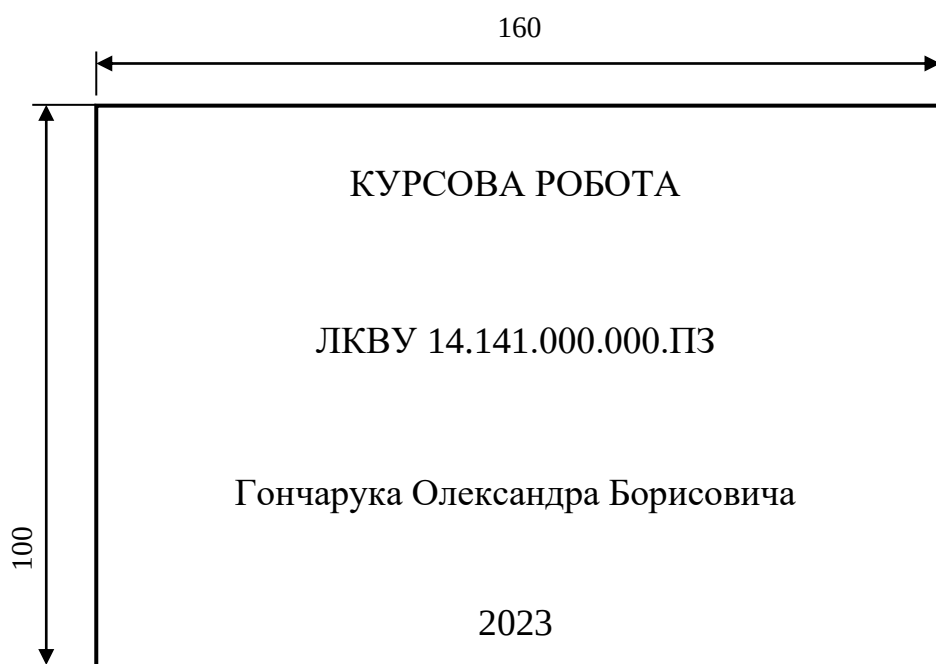


Рисунок 1. Оформлення етикетки на обкладинці пояснювальної записки.

поле 1 30 мм	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ «ЛАДИЖИНСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ВІННИЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»																								
поле 2 50 мм	Циклова комісія: <u>електротехнічних дисциплін</u>																								
поле 3 – 60 мм	КУРСОВА РОБОТА ЛКВУ 14.141.000.18 ПЗ <i>з дисципліни <u>Електропостачання сільського господарства</u></i> (назва дисципліни) на тему: <u>Електропостачання ферми МТФ з прив'язною системою</u> <u>утримання 600 голів</u>																								
поле 4 – 40 мм																									
поле 5 – 80 мм	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Студента <u>3</u> курсу <u>Е-31</u> групи</td> <td align="center">_____</td> <td align="center"><u>Н.П. Мороз</u> .</td> </tr> <tr> <td></td> <td align="center">(підпис)</td> <td align="center">(ініціали та прізвище)</td> </tr> <tr> <td>Керівник</td> <td align="center">_____</td> <td align="center"><u>С.М. Нагачевська</u></td> </tr> <tr> <td></td> <td align="center">(підпис)</td> <td align="center">(ініціали та прізвище)</td> </tr> <tr> <td>Члени комісії</td> <td align="center">_____</td> <td align="center">_____</td> </tr> <tr> <td></td> <td align="center">(підпис)</td> <td align="center">(ініціали та прізвище)</td> </tr> <tr> <td>викладач спец дисциплін</td> <td align="center">_____</td> <td align="center">_____</td> </tr> <tr> <td></td> <td align="center">(підпис)</td> <td align="center">(ініціали та прізвище)</td> </tr> </table>	Студента <u>3</u> курсу <u>Е-31</u> групи	_____	<u>Н.П. Мороз</u> .		(підпис)	(ініціали та прізвище)	Керівник	_____	<u>С.М. Нагачевська</u>		(підпис)	(ініціали та прізвище)	Члени комісії	_____	_____		(підпис)	(ініціали та прізвище)	викладач спец дисциплін	_____	_____		(підпис)	(ініціали та прізвище)
Студента <u>3</u> курсу <u>Е-31</u> групи	_____	<u>Н.П. Мороз</u> .																							
	(підпис)	(ініціали та прізвище)																							
Керівник	_____	<u>С.М. Нагачевська</u>																							
	(підпис)	(ініціали та прізвище)																							
Члени комісії	_____	_____																							
	(підпис)	(ініціали та прізвище)																							
викладач спец дисциплін	_____	_____																							
	(підпис)	(ініціали та прізвище)																							
поле 6 40 мм	Ладижин – 2023																								

Рисунок 2. Примірний форма титульного аркуша розрахунково-пояснювальної записки (формат А4).

Титульний аркуш курсового проекту – перший аркуш текстового документа – оформляється на аркушах формату А4 (297×210 мм) згідно з ГОСТ 2.105-95.

Приклад оформлення титульного аркуша записки курсового проекту наведено на рисунку 2.

- поле 1 – назва Міністерства і назва навчального закладу. Пишеться шрифтом 7, (*шрифт №22, Times New Roman*);
- поле 2 – заповнюється тільки для дипломного проекту;
- поле 3 – найменування теми курсової роботи. Тема пишеться шрифтом 7 (*шрифт №22, Times New Roman, міжстрічковий інтервал – одинарний*);
- поле 4 – слово „Пояснювальна записка до курсової роботи” з позначенням документа. Слова „Пояснювальна записка” і позначення документа пишеться шрифтом 5 (*шрифт №14, Times New Roman*);
- поле 5 – підписи керівника і виконавця роботи, прізвище, ініціали, дати підписів. Поле заповнюється шрифтом 5 (*шрифт №14, Times New Roman*);
- поле 6 – рік складання проекту (без позначення слова ”рік” або літери ”р”) пишеться шрифтом 5 (*шрифт №18, Times New Roman*)

Основні написи

Усі текстові документи (за винятком титульного аркуша і завдання) повинні мати основні написи, розміщені в правому нижньому куті. На аркушах формату А4 основні написи бувають двох видів: для першого аркуша записки (рисунки 3 – рамка 185×40 мм) і для наступних аркушів (рисунки 4 – рамка 185×15 мм) згідно з ГОСТ 2.104-68.

Зміст, розміщення та розміри граф основних написів, додаткових граф до них, а також розміри рамок у текстових документах повинні відповідати формам, наведеним на рисунках 3 і 4.

Основні написи, додаткові графи до них та рамки виконують суцільними лініями згідно з ГОСТ 2.303-68.

У графах основного напису (рисунки 3) за формою (номери граф на рисунках наведені в дужках) вказують:

- у графі 1 – тему курсової роботи (повністю);

- у графі 2 – позначення документа (наприклад: ЛКВУ. 5.10010102.000.087.ПЗ);
- у графі 3 – літеру, присвоєну даному проекту (навчальним документам літера не присвоюється, а тому графу 3 не заповнюють);
- у графі 4 – порядковий номер аркуша;
- у графі 5 – загальну кількість аркушів (графу заповнюють тільки на першому аркуші);
- у графі 6 – розрізняльний індекс навчального закладу і навчальної групи. Шрифт індексу навчального закладу повинен бути більше шрифту індексу групи. Перед індексом навчальної групи пишеться слово "Група". Наприклад: Ладижинський коледж ВНАУ, Група Е-32;
- у графі 7 – прізвище осіб, які підписали документ;
- у графі 8 – підписи осіб, прізвища яких вказано в графі 7;
- у графі 9 – дату підписання проекту. Наприклад: 12.05.10;

185												
7		10		23		15		10		50		
8x5=40						(2)						
												17
	Зм	Арк	№ документа	Підпис	Дата	(1)				Літ.	Аркуш	Аркушів
	Розробив									(3)	(4)	(5)
	Перевірив	(7)	(8)	(9)								
	Н.контроль											
Затв.									(6)			

Рисунок 3. Форма заповнення основного напису конструкторських документів першого листа.

У графах основного напису за формою (рисунок 4) вказують:

- у графі 1 – позначення документа (шифр);
- у графі 2 – порядковий номер аркуша.

7		10		23		15		10		10	
3x5=15						(1)				Арк.	
	Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата						

Рисунок 4. Форма заповнення основного напису конструкторських документів послідовних листів пояснювальної записки.

Оформлення змісту

Зміст розташовують безпосередньо після завдання. На першій сторінці змісту виконують основний напис, як для заголовного аркуша. Перший аркуш „ЗМІСТ”, для підпису виконують велику рамку 185×40 мм (рисунок 3), а на наступних аркушах – рамки 185×15 мм (рисунок 4).

До змісту включають: вступ, послідовно перелічені назви всіх розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів (якщо вони мають заголовки записки), висновки і пропозиції, назви додатків, список використаних джерел і номери сторінок, на яких вони вміщені. У змісті перелічують номери й назви аркушів графічної частини.

Слово ЗМІСТ записують у вигляді заголовка (симетрично тексту) великими літерами (*шрифт №22, Times New Roman*).

Побудова тексту

Зміст тексту розрахунково-пояснювальної записки за необхідністю поділяють на розділи і пункти.

Розділи повинні мати порядкові номери позначені арабськими цифрами і записані з абзацу. Кожний розділ записки потрібно починати з нової сторінки (*шрифт №22, Times New Roman*).

Розділи можуть складатися з одного або декількох пунктів (*шрифт №18, Times New Roman, міжстрічковий інтервал – одинарний*). Номер пункту складається з номера розділу і пункту, з’єднаних крапкою. У кінці номера крапку не ставлять.

Наприклад

ВСТУП

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1	}	Нумерація пунктів першого розділу записки
1.2		
1.3		

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1	}	Нумерація пунктів другого розділу записки
2.2		
2.3		
2.4		
2.5		

2.5.1	Нумерація підпунктів другого розділу записки
2.5.2	
2.5.3	
2.5.4	
2.5.5	
2.5.6	
2.5.7	
2.5.8	

2.6

2.7

2.8

2.9

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

Розділи і пункти повинні мати заголовки. Заголовки повинні чітко і стисло відобразити зміст розділів і пунктів. Заголовки виконують (друкують або записують) великими літерами без крапки в кінці, не підкреслюючи. Перенесення слів у заголовках не допускається. Якщо заголовки складаються з двох речень, їх роз'єднують крапкою.

Відступ абзацу повинен бути однаковим упродовж усього тексту і дорівнювати п'яти знакам.

Структурні елементи „ЗМІСТ”, „ВСТУП”, „ДОДАТКИ”, „ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ”, „ВИСНОВКИ” не нумеруються, а їх назви правлять за заголовки.

Відстань між заголовком і текстом при виконанні записки машинописним способом повинна бути не менш ніж два інтервали, при виконанні рукописним способом – 15 мм. Відстань між заголовками розділу і пункту – інтервал, при виконанні рукописним способом – 8 мм.

Виконання тексту

Текст записки повинен бути стислим, чітким і не допускати різних тлумачень. При викладанні обов'язкових вимог у тексті повинні застосовуватися слова: ”повинен”, ”слід”, ”необхідно”, ”вимагається, щоб”, ”дозволяється тільки”, ”не

допускається”, ”забороняється”, ”не слід”. При викладанні інших положень слід застосовувати такі слова: ”можуть бути”, ”як правило”, ”за необхідності”, ”може бути”, ”у випадку” і таке інше.

При цьому допускається використовувати розповідну форму викладу тексту записки, наприклад, ”застосовують”, ”указують” тощо.

У записці повинні застосовуватись науково-технічні терміни, позначення і визначення, встановлені стандартами, а при їх відсутності – загальноприйняті в науково-технічній літературі. Якщо в записці прийнята специфічна термінологія, то в кінці її (перед списком літератури) повинен бути перелік прийнятих термінів з відповідними роз'ясненнями. Перелік включають у зміст записки.

У тексті записки не допускається:

- застосовувати розмовні звороти, техніцизми, професіоналізми;
- застосовувати для одного й того ж поняття різні науково-технічні терміни, близькі за смислом (синоніми), а також іноземні слова і терміни при наявності рівнозначних слів і термінів з української мови;
- застосовувати довільні словотворення;
- застосовувати скорочення слів, крім встановлених правилами української орфографії, відповідними державними стандартами, а також у даній записці;
- скорочувати позначення одиниць фізичних величин, якщо вони використовуються без цифр, за винятком одиниць фізичних величин у головках і боковинах таблиць і розшифруваннях буквених позначень, які входять у формули та рисунки.

У тексті записки, за виключенням формул, таблиць і рисунків, не допускається:

- застосовувати математичний знак мінус (-) перед негативними значеннями величин (слід писати слово ”мінус”);
- застосовувати знак ”ø” для позначення діаметра (слід писати слово ”діаметр”). При указанні розміру або граничних відхилень діаметра на кресленнях, розміщених у тексті записки, перед розмірним числом треба писати знак ø;

- застосовувати без числових значень математичні знаки, наприклад: $>$ (більше), $<$ (менше), $=$ (дорівнює) $\geq$ (більше або дорівнює), $\leq$ (менше або дорівнює), $\neq$ (не дорівнює), а також знаки № (номер), % (процент);
- застосовувати індекси стандартів, технічних умов та інших документів без реєстраційного номера.

Перелік скорочень слів, що допускаються, встановлений ГОСТ 2.316.68.

Якщо в тексті записки наводять діапазон числових значень фізичної величини, виражених в одній і тій же одиниці фізичної величини, то значення одиниці фізичної величини указують після останнього числового значення діапазону.

Приклад:

Від 1 до 5 мм.

Від 10 до 18 А.

Від плюс 10 до мінус 40 °С.

Недопустимо відокремлювати одиницю фізичної величини від числового значення (переносити їх на різні рядки або сторінки), крім одиниць фізичних величин, розташованих у таблицях, виконаних машинописним способом.

Приводячи найбільші або найменші значення величин, треба застосовувати словосполучення "Повинно бути більше (менше)".

Приклад:

Втрата напруги в мережі 0,38 кВ повинна бути не більша ніж 3,5%.

Формули і рівняння

Формули і рівняння розташовують безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються, з абзацу розміром 12-15 мм. Вище і нижче кожної формули або рівняння повинно бути залишено не менше одного вільного рядка.

Формули та рівняння виконують машинописним способом або креслярським шрифтом висотою не меншою за 2,5 мм, при застосуванні ЕОМ за допомогою "Редактора формул" *шрифтом №16* та написання буквених символів і пояснення їх *"Курсивом"*. Записування машинописних і рукописних символів в одній формулі не допускається.

Формули і рівняння в записці (за винятком формул і рівнянь, розміщених у додатках) нумерують арабськими цифрами в межах розділу.

Номер формули або рівняння складається з номера розділу і порядкового номера формули або рівняння, відокремлених крапкою, наприклад, формула (3.1) - перша формула третього розділу.

Номер формули або рівняння указують на рівні формули або рівняння в круглих дужках у крайньому правому положенні на рядку.

У формулах та рівняннях як символи слід використовувати позначення, встановлені відповідними державними стандартами.

Пояснення символів і числових коефіцієнтів, що входять до формул та рівнянь, якщо вони не пояснені раніше в тексті, повинні бути наведені безпосередньо під формулою. Пояснення кожного символу слід давати з нового рядка в тій послідовності, у якій символи приведені у формулі або рівнянні.

Перший рядок пояснення повинен починатися словом "де" без двокрапки.

Приклад:

Кількість споживчих трансформаторних підстанцій по об'єкту ($n_{ТП}$, шт) визначають за формулою:

$$n_{ТП} = \sqrt{\frac{S_p FB}{\Delta U_{дон.0,38}}}, \quad [7, с.43] \quad (2.7)$$

де S_p - повна розрахункова потужність навантаження об'єкта, кВА;

F- площа об'єкта, км²;

B- коефіцієнт поєднання напруг трансформатора, %/ км²;

$\Delta U_{дон.0,38}$ - допустимі втрати напруги в лінії 0,38 кВ, %.

В квадратних дужках цифра 7 означає порядковий номер підручника чи довідника, записаного в списку використаної літератури, цифра 43 – сторінка підручника, з якої взято дану формулу. В круглих дужках цифра 2 означає розділ курсового проекту (в даному випадку - 2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА), а цифра 7 – порядковий номер формули в даному розділі.

При проведенні похідної одиниці, яка складається з двох і більше одиниць, не допускається комбінувати літерні позначення і найменування одиниць, тобто для одних одиниць проходить позначення, а для інших найменування.

Не можна писати 1200 м/годину або 1200 м за год. Правильний запис – 1200 м/год, 1200 метрів за годину.

Числові значення величини треба ставити в тому порядку, у якому вони зазначені у формулах і рівняннях.

Кінцевий результат проводять без запису проміжних розрахунків Правильно:

$$n_{TP} = \sqrt{\frac{S_p FB}{\Delta U_{дон.0,38}}}, \quad [7, с.43] \quad (2.7)$$

$$n_{TP} = \sqrt{\frac{59 \cdot 0,053 \cdot 0,06}{3,6}} = 0,23 \approx 1 \text{ шт.}$$

У формулах і рівняннях при літерному позначенні величин між ними знаки множення (крапки або знак "х") не ставлять. При підстановці числових значень між числами обов'язково потрібно ставити знак множення.

Переносити формули на наступний рядок допускається тільки на знаках операцій, що виконуються, при чому знак на початку наступного рядка повторюють.

При перенесенні формули на знаку множення застосовують знак (х), рівняння (=), плюс (+), мінус (-).

Таблиці

Цифровий матеріал, як правило, оформляють у вигляді таблиць. Таблицю слід розташовувати безпосередньо після тексту, у якому вона згадується в перше, або на наступній сторінці. Допускається розміщувати таблицю вздовж довгої сторони аркуша записки з розміщенням назви зі сторони зшивання.

На всі таблиці мають бути посилання в тексті записки.

З використанням друкованих графічних пристроїв виведення на ЕОМ (ГОСТ 2.004-88); *шрифт №12, Times New Roman, міжстрічковим інтервалом - одинарним*

Таблиці, за винятком таблиць додатків, слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці, відокремлених крапкою.

Наприклад: таблиця 1.2 - друга таблиця першого розділу.

Таблиця може мати назву, яку друкують (пишуть) малими літерами, крім першої великої, і розміщують над таблицею. Назва має бути стислою і відображати зміст таблиці.

Слово "Таблиця" вказують один раз зліва над першою частиною таблиці. Над наступними частинами пишуть: "Продовження таблиці..." із зазначенням номера таблиці.

Заголовки граф і рядків таблиці слід писати з великої літери, якщо вони складають одне речення із заголовком, або з великої літери, якщо вони мають самостійне значення. У кінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставлять. Заголовки і підзаголовки граф указують в однині.

Таблиці зліва, справа і знизу обмежують лініями. Розділяти заголовки і підзаголовки боковика і граф діагональними лініями не допускається.

Заголовки граф, як правило, записують паралельно рядкам таблиці. При необхідності допускається перпендикулярне розміщення заголовків граф.

Головка таблиці повинна бут відокремлена лінією від решти частини таблиці.

Висота рядків таблиці повинна бути не менша за 8 мм.

Якщо рядки або графи таблиці виходять за межі формату аркуша, таблицю ділять на частини, які розміщують на одному аркуші поряд або одну частину під другою, чи переносять на наступні аркуші, повторюючи в кожній частині таблиці її головку і боковик.

При поділі таблиці на частини допускається її головку або боковик замінити відповідно номерами граф чи рядків, нумеруючи їх арабськими цифрами в першій частині таблиці.

Якщо в кінці сторінки таблиця переривається і її продовження буде на наступній сторінці, у першій частині таблиці нижню горизонтальну лінію, обмежуючу таблицю, допускається не проводити.

Графу "Номер по порядку" не допускається включати в таблицю. Нумерація граф таблиці арабськими цифрами допускається в тих випадках, коли в тексті записки є посилання на них, при поділі таблиці на частини, а також при перенесенні частини таблиці на наступну сторінку.

При необхідності нумерації показників, параметрів або інших даних порядкові номери слід указувати в першій графі (боковику) таблиці безпосередньо перед їх нумеруванням. Перед числовими значеннями величин і позначеннями типів, марок і тому подібного порядкові номери не проставляють.

Для скорочення тексту заголовків і підзаголовків граф окремі поняття замінюють літерами (ГОСТ 2.321-84) або іншими, якщо вони роз'яснені в тексті або наведені на ілюстраціях.

За відсутністю окремих даних у таблиці слід ставити тире.

Цифри в графах таблиць повинні проставлятися так, щоб розряди чисел у всіх графах були розташовані один під одним, якщо вони відносяться до одного показника. Числові значення величин в одній графі повинні мати, як правило, однакову кількість знаків після коми.

Складання списку ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

Всі джерела нумерують наскрізними арабськими цифрами в алфавітному порядку. Джерело, на яке посилаються в тексті, позначають тим порядковим номером, яким воно записано в списку використаної літератури.

Про кожен документ подаються такі відомості: Прізвище та ініціали автора; якщо книжка написана двома чи трьома авторами, то їх прізвища перераховуються за таким порядком, у якому вони вказані в книжці; повна і точна назва книжки, яка не береться в лапки; підзаголовок, який уточнює назву (якщо він вказаний на титульному аркуші); дані про повторне видання, назва міста видання книжки в називному відмінку; для міст Києва. вживаються скорочення К; назва видавництва (без лапок), рік видання (без слів "рік" або скорочення "р"). Кожна група відомостей відокремлюється одна від одної крапкою і тире (. -).

Бібліографічний опис роблять мовою документа.

Документи, які мають більше трьох авторів, описують за назвою. При цьому за косою рисою, яку проставляють після останнього слова назви, наводять ініціали і прізвища авторів.

Наприклад:

Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок: ДНАОП 0.00 - 1.32-01.-К.: Державне підприємство „Укрархбудінформ”, 2001. – 121 с.

Справочник по проектированию электроэнергетических систем / В.В. Ершевич, А.Н. Зейлигер, Г.А. Илларионов и др.; Под ред. С.С. Рокотяна и И.М. Шапиро – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2020. – 352 с.

Розподільчі електромережі. Інформаційний збірник УНДПВКТУ «Укрсіленьергопроект» - К.: 2021. – 200 с.

Додатки

Додатки оформляють як продовження записки на її наступних сторінках.

У тексті записки на всі додатки повинні бути посилання.

Розміщують додатки в порядку посилань на них у тексті.

Кожен додаток повинен починатися з нової сторінки. Додаток повинен мати заголовок, надрукований або написаний з першої великої літери, а послідуочі малими, симетрично відносно тексту сторінки.

Згідно з ДСТУ 3008-95 додатки слід позначати послідовно великими літерами українського алфавіту, починаючи з літери А, за винятком Г, Є, З, І, Ї, Й, О, Х, Ь, наприклад: додаток А, додаток Б і так далі.

Один додаток позначається як додаток А.

Додатки можуть бути: графічний матеріал, таблиці, що доповнюють основний текст; формули і розрахунки.

Усі додатки повинні бути перелічені в змісті записки (при наявності) з позначенням їх номерів і заголовків.

ОФОРМЛЕННЯ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

Формати

Формати листів визначаються розмірами зовнішньої рамки (виконаної тонкою лінією) оригіналів дублікатів, копій відповідно до рисунка 5.

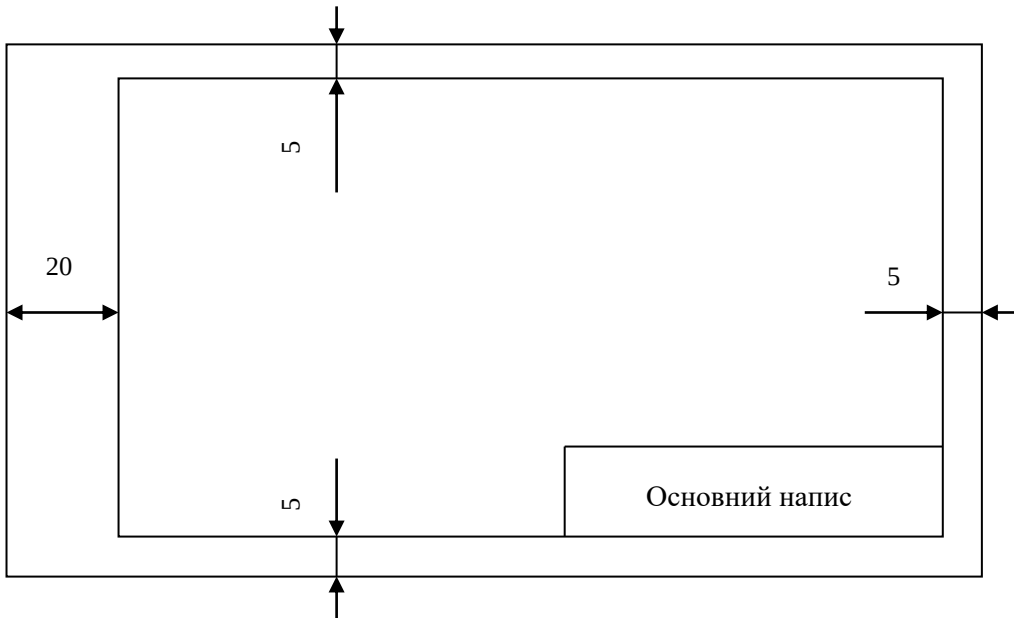


Рисунок 5. Формат.

Формат з розмірами 1189 x 841 мм, площа якого дорівнює 1м² та інші формати, одержані шляхом послідовного ділення його на дві рівні частини паралельно меншій стороні відповідного формату, приймаються за основні.

Позначення і розміри основних і додаткових форматів повинні відповідати указаним у таблиці 1.

Таблиця 1 Позначення і розміри основних форматів.

Позначення формату	A0	A1	A2	A3	A4
Розміри сторін формату, мм	1189x841	594x841	420x594	297x420	210x297

Графічні відхилення розмірів сторін форматів $\pm 0,5$ %.

Графічну частину курсового проекту виконують олівцем, тушшю або за допомогою програм комп'ютерної графіки чорним кольором на аркушах формату A1. На зазначених аркушах студенти креслять технологічну карту на вирощування заданої культури по інтенсивній технології, графіки завантаження тракторів (1-й

аркуш) і оформляють операційно-технологічну карту (2-й аркуш) або інші креслення чи таблиці згідно з завданням викладача. В додатку на міліметровому папері будується відомість-графік потреби в сільськогосподарських машинах.

Пояснення виконання графічної частини дається в розрахунково-пояснювальній записці.

На першому і другому аркушах графічної частини, в нижньому правому куті даються основні написи креслення згідно з ГОСТ 2.104-68 (рисунок 6).

185													
7		10		23		15		10		120			
11x5 = 55						ЛКВУ5. 10010102 000. 003. ГЧ							
	Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	Генеральний план об'єкта з нанесенням ТП та трас ліній				Літ		Маса	Масштаб
	Розробив	Гончарук О.Б.											
	Перевірив	Підлубний А.В.											
	Т. контр												
	Н. контр	Підлубний А.В.				Ладизинський коледж ВНАУ група Е-31				Аркуш 1		Аркушів 2	
	Затверд												

Рисунок 6. Основний напис на аркушах графічної частини.

Завдання на курсову роботу видається на початку вивчення предмету, щоб робота над нею велася паралельно із засвоєнням нового матеріалу.

Вихідні дані і перелік питань, які підлягають розробці по кожній частині курсової роботи, визначає викладач відповідно до вимог програми предмета.

Перелік питань пояснювальної записки

ВСТУП

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика об'єкта електропостачання

1.2 Джерело живлення та рівні напруг у точці приєднання

1.3 Категорія об'єкта по надійності електропостачання

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Визначення розрахункових навантажень на вводах та по об'єкту

2.2 Розрахунок допустимих втрат напруги в електромережі

2.3 Визначення кількості, місць встановлення та типів споживчих

2.4 Розрахунок потужності силових трансформаторів ТП

2.5 Електричний розрахунок ліній 0.38 кВ

2.5.1 Вибір кількості та трас ліній

2.5.2 Визначення розрахункових потужностей та робочих струмів для тривалого режиму

2.5.3 Визначення розрахункового тривалого допустимого струму нагрівання проводів на ділянках мережі

2.5.4 Попередній вибір перерізів та кількості проводів ліній

2.5.5 Перевірка ліній на втрати напруги

2.5.6 Розрахунок мережі зовнішнього освітлення

2.5.7 Розрахунок струмів К.З. на стороні 0,4 кВ

2.5.8 Перевірка СІП на термічну стійкість при К.З. та остаточний вибір проводів

2.6 Перевірка мережі на зниження напруги при пуску потужного електродвигуна

2.7 Вибір апаратів і струмопровідних частин розподільних пристроїв підстанції

2.8 Вибір та перевірка апаратів захисту ліній 0,38 кВ

2.9 Розрахунок заземлення ТП та захист від перенапруг

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

Аркуш 1 (формат А1) Генеральний план об'єкта з нанесенням ТП та трас ліній

Аркуш 2 (формат А1) Принципова електрична схема споживчої ТП 10/0,4 кВ

ЗМІСТ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

ВСТУП

У вступній частині курсової роботи студент повинен висвітлити такі питання:

Особливості електропостачання в АПК;

Задачі електропостачання, його сучасний стан;

Мета курсової роботи.

Вступ писати коротко і конкретно обсягом 1...1,5 сторінки.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика об'єкта електропостачання (для проектів з електропостачання об'єкта с.г. виробництва)

Вказати назву об'єкта та господарства, якому належить об'єкт, місце його розташування (село, селище, район). Коротко вказати, які технологічні процеси виконуються на об'єкті якого напрямку виробництво (для ферм ВРХ - м'ясного на відгодівлю чи молочного напрямку).

Вказати продуктивність (поголів'я) для тваринницьких ферм, для зернотоків – продуктивність переробки (об'єм складських приміщень в тонах, для ІТК (майстерень, гаражів та ін.), кількість умовних ремонтів, склад машинно-тракторного парку.

Вказати, в якому кліматичному районі за вітром та ожеледдю знаходиться об'єкт, вказати загальну площу об'єкта (км^2), переважаючий напрямок вітрів влітку і взимку (по «розі вітрів»), види ґрунтів на об'єкті.

1.2 Джерело живлення (електропостачання) та рівні напруг в точці приєднання.

Вказати назву, місце розташування, тип напруги (U_{BH}, U_{HH} , та, якщо є- U_{CH}) живлячої підстанції (РТП), від якої здійснюється робоче (а при наявності резервне) живлення об з яких джерел здійснюється резервне живлення об'єкта і дати коротку її характеристику: вказати кількість та потужність силових трансформаторів підстанції, їх тип ($TMH - S_H / U_{H BH}$), описати схему РП вищої напруги та перелічити встановлене обладнання, вказати його типи і призначення.

Вказати, який режим по рівнях напруги підтримується на шинах напруги 10 кВ живлячої ТП (режим сталої напруги чи зустрічного регулювання) та вказати значення напруги в(кВ) або відхилення від нормальної у відсотках (%) в режимах максимального та мінімального навантаження мережі.

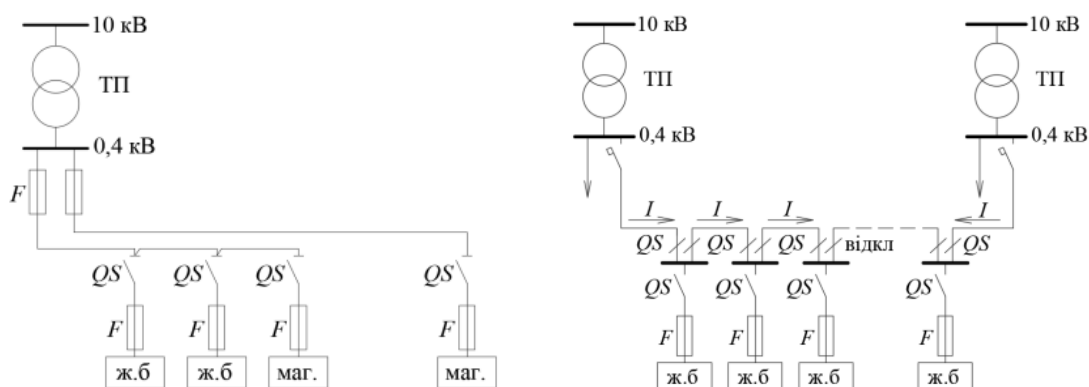


Рисунок 1 Радіальна та петльова схеми низьковольтної мережі

Описати ЛЕП 10кВ, якими здійснюється живлення споживчої ТП об'єкта (загальна довжина лінії, марка і переріз проводу, тип опор, ізоляторів лінійної арматури та інше).

1.3 Категорія об'єкта за надійністю електропостачання.

Вказати до якої категорії за надійністю електропостачання (1,2,3 категорії згідно з класифікацією ПУЕ) належить об'єкт проектування та обґрунтувати (чому саме ця категорія).

Описати вимоги до надійного електропостачання об'єктів, що належать до цієї категорії: тип споживчої підстанції (КТПТ, КТПП чи ЗТП), кількість силових трансформаторів на ТП, чи є потреба в резервуванні живлення (автоматичного чи ручного вмикання резервного живлення, з яких джерел здійснюється резервне живлення об'єкта).

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Визначення розрахункових навантажень на вводах та по об'єкту

Розрахунок освітлювальних, побутових і силових навантажень, по об'єкту або зоні електропостачання.

Розрахунок електричних навантажень потрібно виконувати згідно з методичними вказівками по розрахунку електричних навантажень у мережах 0,38...100 кВ (ЛП7).

Розрахункову потужність на вводі в житловий будинок визначають за номограмою (див. рис. 1), залежно від існуючого споживання електроенергії з урахуванням динаміки, зростання навантаження до кінця розрахункового періоду. Розрахунковий рік визначають додаванням двох років до розрахункового періоду. Наприклад, для п'ятирічного періоду розрахунковим – буде 7-й рік, а для десятирічного – 12-й. Якщо на кінець розрахункового періоду передбачено газифікацію будинків, то розрахункове навантаження зменшують на 20%.

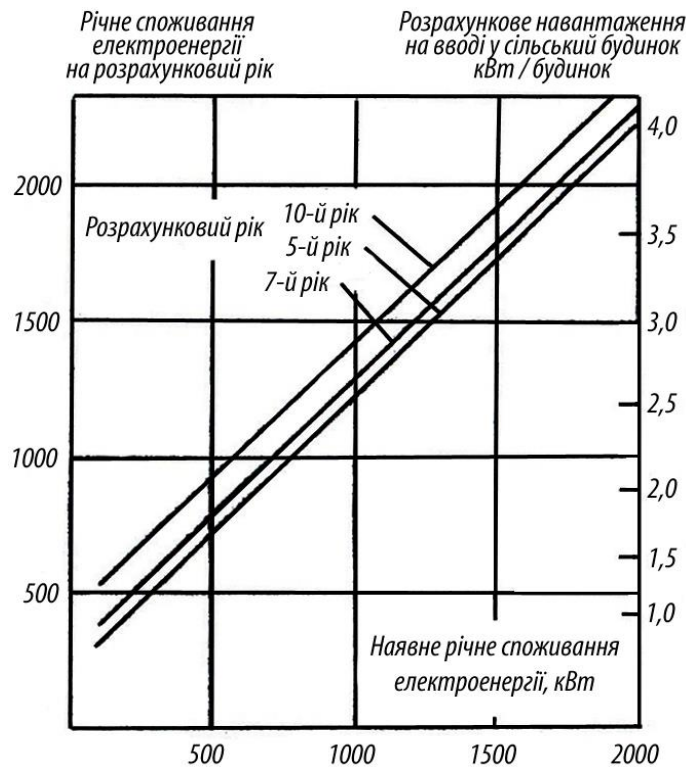


Рис. 1.

Оскільки для окремих споживачів електроенергії потрібно визначити розрахункове денне P_d і вечірнє P_v навантаження, а за номограмою визначають лише одне значення навантаження P , то для житлових будинків вводять коефіцієнт участі K . Коефіцієнт участі житлових будинків у денному максимумі дорівнює $K_d = 0,3 \dots 0,4$, а для будинків з електроплитами – $0,6$; вечірній коефіцієнт участі дорівнює одиниці ($K_v = 1$).

Тоді:

$$P_d = K_d \cdot P;$$

$$P_v = K_v \cdot P;$$

Розрахункові навантаження на вводах у виробничі, громадські і комунальні підприємства і приміщення визначають за даними дод. 1, де приведена встановлена потужність стромоспоживачів, розрахункове навантаження на вводі в денний P_d і

вечірній $P_{\text{в}}$ максимуми і потужність найбільшого двигуна (понад 10 кВт), $\cos \varphi$ окремих споживачів визначають за даними дод. 2.

Розрахункові навантаження на вводах до споживачів, які мають лише електричне освітлення і до трьох силових електроприймачів приблизно можна прийняти рівними арифметичній сумі встановлених потужностей електроприймачів.

Сумарну потужність, що споживає населений пункт або об'єкт визначають додаванням розрахункових навантажень (денних і вечірніх окремо) на вводах до споживачів з врахуванням коефіцієнта одночасності:

$$P_{\Sigma \text{д.}} = k_o \sum_{i=1}^n P_{\text{д}_i},$$

$$P_{\Sigma \text{в.}} = k_o \sum_{i=1}^n P_{\text{в}_i},$$

де $P_{\text{д}_i}$ і $P_{\text{в}_i}$ - розрахункове денне і вечірнє навантаження населеного пункту або об'єкта, кВт;

$P_{\text{д}_i}$ і $P_{\text{в}_i}$ - денне і вечірнє навантаження i -го споживача, кВт.

k_o - коефіцієнт одночасності.

Значення коефіцієнта одночасності приймають згідно з даними табл. 1 залежно від кількості будинків або приміщень, розрахунком навантаження яких підсумовують. За допомогою коефіцієнта одночасності можна підсумувати навантаження окремих однорідних споживачів, електричне навантаження яких відрізняється між собою не більше, ніж у чотири рази. Якщо різниця між електричними навантаженнями більше чотирьох (для однорідних споживачів), підсумовування, здійснюють за даними дод. 4.

$$P_{\Sigma \text{в.}} = P_{\text{б.}} + \Delta P_{(P_{\text{м}})},$$

де $P_{\text{б.}}$ - більше складове навантаження, кВт;

$P_{\text{м.}}$ - менше складове навантаження, кВт;

ΔP - добавка від меншого навантаження до більшого, кВт.

При підсумовуванні розрахункових навантажень великої кількості споживачів їх розбивають на групи (по денному і вечірньому максимуму окремо). В групи включають однорідних споживачів так, щоб розрахункові навантаження на вводах у кожній групі не відрізнялися більше, як у чотири рази.

Розрахункові навантаження окремих груп підсумовують за даними дод. 4. Якщо від споживчої трансформаторної підстанції живляться лише виробничі споживачі, то розрахункове навантаження підстанції можна вибирати лише за денним максимумом, а при живленні побутових споживачів - за вечірнім.

Таблиця 1

Коефіцієнт одночасності для підсумовування електричних навантажень, у мережах 0,38 кВ

Назва споживачів	Кількість споживачів										
	2	3	5	7	10	15	20	50	100	200	500 і більше
Житлові будинки з питомим навантаженням на вводі, кВт/буд.											
≤	0,76	0,66	0,55	0,49	0,44	0,40	0,37	0,30	0,26	0,24	0,22
>2	0,75	0,64	0,53	0,47	0,42	0,37	0,34	0,27	0,24	0,20	0,18
Житлові будинки з електроплитами і водонагрівниками	0,73	0,62	0,50	0,43	0,38	0,32	0,29	0,22	0,17	0,15	0,12
Виробничі споживачі	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,47	0,40	0,35	0,30

Крім навантажень виробничих і комунально-побутових споживачів слід враховувати навантаження вуличного і зовнішнього освітлення в сільських населених пунктах. Ці навантаження визначають за нормами (ЛЗ, с. 12) на один погонний метр довжини вулиці залежно від її ширини і забудови і додають $\sum P_v$: коефіцієнтом одночасності $K_0 = 1$.

Навантаження зовнішнього освітлення території господарських центрів (дворів) беруть з розрахунку 250 Вт на приміщення і 3 Вт на 1 м довжини периметру двору, а для громадських площ торговельних центрів – 0,5 Вт/м² площі.

Розрахункові навантаження інших споживачів в сільській місцевості встановлюють за проектами електропостачання цих об'єктів або за заявками. Орієнтовні дані таких споживачів електроенергії наведено у Керівних матеріалах по проектуванню електропостачання сільського господарства (Л7).

Вихідні дані і результати обчислень записують у табл. 3.

Таблиця 3 Розрахункові дані по споживачах

Визначення розрахункових навантажень

Номер на плані	Назва об'єкта	Встановлена потужність, кВт	Потужність найбільшого двигуна	Денний максимум		Вечірній максимум		Розташування об'єкта на плані	
				Р _д , кВт	cosφ _д	Р _в , кВт	cosφ _в	х	у

2.2 Розрахунок допустимих втрат напруги в електромережі

Допустима втрата напруги в лініях 0,38 і 10 кВ визначається за відхиленням напруги у споживачів, яка повинна бути в межах $\pm 5\%$ від номінальної. Скласти розрахункову схему електропостачання.

Загальна допустима втрата напруги під час 100 % навантаження дорівнює:

$$\Delta U_{\text{доп}}^{100} = \Delta V_{\text{живл.}}^{100} + \sum (V_{\text{пост.}} + V_{\text{перем.}}) - \sum \Delta U_{\text{втр.}}^{100} - V_{\text{спож.}}^{100},$$

де $\Delta V_{\text{живл.}}^{100}$ – відхилення напруги біля джерела живлення при 100 % навантаженні (для системи 35/10/0,4 кВ – на шинах 10 кВ підстанції 35/10 кВ), %;

$\Delta V_{\text{спож.}}^{100}$ – допустиме відхилення напруги у споживача при 100 % навантаженні, %;

$\sum (V_{\text{пост.}} + V_{\text{перем.}})$ – сума постійних та перемінних надбавок напруги трансформаторів, %;

$\sum \Delta U_{\text{втр.}}^{100}$ – сумарні втрати напруги в лініях та в трансформаторах при 100% навантаженні, %.

Одержану загальну допустиму втрату напруги необхідно розділити приблизно порівну між лініями мережі 10 і 0,38 кВ.

Відхилення напруги у найближчого до джерела живлення споживача при 25% навантаженні віддаленої ТП перевіряємо за виразом:

$$V_{\text{спож.}}^{25} = \Delta V_{\text{живл.}}^{25} + \sum (V_{\text{пост.}} + V_{\text{перем.}}) - \sum \Delta U_{\text{втр.}}^{25},$$

де $\Delta V_{\text{живл.}}^{25}$ – відхилення напруги біля джерела живлення при 25 % навантаженні, %;

$\sum (V_{\text{пост.}} + V_{\text{перем.}})$ – сума постійних та перемінних надбавок напруги трансформаторів, %;

$\Sigma \Delta U_{втр.}^{25}$ – сумарні втрати напруги в лініях та в трансформаторах при 25% навантаженні, %.

Для розрахунку допустимої втрати напруги складається таблиця відхилень напруги (Таблиця 4).

Приклад визначення допустимої втрати напруги в мережі.

Визначимо допустиму втрату напруги в мережі (Рисунок2). Будемо вважати, що РТП 35/10 кВ (джерело живлення) має пристрої автоматичного регулювання напруги під навантаженням (РПН). Це дає змогу підтримувати напругу на шинах 10 кВ в межах $\Delta V_{спож.}^{100} = +5\%$, $\Delta V_{живл.}^{25} = 0\%$ (задається у завданні).

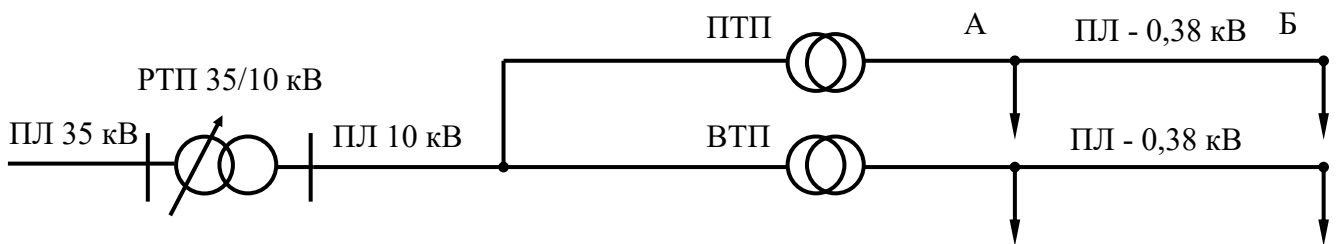


Рисунок 2 Розрахункова схема мережі

Таблиця 4 Відхилення та втрати напруги на елементах системи

Елемент установки	Відхилення напруги, %	
	Найбільш віддалена ТП (ВТП)	
	100%	25%
Відхилення напруги на шинах 10 кВ	+5	0
Лінія 10 кВ	-7	-1,7
Трансформатор 10/0,4 кВ		
– постійна надбавка	+5	+5
– перемінна надбавка	+2,5	+2,5
– втрати	-4	-1
Лінія 0,38 кВ	-6,5	0
Відхилення напруги у споживача	-5	4,8 < +5

Для віддаленої ТП приймаємо надбавку трансформатора + 7,5 % (+5 – постійна; +2,5 – перемінна надбавка). Тоді сумарно допустима втрата напруги в мережах 10 і 0,38 кВ складе:

$$\Delta U_{дон}^{100} = +5 + (+5 + 2,5) - 4 - (-5) = 13,5\%.$$

Загальна втрата напруги ділиться приблизно порівну між мережами 10 і 0,38кВ.

$$\Delta U_{дон 10}^{100} = -7\%, \Delta U_{дон 0,38}^{100} = -6,5\%.$$

Перевіримо відхилення напруги у найближчого споживача (точка А) при 25% навантаженні віддаленої ТП. Для цього будемо вважати, що втрата напруги в мережі 0,38 кВ дорівнює нулю – $\Delta U_{\text{доп } 0,38}^{100} = 0$.

$$V_{\text{спож.}}^{25} = 0 + (+5 + 2,5) - (1,7 + 1 + 0) = +4,8\% < +5\%.$$

Зробити висновки по виконаній роботі - умова виконується якщо $V_{\text{сп}}^{25} < +5\%$.

2.3 Визначення кількості, місць встановлення та типів споживчих ТП

Кількість трансформаторних підстанцій на об'єкті можна визначити за формулою:

$$n_{\text{ТП}} = \sqrt{\frac{S_p \cdot F \cdot B}{\Delta U_{\text{доп } 0,38}}},$$

де S_p - повна розрахункова потужність навантаження об'єкта, кВА;

F – площа об'єкта, км²;

B – коефіцієнт поєднання напруг трансформатора, %/ км²;

$\Delta U_{\text{доп } 0,38}$ - допустимі втрати напруги в лінії 0,38 кВ, % .



Рисунок 3 План господарства

На плані господарства ТП-10/0,4 кВ розміщують з таким розрахунком, щоб вони знаходилися у центрі навантаження, а лінії 0,38 кВ були по можливості меншої довжини. Координати центру навантаження

$$x = \frac{\sum P_i x_i}{\sum P_i}; \quad y = \frac{\sum P_i y_i}{\sum P_i},$$

де P_i – розрахункова потужність на вводі окремих споживачів або їх груп, кВт;
 x_i, y_i – відстані до споживачів, або їх груп за осями координат.

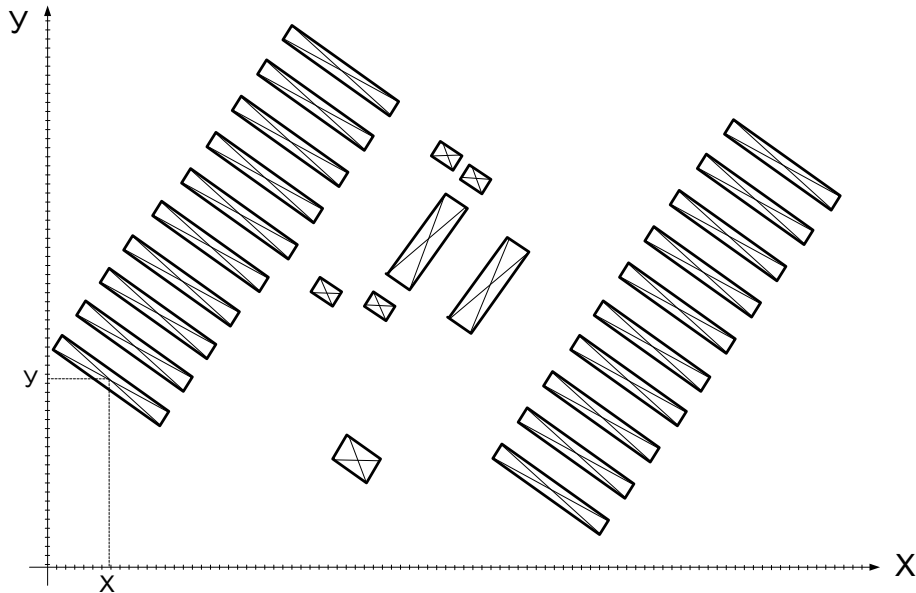


Рисунок 3 Картограма навантаження

Мірило та розташування осей координат вибирають довільно рис.3. Розміщувати ТП-10/0,4 кВ на плані населеного пункту необхідно по можливості так, щоб вони живили споживачів однакового характеру, а також прагнути до рівномірного розподілу навантаження між фідерами.

2.4 Розрахунок потужності силових трансформаторів ТП

Потужність силових трансформаторів визначають в залежності від типу трансформаторної підстанції та кількості трансформаторів у трансформаторній підстанції, враховуючи рекомендований коефіцієнт завантаження.

Для одотрансформаторних підстанцій розрахункову потужність розраховують за формулою:

$$S_{p.m} = \frac{S_p}{k_z}, \text{ кВА}$$

де S_p - повна розрахункова потужність більшого з максимумів (денного чи вечірнього), кВА;

k_z - рекомендований коефіцієнт трансформатора, приймаємо $k_z = 0,6 \dots 0,8$.

Для двотрансформаторних підстанцій розрахункову потужність розраховуємо за формулою:

$$S_{p.m} = k_z \cdot S_p,$$

де $k_z = 0,6 \dots 0,65$.

За значенням розрахункової потужності вибираємо стандартне значення потужності трансформатора $S_{н.т.}$ (дод. 3).

Визначаємо дійсний коефіцієнт завантаження трансформатора і порівнюємо його з рекомендованим

$$k_{з.д.} = \frac{S_p}{n \cdot S_{н.т.}},$$

де $S_{н.т.}$ - номінальна потужність силового трансформатора, кВА;

n - кількість силових трансформаторів, шт.

Остаточно вибирають тип силового трансформатора і тип трансформаторної підстанції.

Таблиця 5 Технічні характеристики трансформатора

Номінальна повна потужність, кВ·А	Номінальна напруга, кВ		Схема з'єднання обмоток	Втрати потужності, кВт		Напруга к.з.	Опір прямої послідовності, мОм			Опір при однофазному замиканні 1/3 Z _{тр} , мОм
	ВН	НН		ΔР _М	ΔР _{ХХ}		R _Т	X _Т	Z _Т	

2.5 Електричний розрахунок ліній 0,38 кВ

2.5.1 Вибір кількості та трас ліній

Після визначення місця розміщення ТП вирішується питання про кількість ліній та трасу їх проходження [2, с. 252]. Для електропостачання с.г. об'єкту потрібно прийняти, як правило, не більше 3-х ліній 0,38 кВ, що відходять від однієї ТП, а для потужних трансформаторних підстанцій (250 кВА і вище) – не більше 5 [2].

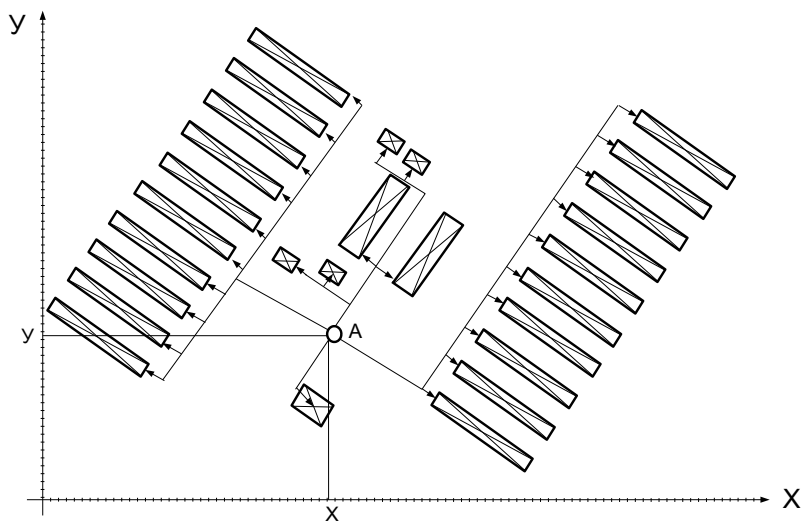


Рисунок 4 План господарства із нанесенням ЛЕП 0,4кВ від трансформаторної підстанції А

Для кожної лінії складають розрахункову схему, на якій показують споживачів, навантаження денного та вечірнього максимумів (P_D і P_B), нумерацію розрахункових ділянок, їх довжину.

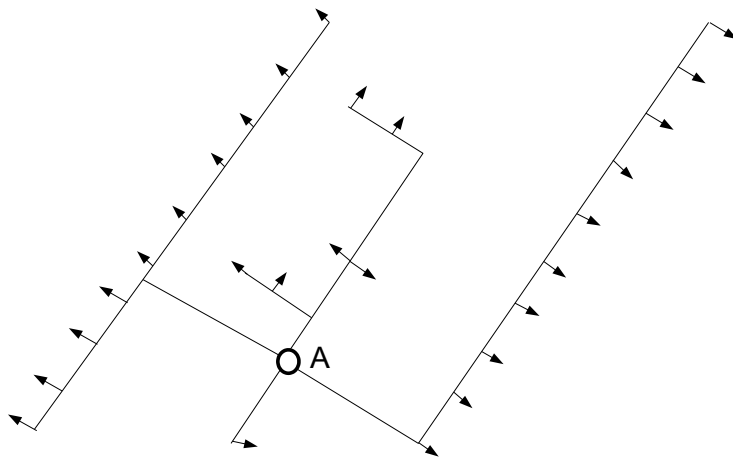


Рисунок 5

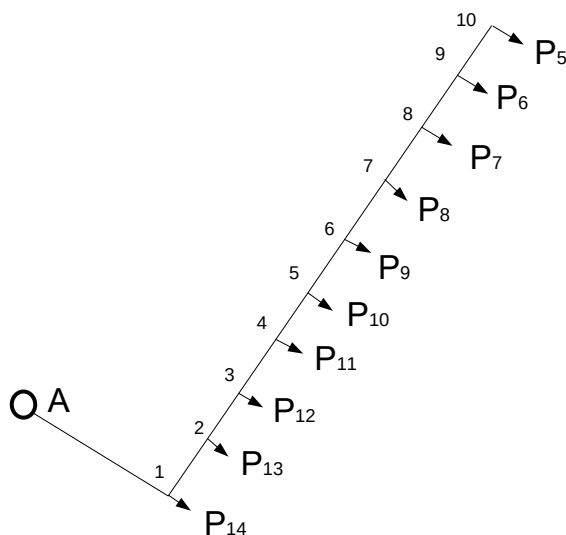


Рисунок 6 Розрахункова схема лінії (фідера) живлення споживачів

Розрахункові схеми припускається викреслювати без масштабу.

2.5.2 Визначення розрахункових потужностей та робочих струмів для тривалого режиму

Розрахункові потужності на ділянках по кожному фідеру знаходимо шляхом додавання потужностей відповідних споживачів, що живляться по цих ділянках за формулою:

$$P_{\text{діл.}} = P_{\text{б.}} + \Delta P_{(P_{\text{м}})},$$

де $P_{\text{б.}}$ - більше складове навантаження, кВт;

$P_{\text{м.}}$ - менше складове навантаження, кВт;

ΔP - добавка від меншого навантаження до більшого, кВт.

Робочі струми для тривалого режиму на ділянках мережі визначаються за формулами:

- для однофазних споживачів:

$$I_{pi} = \frac{P_{pi} \cdot 10^3}{U_{nc} \cdot \cos \varphi_i}$$

- для трифазних споживачів:

$$I_{pi} = \frac{P_{pi} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{nc} \cdot \cos \varphi_i}$$

де I_{pi} - розрахунковий струм і-ої ділянки мережі, А;

P_{pi} - навантаження і-ої ділянки мережі, Вт;

U_{nc} - напруга мережі, В;

$\cos \varphi_i$ - коефіцієнт потужності.

2.5.3 Визначення розрахункового тривалого допустимого струму нагрівання проводів на ділянках мережі

Розрахунковий тривало припустимий струм нагрівання проводів $I_{\text{д.р.і}}$ визначається за формулою:

$$I_{\partial.p.i} = \frac{I_{pi}}{K_{\theta}}$$

$$K_{\theta} = \sqrt{\frac{\theta_{тр.доп.} - \theta_{навк}}{\theta_{тр.доп} - \theta_{он}}},$$

де K_{θ} - коефіцієнт, який враховує дійсну температуру навколишнього середовища;

$\theta_{тр.доп.}$ - тривало припустима температура нагрівання проводу, °С;
(вибирається по дод. 5);

$\theta_{навк}$ - дійсна температура навколишнього середовища, °С; значення беруться з дод. 5;

$\theta_{он}$ - нормована температура навколишнього середовища для провідників, °С; приймаються по дод. 5.

2.5.4 Попередній вибір перерізів та кількості проводів ліній

За дод. 6 з урахуванням максимальної температури повітря $\theta_{навк}$ й інтенсивності сонячної радіації (Вт/м²) обирають перетин жили проводу за умовою:

$$I_{тр.доп.пр} \geq I_{\partial.p.},$$

де $I_{тр.доп.пр}$ - тривало допустимий струм навантаження СП, А.

Вибрані провoda заносяться в таблицю.

Таблиця 6 Вибір самонесучих ізольованих проводів (СП) для ПЛ-0,38 кВ

Номер фідера	Розрахункова ділянка	Розрахункова активна потужність $P_{д\ddot{л}}$, кВт	Робочий струм на ділянці I_p , А	Розрахунковий тривало допустимий струм $I_{д.p.}$, А	Довжина ділянки l , км	Характеристика СП					
						Марка та переріз жил $F_{ж.р.}$, мм ²	Тривало допустимий струм $I_{доп.тр.}$, А	Питомий опір		Втрати напруги	
								активний r_0 Ом/км	індуктивний x_0 Ом/км	на ділянках ΔU_i , %	від ТП ΔU_{A-i} , %

2.5.5 Перевірка ліній на втрати напруги

Визначити втрату напруги на ділянках мережі ΔU_i :

$$\Delta U_{i\%} = \frac{\sqrt{3} I_{p,i} l_i (r_0 \cos \varphi_i + x_0 \sin \varphi_i)}{U_i} \cdot 100\%$$

де r_0, x_0 - питомий активний та індуктивний опір проводів, Ом/км (береться з дод. 8);

l_i - довжина і-тої ділянки, км.

$$\sin \varphi_i = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_i}$$

Визначити сумарну втрату напруги в мережі від трансформаторної підстанції до кожного із споживачів:

$$\Delta U_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \Delta U_i$$

Порівняти сумарну втрату напруги в мережі з допустимим значенням, розрахованим при складанні таблиці відхилень напруги (за п. 2.2 табл. 4) $\Delta U_{табл}$

$$\Delta U_{\Sigma} \leq \Delta U_{табл}$$

Якщо умова не виконується, необхідно замінити переріз СІП на більший. Паспортні характеристики СІП наведені в додатку 13.

2.5.6 Розрахунок мережі зовнішнього освітлення

Приймаємо, що освітлення на об'єкті буде рівномірно розподілене.

Складаємо розрахункові схеми для зовнішнього освітлення кожного фідера.

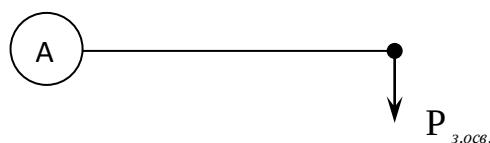


Рисунок 7 Розрахункова схема зовнішнього освітлення фідерів

Для всіх інших фідерів мережі розрахункова схема аналогічна.

Знаходимо потужність зовнішнього освітлення відповідного фідера за формулою:

$$P_{з.осв.} = 0,25 \cdot n, \text{ кВт}$$

де n – кількість приміщень, шт.

Знаходимо робочі струми для тривалого режиму, за формулою:

$$I_{роб.} = \frac{P_{з.осв.} \cdot 10^3}{U_{\phi} \cdot \cos \varphi}, \text{ А}$$

де $P_{з.осв.}$ - потужність зовнішнього освітлення відповідного фідера, кВт;

U_{ϕ} - фазна напруга, кВ;

$\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності, приймаємо $\cos \varphi = 0,9$.

Знаходимо тривало допустимий струм нагрівання проводів за формулою:

$$I_{\partial.p.} = \frac{I_{роб.}}{K_{\theta}}, \text{ А}$$

де I_{pi} - робочий струм зовнішнього освітлення відповідного фідера, А;

K_{θ} - коефіцієнт що враховує дійсну температуру оточуючого середовища.

$$K_{\theta} = \sqrt{\frac{\theta_{тр.доп.} - \theta_{навк}}{\theta_{тр.доп} - \theta_{он}}},$$

де $\theta_{тр.доп.}$ - тривало припустима температура нагрівання проводу, $^{\circ}\text{C}$;

$\theta_{навк}$ - дійсна температура навколишнього середовища, $^{\circ}\text{C}$;

$\theta_{норм.}$ - нормована температура навколишнього середовища для провідників, $^{\circ}\text{C}$.

По розрахунковому значенню $I_{\partial.p.}$, вибираємо марку проводу за умовою

$I_{доп.гран.} \geq I_{\partial.p.}$, і заносимо у таблицю.

Таблиця 8 Вибір самонесучих ізольованих проводів (СП) для зовнішнього освітлення.

Номер фідера	Розрахункова активна потужність $P_{дл.}$, кВт	Робочий струм зовнішнього освітлення I_p , А	Розрахунковий тривало допустимий струм $I_{др.}$, А	Характеристика СП зовнішнього освітлення		
				Марка та переріз Жил $F_{ж.р.}$, мм ²	Питомий опір	
					активний r_0 , Ом/км	індуктивний x_0 , Ом/км

2.5.7 Розрахунок струмів КЗ. на стороні 0,4 кВ

Розраховуємо діючі значення періодичної складової струму трифазного та двофазного КЗ ($I_k^{(3)}, I_k^{(2)}$), ударний струм КЗ (I_y) в розрахункових точках схеми (рис.4). Для точки К2 розрахувати діюче значення періодичної складової струму однофазного КЗ ($I_k^{(1)}$)

Складаємо однолінійну розрахункову схему мережі.

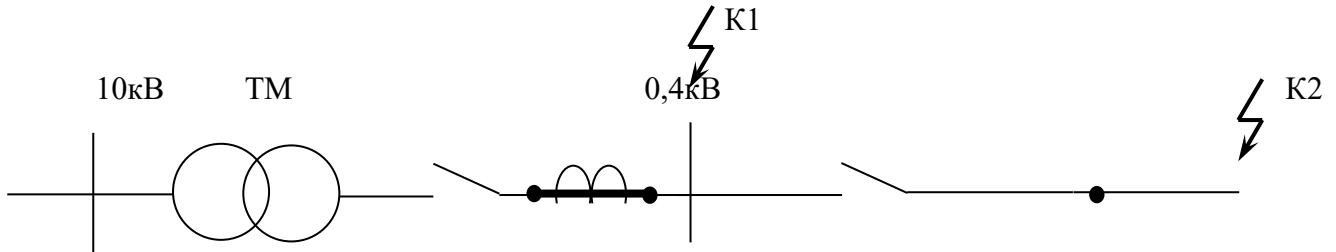


Рисунок 7 Однолінійна розрахункова схема мережі.

Складаємо еквівалентну схему заміщення кожного фідера.

Наприклад:

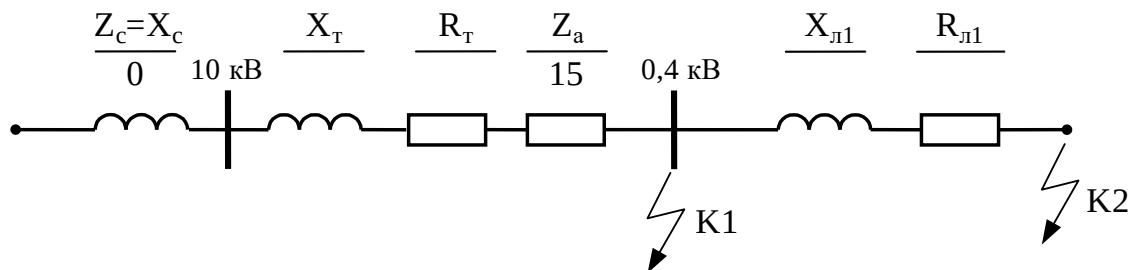


Рисунок 8 Еквівалентна схема заміщення Фідера 1

Для всіх інших фідерів еквівалентна схема заміщення аналогічна.

Знаходимо активний, повний та індуктивний опір трансформатора за формулами:

$$R_T = \frac{\Delta P_M U_n^2 \cdot 10^6}{S_{ном.тр.}^2},$$

$$Z_T = \frac{U_k U_n^2 \cdot 10^6}{100 \cdot S_{ном.тр.}},$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2},$$

де ΔP_M - втрати напруги в обмотках трансформатора, кВт;

U_H – номінальна напруга вторинної обмотки трансформатора, кВ;

$S_{\text{ном.тр.}}$ – номінальна потужність трансформатора, кВА;

U_K – напруга К.З. трансформатора, %.

Знаходимо активний та індуктивний опір лінії 0,38 кВ за формулами:

$$R_l = \Sigma(r_o \cdot l_l),$$

$$X_l = \Sigma(x_o \cdot l_l),$$

де l_l – довжина відповідної ділянки, м;

r_o, x_o – питомий активний та індуктивний опір 1 км проводу відповідної ділянки, Ом/км.

Знаходимо результуючі значення опорів до точок К.З. за формулами:

Точка К1

$$Z_{\text{рез.1}} = Z_c + Z_T + Z_a, \text{ мОм}$$

де Z_c – повний опір системи, мОм;

Z_T – повний опір трансформатора, мОм;

Z_a – опір контактних з'єднань, мОм.

Точка К2:

$$R_{\text{рез.2}} = R_T + R_l,$$

$$X_{\text{рез.2}} = X_T + X_l, \text{ мОм}$$

$$Z_{\text{рез.2}} = \sqrt{X_{\text{рез.2}}^2 + R_{\text{рез.2}}^2}$$

Знаходимо діюче значення періодичної складової струму трифазного К.З. за формулою:

$$I_{\text{к.з.к}}^{(3)} = \frac{U_H}{\sqrt{3} Z_{\text{рез.1}}}, \text{ кА}$$

де U_H – номінальна лінійна напруга в точці КЗ, В.

Знаходимо амплітудне значення повного струму КЗ за формулою:

$$i_{y_K} = 1,4 \cdot I_{\text{к.з.к}}^{(3)}$$

Знаходимо діюче значення періодичної складової струму двофазного К.З. за формулою:

$$I_{к.з.к}^{(2)} = 0,87 \cdot I_{к.з.к}^{(3)},$$

Для розрахунку струму однофазного КЗ у найвіддаленішій точці лінії необхідно розрахувати повний опір петлі «фаза-нуль» до цієї точки. Прийняти r_0 фазного проводу рівним r_0 нульового проводу.

$$Z_n = \sqrt{(2r_0 l)^2 + (2x_0 l)^2},$$

$$I_{к.з.}^{(1)} = \frac{U_\phi}{(Z_c + Z_n + 1/3Z_T)},$$

де U_ϕ – фазна напруга мережі, В;

$1/3Z_T$ - повний опір трансформатора при однофазному КЗ., мОм;

Z_n - повний опір петлі «фаза-нуль», мОм.

Остаточні результати розрахунків заносимо у таблицю.

Таблиця Результати розрахунків струмів К.З.

Точка К.З.	$Z_{рез.},$ мОм	$R_{рез.},$ мОм	$X_{рез.},$ мОм	$Z_n,$ мОм	$i_y,$ кА	$I_{к.з.}^{(3)},$ кА	$I_{к.з.}^{(2)},$ кА	$I_{к.з.}^{(1)},$ кА
К1								
К2								

2.5.8 Перевірка СІП на термічну стійкість при К.З. та остаточний вибір проводів

Перевірити СІП на термічну стійкість при короткому замиканні.

- за мінімально допустимим перерізом СІП:

1) визначити фіктивний час повного струму к. з. t_ϕ ;

2) визначити мінімально допустимий переріз СІП за умовою:

$$F_{\phi.min} = \frac{I_\infty \cdot \sqrt{t_\phi}}{C},$$

де I_∞ - струм трифазного к.з., який встановився, А;

C - коефіцієнт, який враховує матеріал проводу та кількість тепла, що виділяється в одиниці довжини, та перерізу провідника за одиницю часу; береться з дод. 7.

3) перевірити виконання умови:

$$F_{ж.р.} \geq F_{д.мин},$$

де $F_{ж.р.}$ - вибраний переріз жили проводу, мм²

2.6 Перевірка мережі на зниження напруги при пуску потужного електродвигуна

Пусковий струм короткозамкнених електродвигунів у 4...7,5 разів більший від їх номінального струму. Тому втрата напруги в мережі при пуску електродвигуна в кілька разів більша від втрати напруги при його нормальній роботі, що приводить до різкого зниження напруги на клеммах електродвигунів. Пуски електродвигунів здійснюють не часто, а тривалість пуску здебільшого не перевищує 10 с. Тому відхилення напруги при пуску електродвигунів допускають значно більші, ніж при нормальній роботі. Проте пусковий момент повинен бути достатнім для розгону електродвигуна до номінальних обертів.

Допускається зменшення напруги на затискачах у момент пуску не нижче 30 % від номінальної. На затискачах інших електродвигунів напруга не повинна знижуватись більш як на 20 % номінальної. Коливання напруги в мережі перевіряють здебільшого при пуску короткозамкнених електродвигунів, приєднаних до джерела електроенергії (трансформатора) через повітряну лінію.

Для того, щоб коливання напруги в мережі 0,38 кВ під час пуску асинхронного електродвигуна знаходилося у заданих межах, необхідно щоб виконувалася умова:

$$\Delta U_{факт} \% \leq \Delta U_{дон} \%,$$

де $\Delta U_{дон} \%$ – допустиме коливання (втрата) напруги, %;

$\Delta U_{факт} \%$ – фактичне коливання (втрата) напруги, %.

Наближене значення фактичного коливання (втрати) напруги в процентах при пуску двигуна визначають за формулою:

$$\Delta U_{\text{факт}} \% = \frac{Z_M}{Z_M + Z_{\text{ед}}} \cdot 100 \% ,$$

де Z_M – повний опір електричної мережі, Ом;

$Z_{\text{ед}}$ – повний опір короткого замикання асинхронного двигуна, Ом.

$$Z_{\text{ед}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot k_i \cdot I_{\text{нд}}} ,$$

де U_n – номінальна напруга мережі, В;

k_i – кратність пускового струму електродвигуна;

$I_{\text{нд}}$ – номінальний струм електродвигуна, А.

При живленні від трансформатора повний опір мережі визначається:

$$Z_M = Z_L + Z_m ,$$

де Z_L – повний опір лінії від трансформатора до двигуна, Ом;

Z_m – повний опір короткого замикання трансформатора, Ом.

Повний опір лінії від трансформатора до двигуна:

$$Z_L = \sum l_i \sqrt{r_{oi}^2 + x_{oi}^2} ,$$

де r_{oi}, x_{oi} – питомі опори проводів i -тої ділянки лінії, Ом/км;

l_i – довжина i -ї ділянки лінії, км.

Повний опір короткого замикання трансформатора:

$$Z_m = \frac{U_{\kappa \%} \cdot U_H^2}{100 \cdot S_{\text{н.тр}}} ,$$

де $U_{\kappa \%}$ – напруга короткого замикання трансформатора, %;

U_H – номінальна напруга трансформатора з низької сторони, кВ;

$S_{\text{н.тр}}$ – номінальна потужність трансформатора, кВА.

2.7 Вибір апаратів і струмопровідних частин розподільних пристроїв підстанції

Відповідно до ПУЕ електричну апаратуру як низької, так і високої напруги вибирають за каталогом. Номінальні напруга і струм апарата, наведені в каталозі повинні дорівнювати напрузі і струму електроустановки в номінальному режимі роботи, або дещо перевищувати їх. Вимикаючі апарати (вимикачі, вимикачі

навантаження, запобіжники тощо) вибирають, крім цього за струмом і потужністю вимикання: вимірювальні трансформатори – за класом точності з урахуванням дійсного навантаження їх вторинних обмоток. Вибір доцільно вести табличним методом, порівнюючи розрахункові дані з паспортними даними електричної апаратури. Паспортні дані наведені в [2].

Умови вибору обладнання наведено у додатку 10.

Вибір високовольтичних запобіжників для захисту трансформаторів.

Запобіжники ПК-10 для захисту трансформаторів споживчих ТП 10/0,4 кВ вибирають за умовою:

$$I_b \geq (1,5-2,5) I_{HT1}, A$$

Селективна робота з автоматами з боку 0,4 кВ забезпечується якщо час плавлення вставки $t_{пл.сел} \geq 0,35$ сек. При струмі через запобіжник рівний $1,1 I_{HT1}$ Перевірку часу вимикання трансформатора запобіжником при КЗ на шинах НН (0,4 кВ) здійснюють за умовою:

$$t_{доп} \geq t_{пл},$$

де $t_{доп}$ - допустимий час протікання струму КЗ по трансформатору, сек;

$t_{пл}$ - час плавлення вставки запобіжника при струмі КЗ з боку 10 кВ при КЗ на шинах 0,4 кВ ТП 10/0,4 кВ (за ампер-секундною характеристикою (дод. 11) сек.)

Допустимий час вмикання трансформатора за умовою нагрівання

$$t_{доп} = \frac{900}{K^2}$$

Кратність струму КЗ на шинах 0,4 кВ до номінального струму трансформатора з боку 0,4 кВ

$$K = \frac{I_{K0,4}^{(3)}}{I_{HT2}},$$

де $I_{K0,4}^{(3)}$ – струм КЗ на шинах 0,4 кВ, А;

I_{HT} - номінальний струмовий захист силового трансформатора з боку 0,4 кВ, А.

2.8 Вибір та перевірка апаратів захисту ліній 0,38 кВ

Для захисту ліній 0,38 кВ на ТП 10 /0,4 кВ встановлюють блок, рубильник – запобіжник із запобіжниками ПР2 або автоматичні вимикачі серії АП-50, А3100, А3700, АЕ 2600, ВА.

Номінальний струм теплового розчіплювача автомата для захисту лінії 0,38 кВ вибирають за умовою:

$$I_{нт} \geq K_{нт} I_p, A.$$

Струм спрацювання електромагнітного розчіплювача автомата визначають за умовою :

$$I_{cc} \geq 1,25 I_K^{(3)}, A$$

Чутливість відсічи перевіряють за умовою :

$$K_q = \frac{I_K^{(2)}}{I_{ce}} \geq 1,1$$

де K_n – коефіцієнт надійності (для запобіжників $K_n=1,1$);

$K_{нт}$ – коефіцієнт розкиду струму розчіплювача ($K_{нт}= 1,1-1,3$);

I_p – робочий струм лінії , А;

$I_K^{(3)}$ – струм струм трифазного КЗ в місці встановлення найближчого захист лінії, А

$I_K^{(2)}$ - струм двофазного КЗ в місці встановлення захисту А.

Перевірка вибраних автоматичних вимикачів на чутливість до однофазних коротких замикань в кінці лінії здійснюється за умовою:

$$I_{к.з.}^{(1)} \geq 3I_{ном.т.} .$$

2.9 Розрахунок заземлення ТП та захист від перенапруг

Розрахунок заземлення ТП проводять у такій послідовності:

1. Залежно від виду та напруги електроустановки приймають нормативне значення опору заземлюючого пристрою та визначають розрахункове значення питомого опору ґрунту для вертикальних і горизонтальних електродів.

$$\rho_{роз} = K_c K \rho_{вим}$$

де K_c , K - коефіцієнти сезонності та стану ґрунту, визначаються за таблицею залежно від кліматичної зони та вологості ґрунту (K_c визначається окремо для вертикальних заземлювачів та окремо для смуги зв'язку);

$\rho_{вим}$ - виміряне приладом значення питомого опору ґрунту, Ом·м.

2. Визначають опір розтіканню струму вертикального електрода за формулою:

$$R_d = 0,366 \rho_{\text{роз}} \frac{\lg\left(\frac{\kappa l}{d}\right) + 0,5 \lg\left(\frac{4h_{\text{ср}} + 1}{4h_{\text{ср}} - 1}\right)}{l},$$

де $\rho_{\text{врозим}}$ розрахункове значення питомого опору ґрунту для вертикального заземлювача Ом·м;

κ - коефіцієнт форми вертикального заземлювача ($\kappa = 2$ - для круглих стержнів і труб; $\kappa = 2,1$ - для кутника);

l, d - довжина та діаметр (для кутника - ширина полки) заземлювача, м;

$h_{\text{ср}}$ - середня глибина закладання вертикального заземлювача (відстань від поверхні ґрунту до середини стержня), м.

3. Визначають опір штучного заземлюючого пристрою, який необхідно виконати для забезпечення нормованого значення опору заземлення:

- з урахуванням повторних заземлень нульового проводу для електроустановок до 1000 В із заземленою нейтраллю.

$$r_{\text{шт}} = \frac{r_{\text{ном}} r_{\text{пз}}}{r_{\text{пз}} - r_{\text{ном}}};$$

- якщо повторні заземлення не враховують, то $r_{\text{шт}} = r_{\text{з.норм.}}$.

4. Розраховують теоретичну кількість вертикальних заземлювачів

$$n_t = \frac{r_{\text{з.норм}} r_{\text{пз}}}{r_{\text{пз}} - r_{\text{з.норм}}};$$

5. Визначають опір смуги зв'язку (якщо її враховують)

$$R_r = 0,366 \rho_{\text{розр}} \frac{\lg\left(\frac{\kappa l_r^2}{dh}\right)}{l_r}$$

де $\rho_{\text{роз}}$ - розрахункове значення питомого опору ґрунту для смуги зв'язку, Ом м;

κ - коефіцієнт форми смуги зв'язку ($\kappa = 1$ - для круглого перерізу; $\kappa = 2$ - для прямокутного перерізу);

l_r - довжина горизонтального заземлювача ($l_r = a \cdot n_r$, де a — відстань між електродами; n_r - теоретична кількість заземлювачів), м;
 d - діаметр круглого стержня або ширина пластини смуги зв'язку, м;
 h - глибина закладання смуги зв'язку від поверхні землі, м.

6. Визначають за кривими (дод. 12) значення коефіцієнта екранування вертикальних заземлювачів (η_v) (якщо враховують смугу зв'язку — η_r) по відношенню a/l та n_r теоретичній кількості заземлювачів (a — відстань між електродами, м; l довжина вертикального заземлення, м).

7. Визначають дійсну кількість вертикальних електродів

- без урахування горизонтальної смуги

$$n_d = \frac{n_m}{\eta_v}$$

- з урахуванням горизонтальної смуги зв'язку

$$n_d = \frac{R_v \eta_r \left[\frac{1}{r_{шт}} - \frac{1}{R_r} \right]}{\eta_v},$$

де n_m - теоретична кількість вертикальних електродів, шт.;

R_v - опір вертикального електрода, Ом;

R_r - опір смуги зв'язку, Ом;

$r_{шт}$ - опір штучного заземлюючого пристрою, Ом;

η_v, η_r - коефіцієнт екранування вертикальних електродів і смуги зв'язку (дод.12).

8. Якщо $n_d < n_r$, то приймають до виконання кількість заземлювачів рівну n_r ; якщо $n_d > n_r$, приймають кількість стержнів n_d (округлене значення), знаходять значення коефіцієнта екранування η_v і η_r за нових n_d та a / l та виконують перерахунок.

Фактичний опір штучного заземлюючого пристрою без урахування повторних заземлень нульового проводу:

- без урахування смуги зв'язку

$$R_{шт} = \frac{R_B}{n_l \eta_B}$$

- з урахуванням смуги зв'язку

$$R_{шт} = \frac{R_B r_u}{R_\Gamma n_d \eta'_B R_B \eta_\Gamma}$$

Фактичний опір заземлюючого пристрою з урахуванням повторних заземлень нульового проводу

$$r_{розр} = \frac{R_{шт} r_{пз}}{R_{шт} + r_{пз}},$$

де R_B, R_Γ — опори одного вертикального заземлювача та смуги зв'язку, Ом;

η'_B, η'_Γ — уточнені значення коефіцієнтів екранування;

$R_{шт}$ — фактичний опір штучного заземлюючого пристрою без урахування повторних заземлень, Ом;

$r_{пз}$ — сумарний опір повторних заземлень нульового проводу, Ом.

Накреслити ескіз заземлюючого пристрою.

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

Аркуш 1 (формат А1) Генеральний план об'єкта з нанесенням ТП та трас ліній

Аркуш 2 (формат А1) Принципова електрична схема споживчої ТП 10/0,4 кВ

ДОДАТКИ

Додаток 1 Електричні навантаження виробничих, громадських та комунально-побутових споживачів

Назва об'єкта	Номер шифру	Встановлена потужність, Р _р , кВт	Потужність і найбільшого двигуна, кВт	Розрахункове навантаження на вводі, кВт	
				Денний максимум, Р _{мд}	Вечірній максимум, Р _{мв}
1	2	3	4	5	6

Тваринництво і птахівництво

Корівник без механізації процесів на:

100 корів	100	4	4	4
200 »	101	6	6	6

Те ж з електроводонагрівником на:

100 корів	102	10	10	18
200 »	103	18	10	18

Корінник прив'язаного утримання з
механізованим віддаленням гною на:

100 корів	104	10	4	4
200 »	105	16	6	6

Те ж з електроводонагрівником на:

100 корів	106	16	9	9
200 »	107	28	15	15

Корінник прив'язаного утримання з
механізованим доїнням, віддаленням
гною і електроводонагрівником на:

100 корів	108	20...30	10	10
200 »	109	35...60	17	17
400 »	110	65	45	45

Корівник безприв'язного утримання:

400 корів	111	5	5	5
600 »	112	7	7	7

Приміщення для ремонтного
і відгодівельного молодняка на:

170...180 голів	113	3	1	3
214 ... 260 »	114	5	3	5

Те ж з механізованим віддаленням гною:

170...180 голів	115	12...23	4	7
240 ... 260 »	116	17...40	5	8
300...330 »	117	20...42	7	13

Телятник з пологовим відділенням на:

120 телят	118	14	5	8
-----------	-----	----	---	---

230 »	119	20	6	10
340 »	120	26	7	12
Пологове відділення з профілакторієм на:				
48 місць	121	40	20	20
72 »	122	45	27	27
96 »	123	50	30	30
Пологове відділення на:				
8 місць	124	12	6	6
96 »	125	35	12	12
144 »	126	43	20	20
Літній табір великої рогатої худоби на:				
200 корів	127	23	12	12
400 »	128	35	15	15
Те ж з молочним блоком на:				
200 корів	129	30	13	14
400 »	130	45	18	19
Літній табір молодняка великої рогатої худоби на:				
400... 500 голів	131	5	1	5
Кормоцех ферми великої рогатої худоби на:				
800 ... 1000 голів	132	130	50	50
Молочний блок при корівнику на 3 тонни на добу				
Те ж на 6 тонн на добу	133	35	15	15
Кормоприготувальна при корівнику	134	45	20	20
Свинарник-маточник на 50 маток з підвісною дорогою	135	7	6	6
Те ж з гноєзбиральним транспортером	136	4	2	2
Те ж з теплогенератором	137	20	6	10
Те ж з електронагрівником	138	20	6	10
Свинарник-маточник на 100 маток з підвісними дорогами	139	60	28	28
Те ж з гноєзбиральним транспортером	140	7	4	7
Те ж з теплогенератором	141	15	5	5
Те ж з електрообігрівом	142	30	8	8
Свинарник-відгодівельник на:	143	110	55	55
1000... 1200 голів	144	8	2	6
Те ж з гноєзбиральним транспортером	145	20	6	9
Кормоцех для свиноферми на 100 маток і 1000 голів або на 2000 голів відгодівлі				
Те ж на 200 маток і 2000 голів або на 3000 голів відгодівлі	146	60	26	10
Те ж на 300 маток і 3000 голів або на 6000 голів відгодівлі	147	95	37	15
Кормоцех для відгодівлі 12000 свиней	148	115	45	15
Пташник на:	149	120	65	20
6... 9 тис. курчат	150	40	25	25
15...20 »	151	65	30	30
7 тис. молодняка	152	30	10	10
10...12 »	153	40	20	20
5...6 тис. курок	154	40	20	20
8 »	155	52	25	25
Пташник а клітковими батареями на 10...15 тис. курок-несучок				
	156	35	10	15

Те ж на 20 тис. курок-несучок	157	45		12	20
Кормоцех птахоферми на 25...30 тисяч курок	158	60	14	25	10
Навіси для вирощування 4 ... 8 тисяч каченят або 2...4 тис. гусенят	159	2		1	2
Пташник на:					
3000 каченят	160	50		20	10
5000 »	161	80		40	20
Пташник на 2000 індичок маточного стада	162	40		25	10
Цех для вирощування індиченят на 14000 голів	163	125		70	30
Пташник для вирощування 3300 гусенят-бройлерів	164			25	15
То ж для 6300 гусенят-бройлерів	165			45	25
Інкубаторій на:					
2 інкубатора	166	25		20	20
4 »	167	50		30	30
6 »	168	100		60	60
10 »	169	120		80	80
Вівчарня на 80...1000 вівцематок	170	6		1	5
Вівчарня на 1000 голів молодняка	171	5		2	4
Конюшня	172	5		3	3
Обладнання для пресування кормів:					
ОПК-2,0	173	150	110	150	150
ОПК-3,0	174	210	160	210	210
ОПК-3,0У	175	137	110	135	135
ОПК-5,0	176	334	250	330	330
Обладнання для гранулювання трав'яного борошна:					
ОТМ-0,8А	177	60	45	50	50
ОТМ-1,5	178	100	75	85	85
Агрегат для приготування трав'яного борошна:					
АВМ-0,65	181	105	30	80	80
АВМ-1,5А	182	230	40	185	185
АВМ-3,0	183	450	160	360	360
АВМ-5,0	184	758	160	605	605
Обладнання для гранулювання комбікормів:					
ОГК-3	179	75		55	55
ОГК-6	180	110		70	70
Пункт приготування трав'яного борошна уна базі двох агрегатів АВМ-0,65	185		45	590	590
Те ж на базі агрегату АВМ-1.5А	186		110	300	300
Дробарка кормів: ДБ-5-1	187	42	40	40	-
КДМ-2	188	30	30	30	-
Подрібнювач грубих кормів:					
ІГК-3ОБ	189	30	30	30	-
ІРТ-І65	190	160	150	150	-
«Волгар-5»	191	22	22	22	-
«Волгар-15»	192	46	46	40	-

Комбикормовий завод потужністю 60 т/добу	193	1290	75	650	650
Комбикормовий цех потужністю:					
10...15 т/добу	194	140	14	65	65
30 т/добу	195	250	20	120	120
50 т/добу	196	300	20	190	190
Забійно-санітарний пункт	197	15		6	
Ветеринарний пункт	198	1		1	
Ветеринарно-фельдшерський пункт	199	5		3	3
Пункт штучного осіменіння	200	4		2	-
Дільнична ветеринарна лікарня	201	50		20	10

Рослинництво, допоміжне виробництво

Комплект машин і обладнання зерноочисного агрегату ЗАВ-20	300	30		25	26
Те ж з насіннєочисним відділенням	301	65		55	57
Комплект машин та обладнання зерноочисного агрегату ЗАВ-40	302	45		35	36
Те ж з насіннєочисним відділенням	303	80		65	66
Зерноочисний пункт ЗАР-5	304	32		30	32
Комплекс машин та обладнання зерноочисно-сушильного комплексу:					
КЗС-10Б	305	65		65	65
КЗС-20Б	306	100		100	100
КЗС-20Ш	307	164		164	164
КЗС-40	308	190		190	190
КЗР-5	309	250		250	250
Пункт післязбиральної обробки зерна кукурудзи у качанах потужністю 10 т/год	310	150		120	120
Зерносховище з пересувними механізмами місткістю:					
500 т	311	20		10	5
1000...2000 т	312	60		20	10
Те ж з стрічковим транспортером 1000 т	313	75	14	25	10
Овочекартоплесховище на:					
300...600 т	314	8			
Те ж на 1000 т	315	10		5	2
Те ж з опалювально-вентиляційною установкою на:					
500 ... 600 т	316	30	14	20	20
1000 т	317	50	17	36	36
Холодильник для зберігання фруктів місткістю на:					
50 т	318	12		8	8
250 т	319	62	13	35	35
350 т	320	140	30	65	65
700 т	321	195	40	95	95
Насіннєсховище місткістю:					
1000 т	322	100	22	80	80
2500 т	323	140	22	95	95
Склад розсипних і гранульованих кормів місткістю:					
200 т	324	30		20	1
360 т	325	45		30	5
520 т	326	50		35	10

Склад концентрованих кормів з дробаркою:

ДКУ-1	327	24	14	15	1
КДУ-2	328	40	30	25	1
Склад мінеральних добрив	329	16	12	12	1
Склад отрутохімікатів місткістю до 2000 т	330	10	-	5	1
Склад нафтопродуктів місткістю до 300 м ³	331	7	-	5	2
Цех виноробства потужністю 50...100 тис. дал/рік	332			80	80
Цех овочевих і фруктових консервів потужністю:					
1 млн. ум. банок у рік	333			100	100
3 »	334			125	125
Те ж з солінням і квасінням:					
1 млн. ум. банок у рік+300 т	335			150	150
3 млн. ум. банок у рік+500 т	336			180	180
Цех з переробки 50 т солінь і 130 т капусти	337	52		40	40
Кумисний цех на 1 ... 2 тис. л/добу	338	20		12	12
Кузня	339	10		5	1
Теслярня	340	15		10	1
Столярний цех	341	25		15	1
Лісопилний цех а пилорамою ПГМ-79	342	35	22	16	2
Те же з Р-65	343	45	30	23	2
Млин з жорновим посадом:					
5/4	344	10		5	1
6/4	345	12		8	1
7/4	346	15	13	10	1
8/4	347	25	22	17	1
Млин вальцовий потужністю 6 т/добу	348	25	10	15	1
Те ж 25 т/добу	349	55	10	35	2
Крупорушка	350	20		12	1
Просорушка	351	3		2	1
Гречерушка	352	4		3	1
Маслоробка	353	20		10	1
Приймальний пункт молокозаводу потужністю:					
10 т/зміну	354	120	14	45	45
30 т/зміну	355	215	30	65	65
Хлібопекарня потужністю:					
3 т/добу	356	10		5	5
5,5 т/добу	357	30		15	15
11 т/добу	358	55		25	25
Пункт первинної обробки льону	359	25		15	1
М'яльно-тіпальний цех на:					
4 т/добу	360	70		30	3
8 т/добу	361	140		60	4
Хмелесушка з повітрянагрівником	362	16	10	10	10
Камерна	363	100	30	55	55
Сінажна-башта	364	60	-	10	-

Установка вентиляційна для досушування сіна	365	155	13	120	120
Бавовнозаготівельний пункт з сушильно-очисним цехом	366	800	55	380	405
Картоплесортувальний пункт	367	6		5	
Цегельний завод на 1...1,5 млн. цегли на рік	368	30	20	20	6
Те ж на 3 млн. цегли на рік	369	50	20	30	8
Тепла стоянка для тракторів	370	12		5	2
Пункт технічного обслуговування машин і обладнання на фермах	371	15		10	5
Матеріально-технічний склад	372	5		3	1
Майстерня пункту технічного обслуговування у бригаді на:					
10... 20 тракторів	373	35		15	5
30... 40 »	374	45		20	10
Гараж з профілакторієм на:					
10 автомашин	375	45		20	10
25 »	376	85		30	15
60 »	377	115		45	20
Картоплесортувальний пункт на 30 т/годна обладнання НДР	378			80	50
Центральна ремонтна майстерня на:					
25 тракторів	379	110		45	25
50 ...100 »	380	160		60	30
150 ...200 »	381	230		90	45
Пожежне депо на 1-2 автомашини	382	6		4	0,4
Котельня з казанами КВ-30М або Д-721	383	10		5	5
Котельня з казанами «Універсал-6»:					
для опалення	384	25		15	15
для паропостачання	385	13		7	7
Котельня з 4 казанами «Універсал-6» для опалення і гарячого водопостачання	386	55		28	28
Те ж для паропостачання	387	28		18	18
Насосні станції для зрошувальних систем	388	55		55	55
»	398	100		100	100
Насосні станції для зрошування систем	390	200		200	200
»	391	280		280	280
»	392	400		400	400

Додаток 2 Коефіцієнти потужності сільськогосподарських споживачів і трансформаторних підстанцій 10/0,4 кВ

Споживачі, трансформаторні підстанції	Коефіцієнт потужності ($\cos\varphi$) і коефіцієнт реактивної потужності ($\tan\varphi$) у максимум навантаження			
	денний		вечірній	
	$\cos\varphi$	$\tan\varphi$	$\cos\varphi$	$\tan\varphi$
Тваринницькі і птахівницькі приміщення	0,75	0,88	0,85	0,62
Те ж саме, з електрообігрівом	0,92	0,43	0,96	0,29
Кормоцехи	0,75	0,88	0,78	0,80
Опалення: вентиляція тваринницьких приміщень	0,99	0,15	0,99	0,15
Зернохранилища і майданчики зерноочистки	0,70	1,02	0,75	0,88
Установки зрошення і дренажу ґрунту	0,80	0,75	0,80	0,75
Парники і теплиці на електрообігріві	0,92	0,43	0,96	0,29
Майстерні, гаражі для машин, тракторні стани	0,70	1,02	0,75	0,88
Олійниці і млини	0,80	0,75	0,85	0,62
Цехи по переробці сільськогосподарської продукції	0,75	0,88	0,80	0,75
Громадські організації і комунальні підприємства	0,85	0,62	0,90	0,48
Житлові будинки без електроплит	0,90	0,48	0,93	0,40
Те ж саме, з електроплитами і водонагрівниками	0,92	0,43	0,96	0,29
Трансформаторні підстанції 10/0,4 кВ з навантаженням:				
виробничим	0,70	1,02	0,75	0,88
комунально-побутовим	0,90	0,48	0,92	0,43
змішаним	0,80	0,75	0,83	0,67

Додаток 3 Технічні данні понижувальних трансформаторів напругою 35-10/ 0,4 кВ до напруги 0,4/ 0,23 кВ

Номінальна повна потужність, кВ·А	Номінальна напруга, кВ		Схема з'єднання обмоток	Втрати потужності, кВт		Напруга к.з.	Опір прямої послідовності, мОм			Опір при однофазному замиканні 1/3 Z _{тр} , мОм
				ΔP _М	ΔP _{ХХ}		R _Т	X _Т	Z _Т	
	ВН	НН								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
25	10	0,4	Y/Y _Н	0,6	0,13	4,5	153,9	243,6	287	1040
			Y/Y _Н	0,69	0,13	4,7	176,5	243	302	300
40	10		Y/Y _Н	0,88	0,175	4,5	88	157	180	650
			Y/Z _Н	1,0	0,175	4,7	100	159	187,5	190
63	10		Y/Y _Н	1,28	0,24	4,5	52	102	114	410
			Y /Z _Н	1,47	0,24	4,7	59	105	119	120
100	10		Y/Y _Н	1,97	0,33	4,5	31,5	64,7	72	260
			Y/Z _Н	2,27	0,33	4,7	36,3	65,7	75	75
	35		Y/Y _Н	1,97	0,42	6,5	31,5	99	104	254
			Y/Z _Н	2,27	0,42	6,8	36,2	126,5	109	109
160	10		Y/Y _Н	2,65	0,51	4,5	16,6	41,7	45	162
			Y/Z _Y	3,1	0,51	4,7	19,3	42,2	47	50
	35		Y/Y _Н	2,65	0,62	6,5	16,6	62,8	65	159
			Y/Z _Н	3,1	0,62	6,8	19,3	65,2	68	68
250	10		Y/Y _Н	3,7	0,74	4,5	9,4	27,2	28,7	104
			Y/Z _Н	4,2	0,74	4,7	10,8	28	30	30
	35		Y/Y _Н	3,7	0,9	6,5	9,4	40,5	46	102
			Y/Z _Н	4,2	0,9	6,8	10,8	42,2	43,6	43
400	10		Y/Y _Н	5,5	0,95	4,5	5,5	17,1	18	65
			Y/Y _Н	5,9	0,95	4,5	5,9	17	18	19
	35		Y/Y _Н	5,5	1,2	6,5	5,5	25,4	26	60
630	10		Y/Y _Н	7,6	1,31	5,5	3,1	13,6	14	42
			Y/Y _Н	8,5	1,31	5,5	3,4	13,5	14	14
	35		Y/Y _Н	7,6	1,31	6,5	3,1	16,2	16,5	40
630	35		10,5	Y/Δ	7,6	1,6	6,5	—	—	—
1000	35	Y/Δ		11,6	2,35	6,5	—	—	—	—
1600	35	Y/Δ		16,5	3,1	6,5	—	—	—	—
2500	35	11	Y/Δ	23,5	4,35	6,5	—	—	—	—
4000	35		Y/Δ	33,5	5,7	7,5	—	—	—	—
6300	35		Y/Δ	46,5	8,0	7,5	—	—	—	—

Додаток 4 Таблиця для підсумування навантажень у мережі 0,38кВ

Р	ΔP	Р	ΔP	Р	ΔP	Р	ΔP
0,2	+0,2	11	+6,7	36	+23,5	61	+41,7
0,3	+0,2	12	+7,3	37	+24,2	62	+42,4
0,4	+0,3	13	+7,9	38	+25,0	63	+43,1
0,5	+0,3	14	+8,5	39	+25,8	64	+43,8
0,6	+0,4	15	+9,2	40	+26,5	65	+44,5
0,8	+0,5	16	+9,8	41	+27,2	66	+45,2
1,0	+0,6	17	+10,5	42	+28,0	67	+45,9
1,5	+0,9	18	+11,2	43	+28,8	68	+46,6
2,0	+ 1,2	19	+11,8	44	+29,5	69	+47,3
2,5	+1,5	20	+12,5	45	+30,2	70	+48,0
3,0	+ 1,8	21	+13,11	46	+31,0	72	+49,4
3,5	+2,1	22	+13,8	47	+31,8	75	+50,2
4,0	+2,4	23	+14,4	48	+32,5	76	+52,2
4,5	+2,7	24	+15,0	49	+33,2	78	+53,6
5,0	+3,0	25	+ 15,7	50	+34,0	80	+55,0
5,5	+3,3	26	+16,4	51	+34,7	82	+56,4
6,0	+3,6	27	+17,0	52	+35,4	84	+57,8
6,5	+3,9	28	+17,7	53	+36,1	86	+59,2
7,0	+4,2	29	+18,4	54	+36,8	88	+60,6
7,5	+4,5	30	+19,0	55	+37,5	90	+62,0
8,0	+4,8	31	+19,7	56	+38,2	92	+63,4
8,5	+5,1	32	+20,4	57	+38,9	94	+64,8
9,0	+5,4	33	+21,2	58	+39,6	96	+66,4
9,5	+5,7	34	+22,0	59	+40,3	98	+67,62
10	+6,0	35	+22,8	60	+41,0	100	+69,0

Додаток 5

Тривало допустимі (спостереженні) температури нагріву провідників і апаратів

Провідники і апарати	$\theta_{тр.доп.}, ^\circ\text{C}$
Неізольовані проводи і шини	70
Кабелі з паперовою ізоляцією напругою, кВ	
- до 3 включно	80
- 6	65
- 10	60
- 20 і 35	50
Проводи, шнури, кабелі з гумовою полівінілхлоридною або пластмасовою ізоляцією	65

Максимальна температура повітря та інтенсивність літньої сонячної радіації на території України

Область	Максимальна температура, $^\circ\text{C}$		Інтенсивність радіації, Вт/м^2
	літом	зимою	
Вінницька	40	9	776
Волинська	39	8	773
Дніпропетровська	41	9	776
Донецька	41	8	779
Житомирська	39	7	773
Закарпатська	41	11	779
Запорізька	42	13	786
Івано-Франківська	38	11	779
Київська	40	7	773
Кіровоградська	40	9	779
Луганська	41	8	779
Львівська	38	11	776
Миколаївська	40	13	786
Одеська	41	12	792
Полтавська	40	8	776
Автономна республіка Крім	41	17	805
Рівненська	38	8	770
Сумська	39	6	773
Тернопільська	39	8	776
Харківська	41	7	773
Херсонська	40	12	786
Хмельницька	39	8	776
Черкаська	40	8	776
Чернігівська	39	7	767
Чернівецька	38	9	779

Нормована температура навколишнього середовища для провідників і апаратів

Провідники і апарати	Середовище	$\theta_{он}, ^\circ\text{C}$
Проводи, шини, кабелі	Повітря	25
	Земля	15
	Вода	15
Апарати	Повітря	35

Додаток 6 Тривало допустимі струми навантаження СП з алюмінієвими жилами

Переріз струмопровідної жили, мм ²	Струм, А, за інтенсивності сонячної радіації, Вт/м ²					
	0		600		1125	
	При температурі навколишнього повітря, °С					
	25	40	25	40	25	40
10	90	80	80	65	65	50
16	110	95	95	80	75	55
25	150	130	125	105	100	70
35	180	155	150	120	120	80
50	235	205	195	160	150	100
70	290	255	240	190	180	115
95	350	305	280	225	210	125
120	410	360	330	265	240	140

Додаток 7 Значення коефіцієнта C

Вид провідника	C
Шини:	
- мідні	170
- алюмінієві	90
- сталеві при $\theta_{к.доп.} = 400^{\circ} C$	70
- сталеві при $\theta_{к.доп.} = 300^{\circ} C$	60
Кабелі до 10 кВ:	
- з мідними жилами	140
- з алюмінієвими жилами	90
Кабелі 20 - 35 кВ:	
- з мідними жилами	105
- з алюмінієвими жилами	70
Кабелі і ізолювані проводи з полівінілхлоридною або гумовою ізоляцією:	
- з мідними жилами	120
- з алюмінієвими жилами	75
Кабелі і ізолювані проводи з поліетиленовою або гумовою ізоляцією:	
- з мідними жилами	103
- з алюмінієвими жилами	65

Додаток 8 Активні і індуктивні опори дротів і кабелів з алюмінієвими і мідними жилами (для напруг до 500 В) при номінальному навантаженні

Перетин мм ²	Опір, Ом/км			
	активний r		індуктивний x	
	Алюміній	Мідь	Проводи відкрито прокладені	Проводи в трубках або кабелі
1	2	3	4	5
1,5	22,2	13,35	-	0,11
2,5	13,3	8,0	-	0,09
4	8,35	5,0	0,33	0,1
6	5,55	3,33	0,32	0,09
10	3,33	2,0	0,31	0,07
16	2,08	1,25	0,29	0,07
25	1,33	0,8	0,27	0,07
35	0,95	0,57	0,26	0,06
50	0,67	0,4	0,25	0,06
70	0,48	0,29	0,24	0,06
95	0,35	0,21	0,23	0,06
120	0,28	0,17	0,22	0,06
150	0,22	0,13	0,21	0,06
185	0,18	0,11	0,21	0,06
240	-	0,08	0,20	-
300	0,12	0,07	0,19	0,06

Додаток 9 Допустимий струм короткого замикання для СП з алюмінієвими жилами

Переріз струмопровідної жили, мм ²	Струм, кА, при тривалості к. з., с	
10	0,9	0,5
16	1,4	0,8
25	2,3	1,3
35	3,2	1,8
50	4,6	2,6
70	6,4	3,7
95	7,6	4,4
120	7,6	4,4

Додаток 10

Зведена таблиця вибору обладнання та струмопровідних частин

Назва обладнання	Умови вибору за		Перевірка на дію струму короткого замикання		
	напругою	струмом	динамічна стійкість	термічна стійкість	струм та потуж. вим.
Шини прямокутні та круглі	-	$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{р.макс}}$	$\sigma_{\text{розр}} \geq \sigma_{\text{доп}}$	$F_{\text{мін}} \geq \frac{I_{\text{к}}^{(3)} \sqrt{t_{\text{ф}}}}{C}$	-
Кабелі	$U_{\text{н}} \geq U_{\text{роб}}$	$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{р.макс}}$	-	$F_{\text{мін}} \geq \frac{I_{\text{к}}^{(3)} \sqrt{t_{\text{ф}}}}{C}$	-
Опорні ізолятори	$U_{\text{н}} \geq U_{\text{роб}}$	-	$F \leq 0,6F_{\text{руйн}}$	-	
Прохідні ізолятори	$U_{\text{н}} \geq U_{\text{роб}}$	$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{р.макс}}$	$F/2 \leq 0,6F_{\text{руйн}}$	-	
Вимикачі	$U_{\text{н}} \geq U_{\text{роб}}$	$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{р.макс}}$	$i_{\text{макс}} \geq i_{\text{у}}$	$I_{\text{т}} \geq I_{\text{к}}^{(3)} \sqrt{t_{\text{ф}}/t}$	$S_{\text{г.вим}} \geq S_{\text{к}}$ $I_{\text{г.вим}} \geq I_{\text{к}}$
Роз'єднувачі та віддільники	$U_{\text{н}} \geq U_{\text{роб}}$	$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{р.макс}}$	$i_{\text{макс}} \geq i_{\text{у}}$	$I_{\text{т}} \geq I_{\text{к}}^{(3)} \sqrt{t_{\text{ф}}/t}$	-
Короткозамикачі	-	-	$i_{\text{макс}} \geq i_{\text{у}}$	$I_{\text{т}} \geq I_{\text{к}}^{(3)} \sqrt{t_{\text{ф}}/t}$	-
Вимикачі навантаження	$U_{\text{н}} \geq U_{\text{роб}}$	$I_{\text{н}} \geq I_{\text{р.макс}}$	$i_{\text{макс}} \geq i_{\text{у}}$	$I_{\text{т}} \geq I_{\text{к}}^{(3)} \sqrt{t_{\text{ф}}/t}$	$I_{\text{н.вим}} \geq I_{\text{р}}$
Трансформатори струму	$U_{\text{н}} \geq U_{\text{роб}}$	$I_{\text{н}} \geq I_{\text{р.макс}}$	$\sqrt{2} \cdot I_{1\text{н}} \cdot K_{\text{т}} \geq i_{\text{у}}$	$I_{1\text{н}} \cdot K_{\text{т}} \geq I_{\text{к}}^{(3)} \sqrt{t_{\text{ф}}}$	-
Трансформатори напруги	$U_{\text{н}} \geq U_{\text{роб}}$	-	-	-	$S_{2\text{н}} \geq S_2$
Запобіжники	$U_{\text{н}} = U_{\text{роб}}$	$I_{\text{вст}} \geq I_{\text{н}}$	-	-	$S_{\text{г.вим}} \geq S_{\text{к}}$

де $U_{\text{роб}}, I_{\text{р.макс}}$ - робоча наруга і максимальний струм приєднання, А;

$I_{\text{доп}}$ - довготривалий допустимий струм апаратів, кабелів, А;

$U_{\text{н}}, I_{\text{н}}$ - номінальна наруга і струм апаратів, кабелів, шин, кВ, кА;

$I_{\text{вст}}$ - номінальний струм плавкої вставки, А;

$\sigma_{\text{розр}}, \sigma_{\text{доп}}$ - розрахункова (при КЗ.) та допустима величина механічного напруження в шинах, кг/см²;

$F_{\text{руйн}}$ - руйнівне зусилля на ізолятор, гарантоване заводом, кг;

F - сила, що діє на ізолятор від електродинамічної взаємодії фазних шин при КЗ, кг;

$I_{\infty}^{(3)}$ - усталений струм короткого замикання (діюче значення періодичної складової), кА;

$S_{\text{к}}$ - потужність трифазного короткого замикання, МВА;

$I_{\text{т}}$ - струм термічної стійкості за час t , кА (за каталогом), кА;

$t_{\text{ф}} (t_{\text{зв}})$ - фіктивний або зведений час. Для сільських підстанцій, що живляться від джерела необмеженої потужності $t_{\text{ф}} = t_{\text{к}} = t_{\text{з}} + t_{\text{вим}}$;

t - час дії $I_{\text{т}}$, при якому забезпечується термічна стійкість обладнання, (за каталогом), с;

$i_{\text{макс}}$ - амплітудне значення максимального допустимого струму (струм динамічної стійкості) апарата, (за каталогом), кА;

$i_{\text{у}}$ - ударний струм трифазного короткого замикання, кА;

$K_{\text{д}}, K_{\text{т}}$ - коефіцієнт динамічної та термічної стійкості трансформаторів струму (за каталогом);

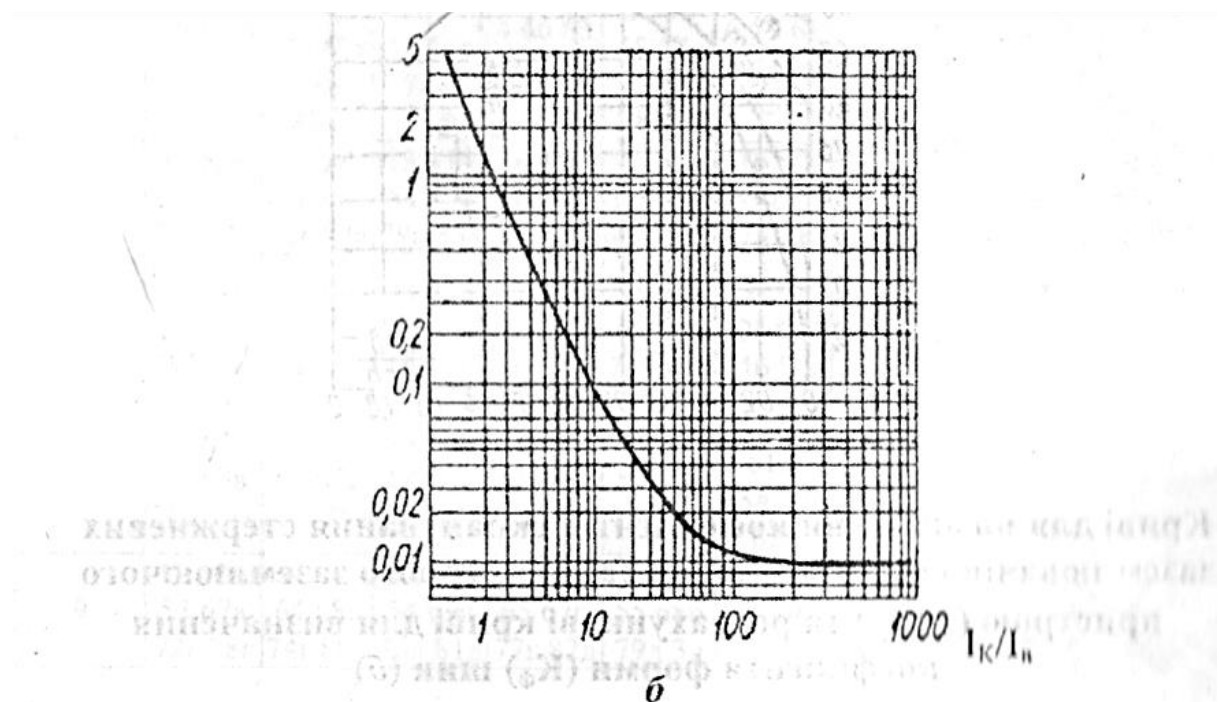
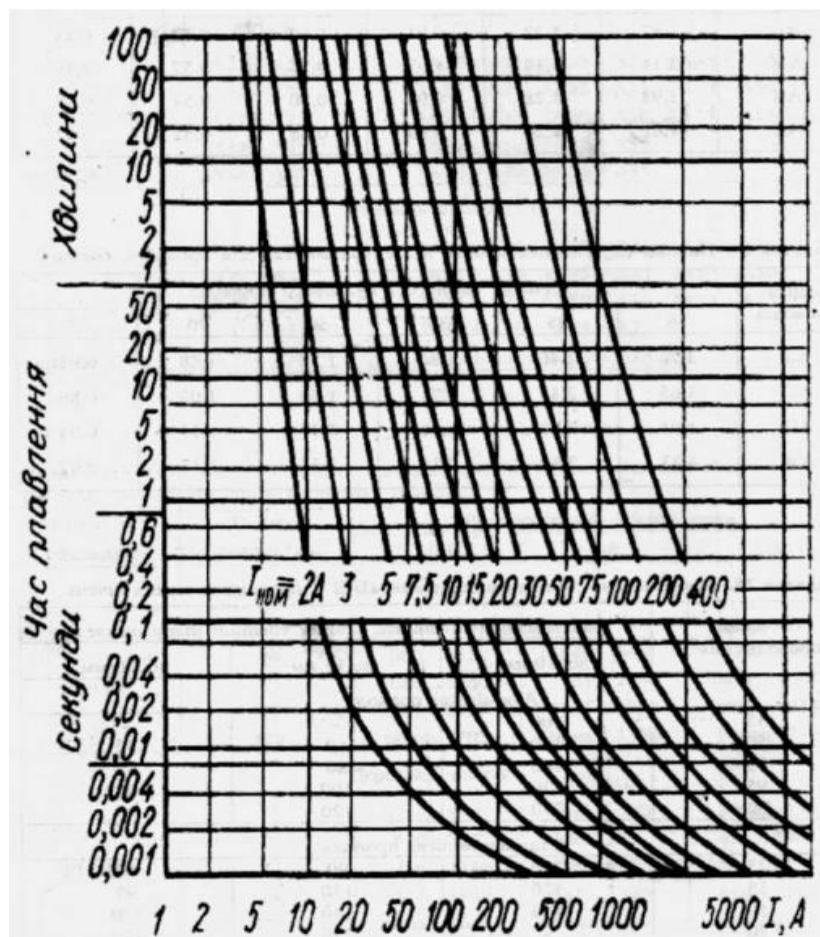
$S_{\text{г.вим}}, I_{\text{г.вим}}$ - гранична потужність і граничний струм вимикання комутаційних апаратів, (за каталогом), МВА, кА;

$I_{\text{ном}}$ - номінальний первинний струм трансформатора струму, А;

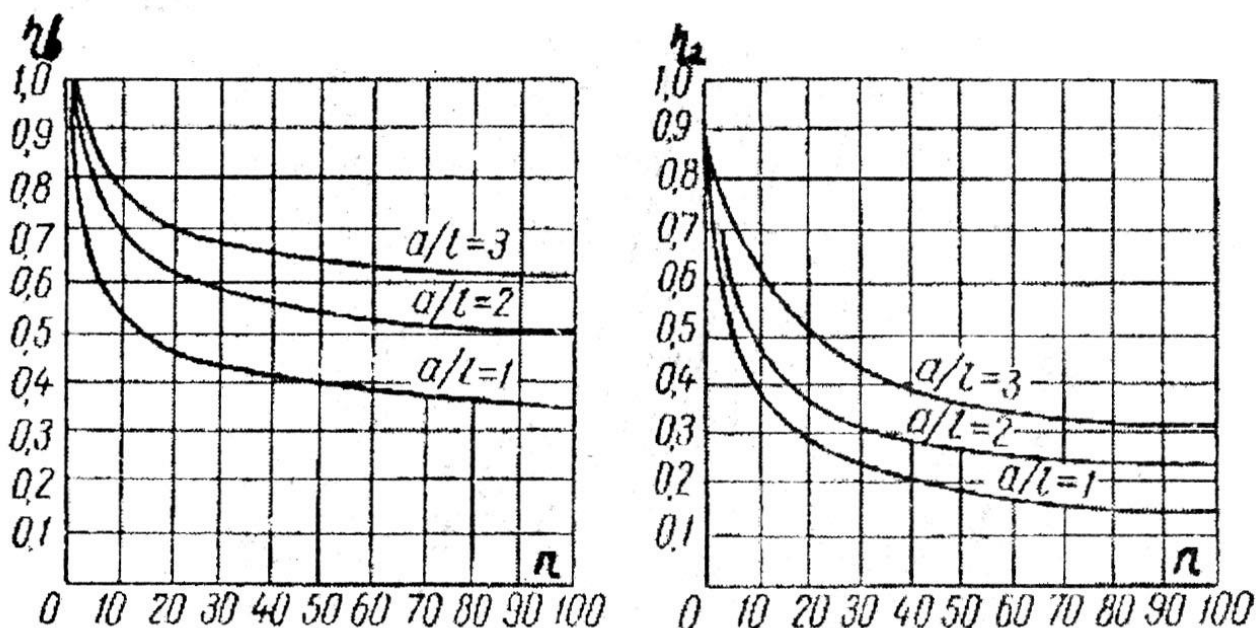
$S_{2\text{н}}, S_2$ - номінальна та фактична потужність навантаження трансформатора напруги, ВА;

$F_{\text{мін}}$ - мінімально допустимий переріз шин та кабелів при нагріванні їх струмом короткого замикання до максимальної короткочасно допустимої температури, мм²;

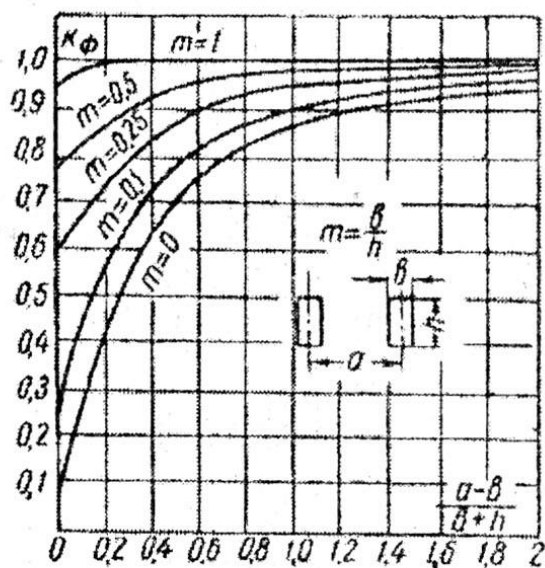
C - коефіцієнт, пов'язаний з величиною максимальної допустимої температури нагрівання провідників у нормальному режимі та при КЗ та номінальною напругою мережі (для кабелів до 1000В з алюмінієвими жилами $C=69,5$, а з мідними жилами $C=105$).



Ампер-секундна характеристика запобіжників ПК 10 (а),
характеристика найбільшого часу горіння дуги ($t_{ад}$)
запобіжників ПК 10 (б)



а)



б)

Криві для визначення коефіцієнтів екранування стержневих заземлювачів і стрічки зв'язку (а) контурного заземлюючого пристрою (η_v, η_r) та розрахункові криві для визначення коефіцієнта форми (K_ϕ) шин (б)

Додаток 13 Конструктивні параметри самоутримних ізольованих проводів

Кількість і номінальний переріз жил, мм ²	Кількість утримних жил	Загальний переріз утримних жил, мм ²	Розривне зусилля утримних жил, кН	Діаметр проводу, мм	Розрахункова маса проводу, кг/км
Проводи марки AsXS (ТУ У31.3-00113997.015-2001)					
1x16	1	15,9	2,89	7,1	72,0
1x25		24,93	4,34	8,7	107,0
1x35		34,90	5,91	9,8	133,0
1x50		50,10	8,198	11,0	187,0
1x70		69,59	11,29	13,0	247,0
2x16	2	31,80	5,0	14,2	142,0
2x25		49,86	7,8	17,4	215,0
2x35		69,80	11,0	19,6	266,0
4x16	4	63,60	9,80	17,2	289,0
4x25		99,72	15,4	21,0	433,0
4x35	4	139,60	21,5	23,7	532,0
4x35+25	4			25,0	636,0
4x35+35	4			25,5	667,0
4x50	4	200,40	30,7	28,0	749,0
4x50+25	4			29,0	849,0
4x50+35	4			29,5	881,0
4x50+2x25	4			30,0	951,0
4x50+2x35	4			31,0	1014,0
4x70	4	278,36	43,0	31,5	988,0
4x70+25	4			33,5	1091,0
4x70+35	4			34,0	1123,0
4x70+2x25	4			34,5	1193,0
4x70+2x35	4			35,3	1256,0
4x95	4	378,88	58,4	36,0	1330,0
4x95+25	4			38,0	1430,0
4x95+35	4			38,5	1462,0
4x95+2x25	4			39,0	1533,0
4x95+2x35	4			39,5	1595,0
4x120	4	481,20	73,7	39,7	1635,0
4x120+25	4			41,0	1736,0
4x120+35	4			41,5	1767,0
4x120+2x25	4			42,0	1837,0
4x120+2x35	4			43,0	1901,0
Проводи марки САПсм, САСПсм (ТУ У 00113997.011-95)					
2x16	2	31,80	31,80	14,2	133
3x10+16	1	15,90	4,65 (6,22)	13,66	181
3x16+25		24,93	6,97 (9,29)	16,70	278
3x25+35		34,90	9,60 (13,52)	19,17	399
3x35+50		50,10	13,83 (16,64)	22,82	553
3x50+70		69,59	17,00 (23,46)	26,00	751
3x70+95		94,72	19,30 (32,43)	29,93	1030
3x95+95		94,72	19,30 (32,43)	32,73	1247
3x120+95		94,72	19,30 (32,43)	34,21	1503
3x25+35+25	1	34,90	9,60 (13,52)	25,42	501
3x35+50+25		50,10	13,83 (16,64)	26,08	654
3x50+70+25		69,59	17,00 (23,46)	29,35	853
3x70+95+25		94,72	19,30 (32,43)	33,37	1132
3x95+95+25		94,72	19,30 (32,43)	37,07	1348
3x120+95+25		94,72	19,30 (32,43)	39,03	1605
3x35+50+35		50,10	13,83 (16,64)	26,73	691
3x50+70+35		69,59	17,00 (23,46)	29,91	889
3x70+95+35		94,72	19,30 (32,43)	33,81	1169
3x95+95+35		94,72	19,30 (32,43)	37,38	1385
3x120+95+35		94,72	19,30 (32,43)	39,26	1642

ВИСНОВКИ

При вивченні дисципліни «Електропостачання сільського господарства» слід здобути не тільки теоретичні знання, але й навчитися розв'язувати практичні питання проектування і розрахунку систем електропостачання сільського господарства. Курсова робота завершує вивчення дисципліни «Електропостачання сільського господарства» і її основною метою є закріплення і систематизація знань, набуття навичок самостійної роботи з проектування систем сільськогосподарського електропостачання.

Загальні рекомендації з курсової роботи допомагають студентам визначити основні положення проектування, розробити проектну документацію і забезпечити якісний рівень виконання курсової роботи.

Методичні вказівки мають практичне значення, відповідають вимогам програмного матеріалу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Єрмолаєв С.О., Яковлєв В.Ф., Мунтян В.О., та ін. Проектування систем електропостачання в АПК. – М.: Люкс, 2009. – 568 с.
2. Козирський В.В., Каплун В.В., Волошин С.М., Електропостачання агропромислового комплексу : підруч. – К. : Аграрна освіта, 2021. – 448 с.
3. Орлович А.Ю., Плешков П.Г., та інші; Електричне обладнання підстанцій систем електропостачання: навчальний посібник - М-во освіти і науки України, Центральноукр. нац. техн. ун-т. – Кропивницький : Видавець Лисенко В.Ф., 2019. – 272 с.
4. Попов В. А., Ткаченко В. В., Ярмолюк О. С. ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПОЖИВАЧІВ ЕЛЕКТРИЧНОЮ ЕНЕРГІЄЮ: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітніх програм «Системи забезпечення споживачів електричною енергією» та «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»; КПІ ім. Ігоря Сікорського. –Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 222 с

5. Правила улаштування електроустановок. – Х.: Вид-во "Форт", 2017. – 736 с.
6. Шкрабець Ф.П. Електропостачання: навч. посіб.; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2015. – 540 с
7. Методичні рекомендації по порядку написання та оформлення дипломних і курсових проектів IV видання з внесеними змінами і доповненнями Цуркан О.В., Присяжнюк Д.В., Величко Т.Г., Слюсаренко С.П.; Ладижин -2021р.- 84 с.
8. Інтернет ресурси.