

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**



МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

**ДО ВИКОНАННЯ
РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ З ВІДНОВЛЮВАНИМИ
ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ»**

*(для здобувачів першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка,
освітня програма «Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії»)*

**Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2022**

Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи з навчальної дисципліни «Електроенергетичні системи з відновлюваними джерелами енергії» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітня програма «Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : О. Б. Єгоров, М. Л. Глебова ; Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 46 с.

Укладачі: канд. техн. наук, доц. О. Б. Єгоров,
канд. техн. наук, доц. М. Л. Глебова

Рецензент

Д. В. Тугай, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри альтернативної електроенергетики та електротехніки Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою альтернативної електроенергетики та електротехніки, протокол № 6 від 13.12.2021

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Завдання 1 Розрахунки електричних навантажень у мережі до 1000 В.....	5
Контрольні запитання.....	5
Завдання 2 Вибір перетину провідників і комутаційних захисних апаратів і перевірка прийнятих перетинів по припустимій втраті напруги.....	6
Контрольні запитання.....	7
Методичні рекомендації.....	7
Список рекомендованих джерел	20
Додаток А	21

ВСТУП

Здобувачі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітньої програми «Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії» повинні виконати два завдання, що входять до розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Електроенергетичні системи з відновлюваними джерелами енергії»:

1. Розрахунки електричних навантажень у мережі до 1000 В.

2. Вибір перетину провідників і комутаційних захисних апаратів і перевірка прийнятих перетинів по припустимій втраті напруги.

Усі розрахунки з контрольних завдань і їх обґрунтування необхідно представити в записці, до якої додаються рисунки, передбачені завданнями. Вибір варіанта завдання проводиться за першими буквами прізвища та імені здобувача за таблицями 1, 2, 3, 4, 5 та рисунком 1.

Контрольні завдання необхідно представити на перевірку у передбачені строки згідно з робочими планами навчання.

ЗАВДАННЯ 1

РОЗРАХУНКИ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ У МЕРЕЖІ ДО 1000 В

Короткий опис і вихідні дані

Розрахункові схеми завдання наведені на рисунку 1. Номер схеми й характер виробничого приміщення визначаються за таблицями 1. Кількість електроприймачів (ЕП) у кожній шафі залежно від контрольної схеми визначаються за таблицями 2 та 3. Найменування ЕП і їх потужність вибираються за таблицями 4 та 5.

При розподілі ЕП по шафах зробити в такий спосіб: до 1ШР підключити з таблиць 4 та 5 перша необхідна кількість ЕП, до 2ШР – наступне число ЕП і т. д.

Завдання: розрахувати електричні навантаження методом упорядкованих діаграм таким чином, щоб вибрати перетин проводів або кабелів до кожної шафи та окремому електроприймачеві, і знайти навантаження в цілому по вузлу.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. По якому впливу на елементи схеми електропостачання визначається розрахункове навантаження?

2. Чому розрахункове навантаження не дорівнює сумі номінальних потужностей окремих електроприймачів?

3. Чому рівне розрахункове навантаження одного електроприймача, двох, трьох, чотирьох і більш?

4. Чому за розрахункове навантаження ухвалюється максимальна із середніх навантажень за 30-хвилинний інтервал осереднення?

5. Для чого вводиться поняття ефективного числа електроприймачів?

6. Що таке пікове навантаження? За рахунок чого вона виникає? Як визначити її для одного електроприймача. Групи електроприймачів. Для чого її розраховують?

7. Перелічіть основні методи розрахунків навантажень і приведіть формули для їх розрахунків.

ЗАВДАННЯ 2

ВИБІР ПЕРЕТИНУ ПРОВІДНИКІВ І КОМУТАЦІЙНИХ ЗАХИСНИХ АПАРАТІВ І ПЕРЕВІРКА ПРИЙНЯТИХ ПЕРЕТИНІВ ПО ПРИПУСТИМІЙ ВТРАТІ НАПРУГИ

Короткий опис і вихідні дані

Вихідними даними завдання є: розрахунки навантажень, проведений у завданні 1, потужність трансформаторів і умови навколишнього середовища усередині виробничих приміщень, що задаються таблицею 1.

Потрібно:

1. Для схеми завдання 1 визначити місця установки комутуючої апаратури для захисту ліній, розподільних шаф і окремих електроприймачів. Один з розподільних шаф і підстанція повинні бути укомплектовані автоматичними вимикачами типу ВА, інші – запобіжниками.

2. Представити схему живлення електроприймачів від ШР і вибрати плавкі вставки й запобіжники й автоматичні вимикача (іншого ШР) і їх уставки спрацьовування. Автоматичні вимикачі на підстанції вибирається по потужності трансформатора.

3. Залежно від типу необхідного захисту мережі вибрати перетин проводів і кабелів за умовами припустимого теплового нагрівання при тривалому протіканні розрахункового струму навантаження й забезпечення захисту від струмів перевантаження:

4. Прийняті перетини провідників від збірних шин (СШ) до ШР і ЕП повинні бути перевірені за умовою припустимій втраті напруги для самого вилученого й потужного ЕП у режимі максимальних і мінімальних навантажень добового графіка навантажень. У справжньому завданні розрахунки ведеться для робочого розрахункового струму I_p або S_p .

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які ненормальні режими можливі в мережі і як здійснюється захист мереж від них?
2. Які мережі до 1000 В вибираються по економічній щільності струму?
3. Описати, як вибираються перетини провідників у мережі до 1000 В?
4. Навіщо необхідне узгодження перетину провідника з уставками спрацьовування захисної апаратури?
5. Провіряються мережі до 1000 В на дію КЗ?
6. Що таке спадання напруги і втрата напруги?

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Теоретичні передумови до проведення даного розрахунку викладені в [4, 5]. За результатами розрахунків побудувати діаграму відхилення напруги від цехової трансформаторної підстанції до найбільш вилученого й потужного ЕП. Напруга на стороні низької напруги трансформатора ухвалюється рівним $1,05U_{ном}$.

На вибір способу виконання силової мережі впливають:

- а) навколишнє середовище;
- б) місце прокладки (за умовами захисту від механічних ушкоджень, доступності її для дотику обслуговуючим персоналом;
- в) довжина окремих ділянок мережі і її розрахункові перетини (коли вирішується питання вибору проводів або кабелів).

Кабелі вибирають при значній довжині мережі й великому перетині, проведення – незначної довжини та малого перетину.

Після того як визначено схему мережі й спосіб її прокладання залежно від навколишнього середовища, необхідно з'ясувати, від яких негативних режимів повинна бути захищена мережа. У цьому завданні всі живильні мережі (від КТП до ШР) прийняти потребуючи захисти від перевантаження та КЗ, а від ШР до ЕП – визначити самим за можливим перевантаженням цього технологічного устаткування (двигуни верстата, вентилятора, насоса) і

характеру навколишнього середовища.

Перетини проводів і кабелів вибираються за умовами припустимого теплового нагрівання при тривалому протіканні розрахункового струму навантаження I_p :

$$I_{\text{доп}} \geq I_p / K_{\text{прокл}}$$

і забезпеченні захисту від струмів перевантаження:

$$I_{\text{доп}} \geq K_3 I_3 / K_{\text{прокл}},$$

де $K_{\text{прокл}}$ – поправочний коефіцієнт на умови прокладки проводів і кабелів; K_3 – коефіцієнт захисту або кратність захисту, тобто відношення тривалого припустимого струму провідника або кабелю до струму уставки спрацьовування захисного апарата при перевантаженні або КЗ. Значення I_3 і K_3 визначаються по таблиці А.5. Значення $K_{\text{прокл}} = 1$ при нормальних умовах.

Із двох умов вибирається перетин, що задовольняє обидві умови. У випадку, коли за другою умовою перетин виявляється більшим, ніж першим, допускається застосування провідника найближчого меншого перетину, але не меншого, ніж у першій умові.

Апаратами захисту в мережах до 1000 В звичайно служать запобіжники (з набором плавких вставок) і автоматичні вимикачі з електромагнітними, напівпровідниковими або комбінованим розчіплювача (пристроями, що забезпечують автоматичне відключення автомата при ненормальних режимах у мережі).

Запобіжники й автоматичні вимикачі звичайно характеризуються наступними величинами:

Номінальним струмом запобіжника ($I_{\text{ном. перед}}$) або автомата ($I_{\text{ном. а}}$). Але в той самий запобіжник можуть бути вбудовані різні плавкі вставки, а в автомат різні розчіплювачі, розраховані на різні струми, що довгостроково протікають. Отже, другим параметром захисного апарата є номінальний струм плавкої вставки ($I_{\text{ном. вст}}$) або номінальний струм розчіплювача ($I_{\text{ном. расц}}$).

При цьому обов'язково повинні виконуватися умови: $I_{ном. перед} \geq I_{ном. вст.}$
 $I_{ном. а} \geq I_{ном. расц.}$

Третім параметром автоматичних вимикачів є уставки струму спрацьовування (уставки струму рушання захисту) при ненормальних струмах у мережі (при перевантаженнях – $I_{пер}$, коротких замиканнях – $I_{мгн}$, $I_{кз}$, називаних струмами відсічення), а для селективних автоматів – і уставки витримки часу спрацьовування при КЗ у мережі ($t_{кз}$), а для неселективних – власний час спрацьовування при КЗ у мережі.

Плавкі вставки запобіжників або розчіплювачів автоматичних вимикачів вибираються по розрахунковому струму з урахуванням піків струму, щоб вони не відключали електроустановку при короткочасних перевантаженнях (пускові струми, піки технологічних навантажень, струми при самозапуску і т. д.). Умови вибору апаратів захисти наведені в (4,5).

Технічні дані найбільше часто використовуваних автоматичних вимикачів і запобіжників і комплектність розподільних шаф (ШР) наведені в таблицях А.4, А.5 (дод. А).

При виборі уставок спрацьовування автоматичних вимикачів і номінальних струмів плавких вставок прийняти, що двигун верстатів, насосів мають легкий пуск (час пуску $t = 2-5^{\circ} C$), двигуни кранів, центрифуг – важкий (час пуску більше $10^{\circ} C$).

Тип комутуючої й захисної апаратури на підстанції вибирається залежно від потужності підстанції й заводу-виготовлювача. Підстанції прийняти комплектними. Схеми й технічні дані шаф КТП наведені в [5, 6].

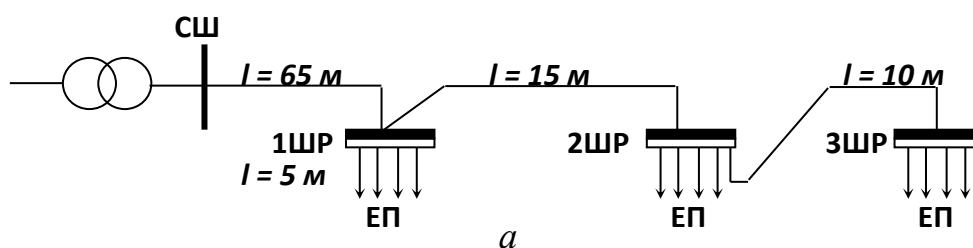
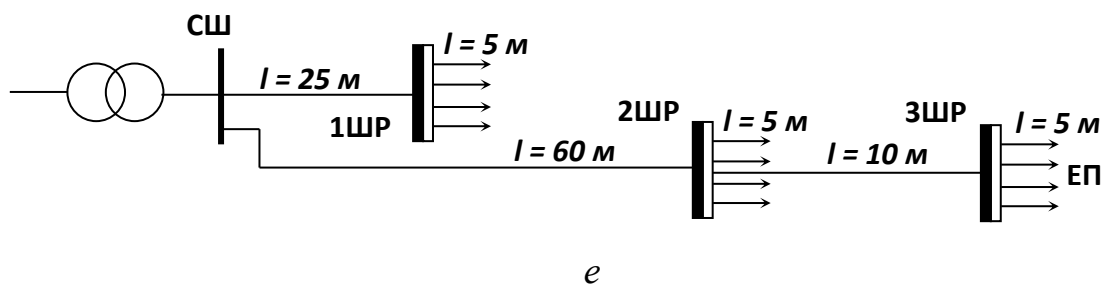
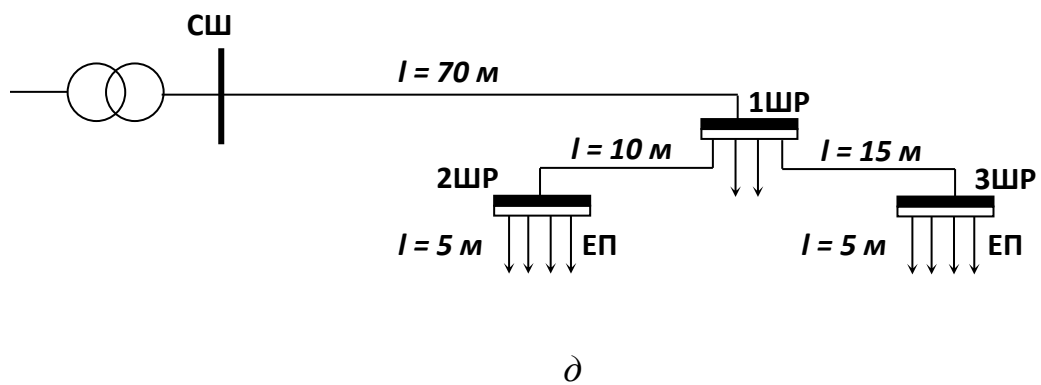
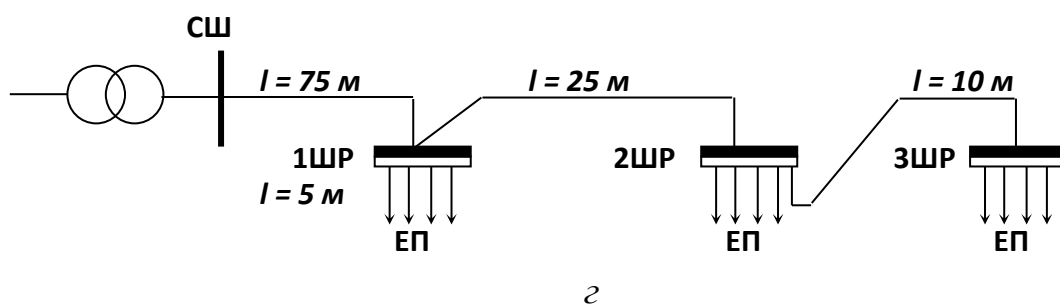
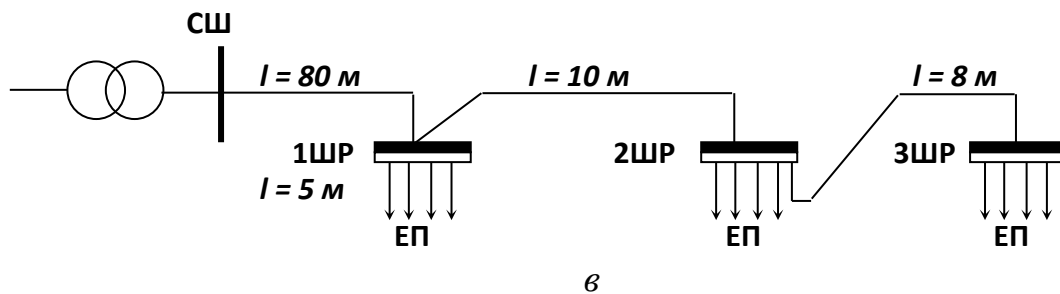
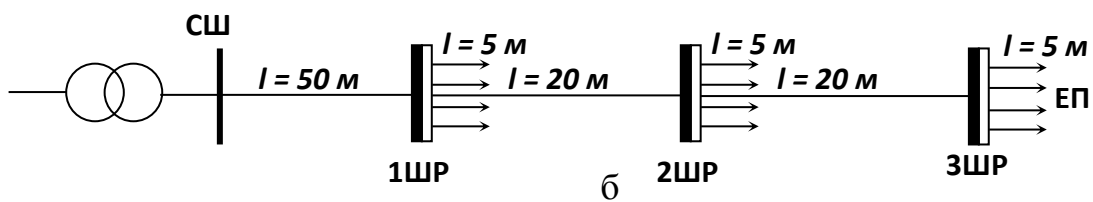
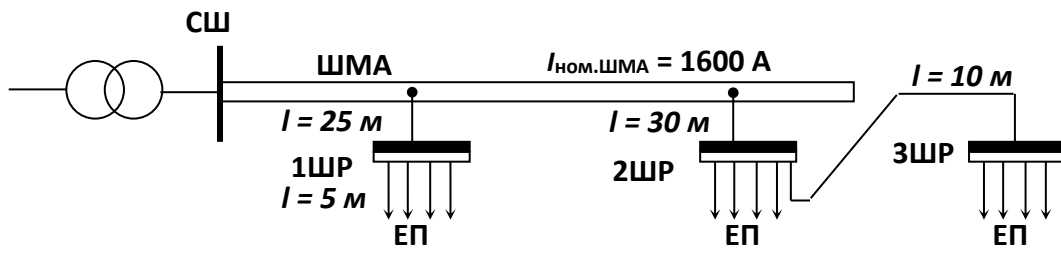


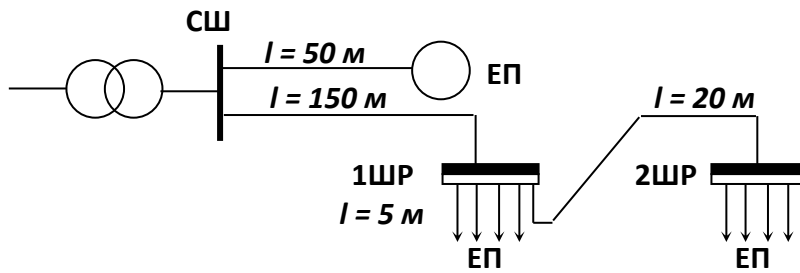
Рисунок 1 – Варіанти схем для виконання завдань



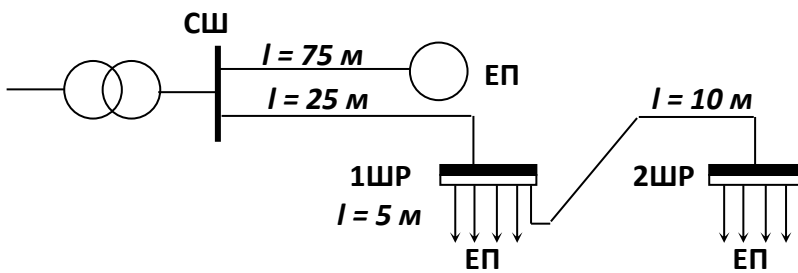
Продовження рисунка 1



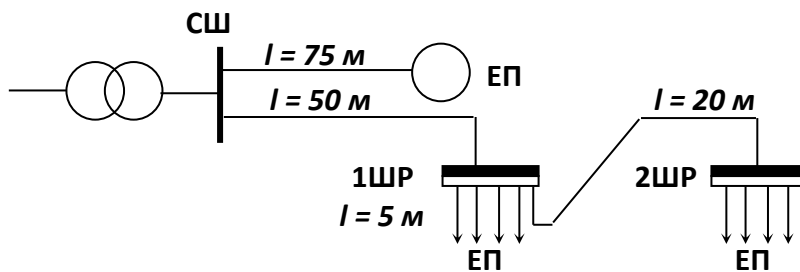
Ж



И

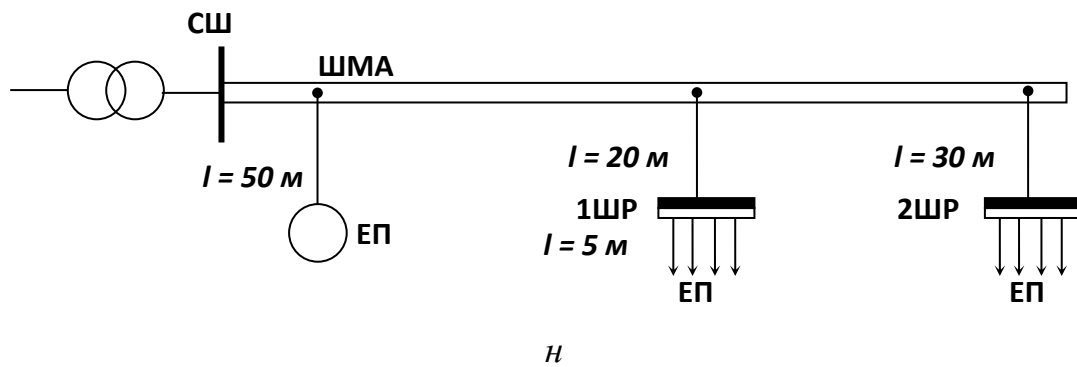
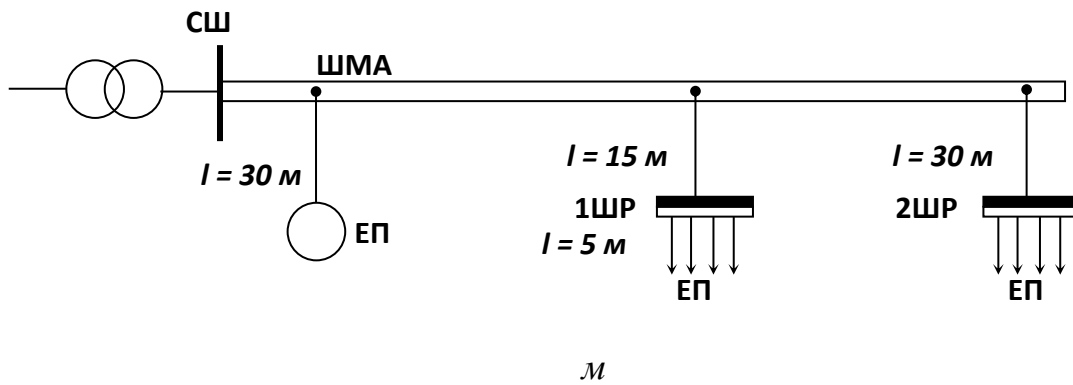


К



Л

Продовження рисунка 1



Закінчення рисунка 1

Позначення: **СШ** – збірні шини розподілоапарату із вторинної сторони трансформатора 6-10/0,4 кВ; **ЕП** – електроприймачі; **ШР** – шафа розподільна; **ШМА** – шинопровід магістральний з алюмінієвими шинами.

Таблиця 1 – Номер схеми для розрахунків і вихідні дані

Перша буква прізвища	А, Б	В	Г, Д	Е, Ж, З, І	К	Л, М, Н	О	П	Р, З	Т	В, Ф, Х, Ц, Ч	Ш, Щ, Е, Ю, Я
Номер схеми на рисунок 1	а	б	в	г	д	е	ж	и	к	л	м	н
Потужність трансформатора, кВа	400	630	1000	160	250	400	1000	630	630	1000	1 600	1 600
Характер приміщення або середовища	У-1 У-1а	У-1	В-П	У-1б	У-1	У-1	У-1б	Вологе	Хімічно активна	Пожеже небезпечне	Нормальна	

Таблиця 2 – Число електроприймачів у шафах до схем а – ж (рис. 1)

Друга буква прізвища	1ШР	2ШР	3Ш Р
А, Б, В	5	8	3
Г, Д, Е	6	7	3
З, Ж, І, Я	6	7	3
К, Л, М, Ю	5	6	5
Н, ПРО, П	6	7	3
Р, З, Т, В, Щ	7	6	3
Ф, Х, Ц, Ч, Ш	5	8	3

Таблиця 3 – Дані для розрахунків до схем и – н, (рис. 1)

Друга буква прізвища	Число ЕП в		Дані ЕП, безпосередньо підключеного до шин або ШМА
	1ШР	2ШР	
1	2	3	4
А, Б, В, Г, Д	12	4	Компресор (синхронний двигун) $P_H = 125$ кВт, $\cos\phi_H = 0,9$ (випереджальний), КПД = 0,81. Кратність пускового струму $K_P = 7$, $U_H = 380$ В
Е, Ж, З, І, К	7	9	Асинхронний двигун токарського верстата серії 4А $P_H = 132$ кВт, КПД = 0,91, $\cos(\phi_H) = 0,9$, $U_H = 380$ В, $K_P = 7$

Продовження таблиці 3

1	2	3	4
Л, ПРО, М, Н, Х	6	10	Компресор $P_n = 200$ кВт, двигун синхронний, $\cos\varphi_n = 0,9$ (випереджальний). КПД = 0,92, $U_n = 380$ В
П, Р,З,Т,В,Ф	8	8	Електропіч опору конвеерная 3-х фазна $P_n = 177$ кВт, $U_n = 380$ В
Ц, Ч, Ш, Щ, Ю, Я	4	12	Електропіч індукційна 3-х фазна $U_n = 380$ В, $S_n = 100$ кВа

Таблиця 4 – Число й номінальна (установлена) потужність устаткування у кВт, підключеного

до розподільних шаф у схемах *а – ж* (рис. 1)

№ з/п	Найменування електроустаткування в шафах	Перша буква імені						
		А, Б, В	Г, Д, Е	Ж, З, И, ДО	Л, М, Н, ПРО	П, Р, З, Т, В	Ф, Х, Ц, Ч	Ш, Щ, Е, Ю, Я
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Токарно-гвинторізний верстат	1 × 15	1 × 12,5	2 × 7	1 × 17	1 × 16,5	2 × 14,2	2 × 4
2	Вертикально-свердлильний верстат	2 × 15	1 × 4,6	1 × 23,6	2 × 6,5	2 × 5	2 × 4,6	1 × 30
3	Різьбонарізний верстат	1 × 34	1 × 24,8	1 × 19	1 × 34	1 × 24,8	1 × 34	2 × 14,2
4	Довбальний верстат	1 × 10	2 × 4	2 × 7,5	2 × 5,5	1 × 4	1 × 7,5	1 × 8,5
5	Шліфувальний верстат	2 × 4,5	2 × 11,6	1 × 8,5	2 × 8	2 × 4,5	1 × 11,6	1 × 9,4
6	Преси	2 × 10	1 × 28	2 × 11	1 × 55	2 × 14	1 × 10	1 × 6,2

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7.	Вентилятори	2 × 4	2 × 2,4	1 × 5	2 × 4	2 × 2,4	1 × 5	1 × 2,4
8.	Мостовий кран із ПВ = 25%	1 × 20	1 × 9,4	1 × 16	1 × 20	1 × 9,4	1 × 16	1 × 6
9.	Електропіч-Ванна	1 × 10	1 × 12	1 × 14	1 × 16	1 × 10	2 × 14	1 × 10
10.	Зварювальний агрегат ПВ = 60%, $\cos\varphi_H = 0,46$; $U_H = 220$ В, однофазний	1 × 12 кВа	1 × 21 кВа	1 × 20 кВа	1 × 22 кВа	1 × 12 кВа	1 × 21 кВа	2 × 5 кВа
11.	Молоти	1 × 10	2 × 15	2 × 20	1 × 10	1 × 10	2 × 20	2 × 15
12.	Електропіч сушильна	1 × 30	1 × 30	1 × 36	1 × 50	1 × 40	1 × 40	1 × 10

Таблиця 5 – Число й установлена потужність устаткування у кВт, підключеного до

розподільних шаф у схемах з – м (рис. 1)

№ з/п	Найменування електроустаткування в шафах	Перша буква імені				
		А, Б, В, Г, Д	Е, Ж, З, И, ДО	Л, М, Н, ПРО, П	Р, З, Т, В, Ф, Х	Ц, Ч, Ш, Щ, Е, Ю, Я
1	2	3	4	5	6	7
1	Насоси	2 × 4	2 × 5,5	2 × 7	1 × 22	1 × 17
2	Шафи сушильний	1 × 30	1 × 30	1 × 30	1 × 30	1 × 30
3	Верстати токарські	1 × 14,2	1 × 23,6	2 × 16	2 × 7,9	2 × 5,65
4	Відрізні верстати	2 × 8,5	1 × 10	2 × 7,5	1 × 13	2 × 7,5
5	Кран трифазний ПВ = 40 %	1 × 9,4	1 × 18,8	1 × 38,2	1 × 9,4	1 × 17,3
6	Прес листозгинальний	2 × 6,2	2 × 40	2 × 30	2 × 13,5	2 × 13,5
7	Верстати шліфувальні	1 × 10	2 × 2,2	1 × 7	2 × 10	2 × 4

Продовження таблиці 5

1	2	3	4	5	6	7
8	Верстати заточувальні	1 × 6	3 × 1	2 × 2,3	2 × 3	2 × 4
9	Молот пневматичний	1 × 10	1 × 15	1 × 20	1 × 10	1 × 20
10	Зварювальний двигун-генератор	2 × 15	1 × 25	1 × 10	1 × 17	1 × 15
11	Верстати свердлильні	2 × 5	1 × 4,7	1 × 5,65	2 × 4,15	1 × 4,7

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лук'яненко Ю.В. Розрахунки електричних мереж при їх проектуванні : навч. посібник / Ю. В. Лук'яненко, Ж. І. Остапчук, В. В. Кулик. – Вінниця : ВДТУ. 2002. – 116 с.
2. Лукутин Б. В. Интеллектуальные системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями : учеб. пособие / Б. В. Лукутин; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 115 с.
3. Шкрадюк І. Є. Тенденції розвитку поновлюваних джерел енергії у світі / І.Є. Шкрадюк. – М. : WWF, 2010. – 88 с.
4. Надійність електроенергетичних систем. Довідник / за редакцією М. Н. Розанова. – М. : Енергія, 2000. –Т.2. – 564 с.
5. Довідник по проектуванню електричних мереж / за редакцією Д. Л. Файбисовича. – М. : Вид. НЦ ЕНАС, 2005. – 320 с.
6. Оптимізація числа й потужності дизель-генераторів автономної дизельної електростанції / Б. В. Лукутин, С. Г. Обухів, Е. А. Блазнів, Н. М. Парників // Промислова енергетика. – 2009. – № 11. – С. 27–33.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Коефіцієнти використання й потужності деяких механізмів і апаратів промислових підприємств

Механізми й апарати	K_n	$\cos\varphi$
1	2	3
Металорізальні верстати дрібносерійного виробництва з нормальним режимом роботи (дрібні токарські, стругальні, довбальні, фрезерні, свердлильні, карусельні, і т. д.)	0,12–0,14	0,5
Те саме при великосерійному виробництві	0,16	0,6
Те саме при важкому режимі роботи (штампувальні преси, автомати, револьверні, обдирні, зубофрезерні, а також великі токарські, стругальні, фрезерні, карусельні, і т.д.)	0,17–0,25	0,65
Потокові лінії, верстати зі ЧПУ	0,6	0,7
Переносний електроінструмент	0,06	0,65
Вентилятори, ексгаустери, санітарно-технічна вентиляція	0,6–0,8	0,8–0,85
Насоси, компресори, дизель-генератори й двигун-генератори	0,7–0,8	0,8–0,85
Крани, тельфери, кран-балки при ПВ дорівнює 25 %	0,06	0,5
Теж саме при ПВ дорівнює 40 %	0,1	0,5
Транспортери	0,5–0,6	0,7–0,8

Продовження таблиці А.1

1	2	3
Зварювальні трансформатори дугового зварювання	0,25–0,3	0,35–0,4
Приводи молотів, кувальних машин, волочильних верстатів, очисних барабанів, бігунів і ін.	0,2–0,24	0,65
Елеватори, шнеки, незбалансовані конвеєри потужністю до 10 кВт	0,4–0,5	0,6–0,7
Те саме, потужністю більше 10 кВт	0,55–0,75	0,7–0,8
Однопостові зварювальні двигун-генератори	0,3	0,6
Зварювальні двигун-генератори	0,5	0,7
Зварювальні машини шовні	0,2–0,5	0,7
Зварювальні машини стикові й крапкові	0,2–0,25	0,6
Зварювальні дугові автомати	0,35	0,5
Печі опору з автоматичним завантаженням виробів, сушильні шафи, нагрівальні прилади	0,75–0,8	0,95
Печі опору з неавтоматичним завантаженням виробів	0,5	0,95
Вакуум-насоси	0,95	0,85
Вентилятори високого тиску	0,75	0,85
Вентилятори до дробарок	0,4–0,5	0,7–0,75
Газодувки при синхронних двигунах	0,6	0,8–0,9
Те саме при асинхронних двигунах	0,8	0,8
Молоткові дробарки	0,8	0,85
Кульові млини	0,8	0,8
Грохоти	0,5–0,6	0,6–0,7
Змішувальні барабани	0,6–0,7	0,8
Охолоджувачі	0,7	0,85

Закінчення таблиці А.1

1	2	3
Сушильні барабани й сепаратори	0,6	0,7
Електрофільтри	0,4	0,87
Вакуум-фільтри	0,3	0,4
Вагоноперекидачі	0,6	0,5
Грейферні крани	0,2	0,6
Лампи розжарювання	0,85	1,0
Люмінесцентні лампи	0,85–0,9	0,95

Таблиця А.2 – Відносні значення ефективного числа електроприймачів

$$n_{\text{эф}*} = \frac{n_{\text{эф}}}{n} \text{ залежно від } n_* = \frac{n_1}{n} \text{ і } P_* = \frac{P_{\text{НОМ.1}}}{P_{\text{НОМ}}}$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	P*													
$n_* = \frac{n_1}{n}$	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3	0,25	0,2	0,15	0,1
0,005	0,005	0,006	0,007	0,01	0,013	0,019	0,024	0,03	0,039	0,051	0,073	0,11	0,18	0,34
0,01	0,009	0,012	0,015	0,019	0,026	0,037	0,047	0,059	0,07	0,1	0,14	0,2	0,32	0,52
0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,09	0,11	0,14	0,19	0,26	0,36	0,51	0,71
0,03	0,03	0,04	0,04	0,06	0,08	0,11	0,13	0,16	0,21	0,27	0,36	0,48	0,64	0,81
0,04	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1	0,15	0,18	0,22	0,27	0,34	0,44	0,57	0,72	0,86
0,05	0,05	0,06	0,07	0,1	0,13	0,18	0,22	0,26	0,33	0,41	0,51	0,64	0,79	0,9
0,06	0,06	0,08	0,09	0,12	0,15	0,21	0,26	0,31	0,38	0,47	0,58	0,70	0,83	0,92
0,08	0,08	0,09	0,12	0,15	0,20	0,28	0,33	0,40	0,48	0,57	0,68	0,79	0,89	0,94
0,10	0,09	0,12	0,15	0,19	0,25	0,34	0,40	0,47	0,56	0,66	0,76	0,85	0,92	0,95
0,15	0,14	0,17	0,23	0,28	0,37	0,48	0,56	0,67	0,72	0,80	0,88	0,93	0,95	–

Продовження таблиці А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,20	0,19	0,23	0,29	0,37	0,47	0,64	0,69	0,76	0,83	0,89	0,93	0,95	–	–
0,25	0,24	0,29	0,35	0,45	0,57	0,71	0,78	0,85	0,90	0,93	0,95	–	–	–
0,30	0,29	0,35	0,42	0,53	0,66	0,80	0,86	0,90	0,94	0,95	–	–	–	–
0,35	0,32	0,41	0,50	0,52	0,74	0,86	0,91	0,94	0,95	–	–	–	–	–
0,40	0,35	0,47	0,57	0,69	0,81	0,91	0,93	0,95	–	–	–	–	–	–
0,45	0,43	0,52	0,64	0,76	0,87	0,93	0,95	–	–	–	–	–	–	–
0,50	0,48	0,58	0,70	0,82	0,91	0,95	–	–	–	–	–	–	–	–
0,55	0,52	0,63	0,75	0,87	0,94	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,60	0,57	0,69	0,81	0,91	0,95	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,65	0,62	0,74	0,86	0,94	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,70	0,66	0,80	0,90	0,95	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,75	0,71	0,85	0,93	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,80	0,76	0,89	0,95	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,85	0,80	0,93	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,90	0,85	0,95	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1,0	0,95	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Таблиця А.3 – Коефіцієнти максимуму K_M для різних коефіцієнтів використання K_H в залежність від ефективного числа електроприймачів n_e

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n_e	Значення K_M при K_H								
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
4	3,43	3,11	2,64	2,14	1,87	1,65	1,46	1,29	1,14
5	3,23	2,87	2,42	2,00	1,76	1,57	1,41	1,26	1,12
6	3,04	2,64	2,24	1,88	1,66	1,51	1,37	1,23	1,10
7	2,88	2,48	2,10	1,80	1,58	1,45	1,33	1,21	1,09
8	2,72	2,31	1,99	1,72	1,52	1,40	1,30	1,20	1,08
9	2,56	2,20	1,90	1,65	1,47	1,37	1,28	1,18	1,08
10	2,42	2,10	1,84	1,60	1,43	1,34	1,26	1,16	1,07
12	2,24	1,96	1,75	1,52	1,36	1,28	1,23	1,15	1,07
14	2,10	1,85	1,67	1,45	1,32	1,25	1,20	1,13	1,07
16	1,99	1,77	1,61	1,41	1,28	1,23	1,18	1,12	1,07
18	1,91	1,70	1,55	1,37	1,26	1,21	1,16	1,11	1,06
20	1,84	1,65	1,50	1,34	1,24	1,20	1,15	1,11	1,06
25	1,71	1,55	1,40	1,28	1,21	1,17	1,14	1,10	1,06
30	1,62	1,46	1,34	1,24	1,19	1,16	1,13	1,10	1,05
35	1,56	1,41	1,30	1,21	1,17	1,15	1,12	1,09	1,05
40	1,50	1,37	1,27	1,19	1,15	1,13	1,12	1,09	1,05
45	1,45	1,33	1,25	1,17	1,14	1,12	1,11	1,08	1,04
50	1,40	1,30	1,23	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,04
60	1,32	1,25	1,19	1,14	1,12	1,11	1,09	1,07	1,03
70	1,27	1,22	1,17	1,12	1,10	1,10	1,09	1,06	1,03
80	1,25	1,20	1,15	1,11	1,10	1,10	1,08	1,06	1,03
90	1,23	1,18	1,13	1,10	1,09	1,09	1,08	1,05	1,02
100	1,21	1,17	1,12	1,10	1,08	1,08	1,07	1,05	1,02

Продовження таблиці А.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
120	1,19	1,15	1,12	1,09	1,07	1,07	1,07	1,05	1,02
140	1,17	1,15	1,11	1,08	1,06	1,06	1,06	1,05	1,02
160	1,16	1,13	1,10	1,08	1,05	1,05	1,05	1,04	1,02
180	1,16	1,12	1,10	1,08	1,05	1,05	1,05	1,04	1,01
200	1,15	1,12	1,09	1,07	1,05	1,05	1,05	1,04	1,01

Таблиця А.4 – Технічні дані запобіжників

Тип	Номинальна напруга, В	Номинальний струм, А		Граничний струм, що відключається, ка, при Uном, В	
		запобіжника	плавкої вставки	380	500
НПН2-60	500	60	6, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60	10	–
ПН2-100	380	100	30, 40, 50, 60, 80, 100	100	50
ПН2-250	380	250	80, 100, 120, 150, 200, 250	100	50
ПН2-400	380	400	200, 250, 300, 400	40	25
ПН2-600	380	600	300, 400, 500, 600	25	25

Таблиця А.5 – Технічні дані автоматичних вимикачів серії ВА на струми до 250 А

Дані вимикачів			Параметри вимикачів		
Тип	Номинальний струм, А	Число полюсів	Номинальний струм розчіплювачів, А	Уставки спрацьовування по струму й кратності до $I_{ном}$ розчіплювача, $I/I_{ном}$	
				електромагнітного розчіплювача	с гідравлічним сповільнювачем
1	2	3	4	5	6
ВА13-25	25	3	3,15; 5,0; 16; 25	7	–
ВА13-29	63	2; 3	0,8; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63	3; 6; 12	6; 12
ВА14-26	32	1; 2; 3	16; 20; 25; 32	10	–
ВА16-26	32,5	1	6,3; 10; 16; 20; 25	14	–

Продовження таблиці А.5

1	2	3	4	5	6
BA51-26	32	2; 3	31,5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 15; 32	7; 10	—
BA51Г-26	32	2; 3	0,3; 0,4; 0,5; 0,6;		
BA51Г-25	25	3	0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16; 20; 25; 32	7; 10	—
BA51Г-25	25	3			
BA51-31	10	1; 2; 3	6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31; 63; 80; 100	3; 7,5; 10	—
BA51Г-31	100	3	16; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100	14	—

Закінчення таблиці А.5

1	2	3	4	5	6
BA51-33	160	2; 3	80; 100; 125; 160	10	–
BA57-35	250	2; 3	16; 20; 25; 31,5; 40; 50 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250	2,5; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0	–
BA74-40	800	3	130, 190, 260, 275, 500, 625, 760, 800	2; 2,5; 3; 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 7,5; 8	0,18; 0,38; 0,63; 1,0
BA74-43	1 600	3	1250, 1600		
BA74-45	3 000	3	2 000, 2 500, 3 000		
BA74-48	5 500	3	4 000, 5 500		
BA81-41	1000	2; 3	–	6; 7	–
BA83-41	1000	2; 3	250, 400, 630, 1000	2; 3; 4; 5; 6; 7	–
BA51-29	630	2; 3	400, 500, 630	4; 5; 6; 8; 10	–
BA52-39	630	2; 3	250, 320, 400, 500, 630	10	–
BA53-43	1 600	2; 3	1000, 1 280, 1 600	2; 3; 5; 7	–
BA55-43	1 600	2; 3	1000, 1280, 1600	2; 3; 5; 7	0,1; 0,2; 0,3

Таблиця А.6 – Мінімально припустимі значення коефіцієнта захисту K_3

Тип захисного апарата і значення прийнятого струму захисту I_3	Коефіцієнт захисту K_3 або кратність довгостроково припустимого струму для мереж				Не потребують захисту від перевантаже нь
	При обов'язковому захисті від перевантаження			Кабелі з паперо вою ізоляці єю	
	Проведення з гумовою ізоляцією або аналогічні по теплових характеристиках ізоляції		Приміщення Б		
	приміщення А	Приміщення Б			
Номінальний струм плавкої вставки запобіжників $I_3 = I_{нвст}$	1,25	1,0	1,0	0,33	
Струм уставки спрацьовування автоматичного вимикача,	1,25	1,0	1,0	0,22	
Номінальний струм розчіплювача вимикача з $I_3 = I_{нрасц}$	1,0	1,0	1,0	1,0	
Струм рушання розчіплювача автоматичного вимикача з регульованої	1,0	1,0	0,8	0,66	

Таблиця А.7 – Кабелі з мідними жилами, з паперовою просоченою ізоляцією, у свинцевій або алюмінієвій оболонці, що прокладаються в землі й повітрі

Площа перетину жили, мм ²	Струмове навантаження, А, на кабелі											
	одножильні до 1 кВ		двожильні до 1 кВ		трижильні						чотирижильні до 1 кВ	
					до 3 кВ		6 кВ		10 кВ			
	в землі	у повітрі	в землі	у повітрі	в землі	у повітрі	в землі	у повітрі	в землі	у повітрі	в землі	у повітрі
2,5	–	40	45	30	40	28	–	–	–	–	–	–
4	80	55	60	40	55	37	–	–	–	–	50	35
6	105	75	80	55	70	45	–	–	–	–	60	45
10	140	95	105	75	95	60	80	55	–	–	85	60
16	175	120	140	95	120	80	105	65	95	60	115	80
25	235	160	185	130	160	105	135	90	120	85	150	300
35	285	200	225	150	190	125	160	110	150	105	175	120
50	360	245	270	185	235	155	200	145	180	135	215	145
70	440	305	325	225	285	200	245	175	215	165	265	185
95	520	360	380	275	340	245	295	215	265	200	310	215
120	595	415	435	320	390	285	340	250	310	240	350	260
150	675	470	500	375	435	330	390	290	355	270	395	300
185	755	525	–	–	490	375	440	325	400	305	450	340
240	880	610	–	–	570	430	510	375	460	350	–	–

Таблиця А.8 – Кабелі з алюмінієвими жилами, з паперовою просоченою ізоляцією, у свинцевій або алюмінієвій оболонці, що прокладаються в землі й повітрі

Площа перетину жили, мм ²	Струмові навантаження, А, на кабелі (на одножильні для роботи при постійному струмі)											
	одножильні до 1 кВ		двожильні до 1 кВ		трижильні						чотирижильні до 1 кВ	
					до 3 кВ		6 кВ		10 кВ			
	в землі	у повітрі	в землі	у повітрі	в землі	у повітрі	в землі і	у повітрі	в землі	у повітрі	в землі	у повітрі
2,5	–	31	35	23	31	22	–	–	–	–	–	–
4	60	42	46	31	42	29	–	–	–	–	38	27
6	80	55	60	42	55	35	–	–	–	–	46	35
10	110	75	80	55	75	46	60	42	–	–	65	45
16	135	90	110	75	90	60	80	50	75	46	90	60
25	180	125	140	100	125	80	105	70	90	65	115	75
35	220	155	175	115	145	95	125	85	115	80	135	95
50	275	190	210	145	180	120	155	110	140	105	165	по
70	340	235	250.	175	220	155	190	135	165	130	200	140
95	400	275	290	210	260	190	225	165	205	155	240	165
120	460	320	335	245	300	220	260	190	240	185	270	200
150	520	360	385	290	335	255	300	225	275	210	305	230
185	580	405	–	–	380	290	340	250	310	235	345	260
240	675	470	–	–	440	330	390	290	355	270	–	–

Таблиця А.9 – Струмове навантаження на проведення й шнури з гумової й ПВХ ізоляцією

S, мм ²	Струм, А												
	Прокладені відкриті		Прокладені в трубі										
	3 мідними жилами	3 алюмінієвими жилами	3 мідними жилами					3 алюмінієвими жилами					
			Два одножилльні	Три одножилльні	Чотири одножилльні	Один двожилльний	Один трижилльний	Два одножилльні	Три одножилльні	Чотири одножилльні	Один двожилльний	Один трижилльний	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
0,5	11	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,75	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1,0	17	–	16	15	14	15	14	–	–	–	–	–	–
1,2	20	18	18	16	15	16	14,5	–	–	–	–	–	–
1,5	23	–	19	17	16	18	15	–	–	–	–	–	–
2	26	21	24	22	20	23	19	–	–	–	–	–	–
2,5	30	24	27	25	25	25	21	20	19	19	19	19	16
3	34	27	32	28	26	28	24	24	22	21	22	22	18
4	41	32	38	35	30	32	27	28	28	23	25	25	21
5	46	36	42	39	34	37	31	32	30	27	28	28	24
6	50	39	46	42	40	40	34	36	32	30	31	31	26
8	62	46	54	51	46	48	43	43	40	37	38	38	32

Продовження таблиці А.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
10	80	60	70	60	50	55	50	50	47	39	42	38
16	100	75	85	80	75	80	80	60	60	55	60	55
25	140	105	115	100	90	100	100	85	80	70	75	65
35	170	130	135	125	115	125	135	100	95	85	95	75
50	215	165	185	170	150	160	175	140	130	120	125	105
70	270	210	225	210	185	195	215	175	165	140	150	135
95	330	255	275	255	225	245	250	215	200	175	190	165
120	385	295	315	290	260	295	–	245	220	200	230	190
150	440	340	360	330	–	–	–	275	255	–	–	–
185	510	390	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
240	605	465	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
300	695	535	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
400	830	645	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Таблиця – А.10 Довгостроково припустимий струм для проводів і кабелів, $I_{\text{доп}}$, А

Перетин, мм ²	Проведення з Cu/Al жилами з гумовою й пластмасовою ізоляцією		Кабелі з Cu/Al жилами з паперовою просоченою ізоляцією
	ПР/АПР, ПРТО/АПРТО, ПВ/АПВ		АГ/ААГ, СГ/АСГ
	відкрите	у трубах	у повітрі
1,2	20/-	16/-	–
1,5	23/-	17/-	–
2,5	30/24	25/19	–
4	41/32	30/23	–
8	62/46	46/37	–
10	80/60	50/39	60/45
16	100/75	75/55	80/60
25	140/105	90/70	100/75
35	170/130	115/85	120/95
50	215/165	150/120	145/110
70	270/210	185/140	185/140
95	330/255	225/175	215/165
120	385/295	260/200	260/200
150	440/340	330/255	340/230

Таблиця А.11 – Поправочний коефіцієнт на число кабелів, що лежать поруч у землі (у трубах і без)

Відстань у світлі, мм	Число кабелів					
	1	2	3	4	5	6
100	1,00	0,9	0,85	0,80	0,78	0,75
200	1,00	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

Таблиця А.12 – Марки кабелів, рекомендованих для прокладки в повітрі

Область застосування	Із просоченою паперовою ізоляцією		Із пластмасовою й гумовою ізоляцією й оболонкою	
	при відсутності небезпеки механічних ушкоджень в експлуатації	при небезпеці механічних ушкоджень в експлуатації	при відсутності небезпеки механічних ушкоджень в експлуатації	при небезпеці механічних ушкоджень в експлуатації
1	2	3	4	5
<i>Прокладка в приміщеннях (тунелях), каналах, кабельних підповерхах, шахтах, колекторах, виробничих приміщеннях і ін.</i>				
сухих	ААГ, ААШв	ААБлГ	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПвВГ, АПВГ, АПвсВГ, АПсВГ	АВВБГ, АВРБГ, АВБбШв, АВАШв, АПвсБбШв, АПсВБГ, АПвсБГ, АПВБГ, АНРБГ, АПвВБГ, АПАШв, АПвБбШв
сирих, частково опалювальних при наявності середовища з низкою корозійною активністю сирих, частково опалювальних при наявності	ААШв	ААБлГ		

Продовження таблиці А.12

1	2	3	4	5
середовища із середньою й високою корозійною активністю	ААШв, АСШв ¹	ААБвГ, ААБ2лШв, ААБлГ, АСБлГ, АСБ2лГ, АСБ2лШв		
Прокладка в пожежобезпечних зонах	ААГ, ААШв	ААБвГ, ААБлГ, АСБлГ	АВВГ, АВРГ, АПсВГ, АПвсВГ, АНРГ, АСРГ	АВВБГ, АВВБбГ, АВБбШв, АПвсБГ, АВРБГ, АСРБГ, АПсБбШв
<i>Прокладка у вибухонебезпечних зонах класів:</i>				
В-I, В-Ia	СБГ, СБШв	–	ВВГ, ВРГ, НРГ, СРГ	ВБВ, ВБбШв, ВВБбГ, ВВБГ, НРБГ, СРБГ ¹
В-ig, В-II	ААБлГ, АСБГ, ААШв	–	АВВГ, АВРГ, АНРГ	АВБВ, АВБбШв, АВВБбГ
В-іб, В-Iia	ААГ, АСГ, АСШв, ААШв	ААБлГ, АСБГ	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АСРГ	АВВБГ, АВРБГ, АНРБГ, АСРБГ
<i>Прокладка на естакадах:</i>				
технологічних	ААШв	ААБлГ, ААБвГ, ААБ2лШв, АСБлГ	–	АВВБГ, АВВБбГ, АВРБГ, АНРБГ, АПсВБГ, АПвсБГ, АВАШв

Закінчення таблиці А.12

1	2	3	4	5
спеціальних кабельних	ААШв, ААБлГ, ААБвГ, АСБлГ	–	АВВГ, АВРГ, АНРГ, АПсВГ	АВВБГ, АВВБбГ, АВРБГ, АНРБГ
по мостах	ААШв	ААБлГ	АПвВГ, АПВГ, АПвсВГ, АВАШв, АПАШв	АВАШв, АПсВБГ, АПвВБГ, АПВБГ
Прокладка в блоках	СГ, АСГ		АВВГ, АПсВГ, АПвВГ, АПВГ	

Таблиця А.13 – Основні технічні дані найпоширеніших проводів

Марка	Характеристика	напруга В	кількість жил	Площа перетину жили, мм ²
1	2	3	4	5
<i>Провідники з алюмінієвими жилами</i>				
АПР	Настановний, з гумовою ізоляцією в просоченій оплетці	660	1	2,5–240
АПВ	З полівінілхлоридною ізоляцією	660, 380	1	2,5–120
АППВ	З полівінілхлоридною ізоляцією, плоский, з розділовою підставою	500	2; 3	2,5–6
АППВс	Теж саме, але без розділової підстави	500	2; 3	2,5–6
АПРФ	З гумовою ізоляцією у фальцьованій оболонці зі сплаву АМЦ	660	1; 2; 3	2,5–4

Продовження таблиці А.13

1	2	3	4	5
АПРТО	З гумовою ізоляцією в оплетці бавовняної пряжі, просоченої противогнилистим составом, для прокладки в трубах	660	1	2,5–240
			2; 3	2,5–120
			4; 7; 10;	2,5
			14	
			4; 7	4-10
АПН	З гумовою ізоляцією, що не поширює горіння, без оплетки	500	1	2,5–6
			2; 3	2,5–4
АРТ	Настановний, з гумовою ізоляцією, з алюмінієвими жилами, з несучим тросом	660	2	2,5–4
			3	4 і 6
			4	4-35
АВТ	З полівінілхлоридною ізоляцією, з несучим тросом	380; 660	2; 3	2,5–4
			4	2,5–16
АВТУ	Ті ж, з посиленням несучим тросом	380; 660	2; 3	2,5–4
АВТВ і АВТВУ	Ті ж, що й проведення АВТ і АВТУ, але для внутрішньої прокладки	–	–	–
АПРВ	З гумовою ізоляцією в оболонці з полівінілхлоридного пластику	660	1	2,5–6
АПРИ	З гумовою ізоляцією, що володіє захисними властивостями	660	1	2,5–120
АПРН	З гумовою ізоляцією в негорючій гумовій оболонці	660	1	2,5–120
АППР	Плоский з гумовою ізоляцією, що не поширює горіння, з розділовою підставою	660	2; 4	2,5–10

Продовження таблиці А.13

1	2	3	4	5
<i>Провідники з мідними жилами</i>				
ПР	З гумовою ізоляцією в оплетці, просоченій протигнільним складом	660	1	0,75–240
		3000	1	1,5–185
ПРГ	Те саме, але із гнучкою жилою	660	1	0,75–240
ПВ-1	З полівінілхлоридною ізоляцією	660; 380	1	0,5–95
ПВ-2	Те саме, але із гнучкою жилою	660; 380	1	0,5–95
ПРД	З гумовою ізоляцією в непросоченій оплетці	380	2	0,75–6
ППВ	З полівінілхлоридною ізоляцією, з розділовими підставою	500	2; 3	0,75–4
ППВС	Те саме, але без розділової підстави	500	2; 3	0,75–4
ПРЛ	З гумовою ізоляцією, в обплетенні, покритої ласий, одножильний	660	1	0,75–6
ПРГЛ	Те саме, але із гнучкою жилою	660	1	0,75–70
КРПТ	Кабель із гумовою ізоляцією, переносний, у гумовій оболонці	660		2,5–120
			1	0,75–120
			2 і 3 2 і 3 із жилою	0,75–120

Продовження таблиці А.13

1	2	3	4	5
ПРП	З гумовою ізоляцією, в обплетенні зі сталевих дротів	660	1; 2; 3	1–95
			4; 6; 7; 8;10	4–10
			4; 5; 6; 7; 8; 10; 14; 19; 24; 30	1–2,5
ПРРП	Те саме, але в гумовій оболонці	660	1; 2; 3	1–95
			4; 6; 7; 8;10	4–10
			4; 5; 6; 7; 8; 10; 14; 19; 24; 30	1–2,5
ПРФ	З гумовою ізоляцією, у фальцьованій оболонці зі сплаву АМЦ	660	1; 2; 3	1–4
ПРФЛ	Те саме, але в латунній оболонці	660	1; 2; 3	1–4
ПРТО	З гумовою ізоляцією, у бавовняній оплетці, просоченої протигнільним составом, для прокладки в трубах	660	1	1--240
			2; 3	1–120
			4; 7; 10; 14	1,5 і 2,5
			4 і 7	4–10

Закінчення таблиці А.13

1	2	3	4	5
ПРВ	З гумовою ізоляцією в полівінілхлоридною оболонці	660	1	1–6
ПРГВ	Те саме, але із гнучкою жилою	660	1	1–6
ПРВД	З гумовою ізоляцією в оболонці з полівінілхлоридного пластикату, двожильний, скручений	380	2	1–6
ПРИ	З гумовою ізоляцією, що володіє захисними властивостями	660	1	0,75–120
ПРТИ	Такі ж, як ПРИ, але із гнучкою жилою	660	1	0,75–120
ПРН	З гумовою ізоляцією в негорючій гумовій оболонці	660	1	1,5–120

Таблиця А.14 – Технічні дані магістральних шинопроводів змінного струму

Показники	Тип шинопровода			
	ШМА-73	ШЗМ-16	ШМА-68-Н	
Номінальний струм, А	1600	1600	2500	4000
Номінальна напруга, В	660	660	660	660
Електродинамічна стійкість ударному струму КЗ, кА	70	70	70	100
Опір на фазу, Ом/км:				
активне	0,031	0,017	0,027	0,013
реактивне	0,017	0,012	0,023	0,020

Продовження таблиці А.14

1	2	3	4	5
Опір петлі фаза-нуль (середнє), Ом/км:				
активне	0,072	–	–	–
реактивне	0,098	–	–	–
Число й розміри шин на фазу, мм	2 (90 × 8)	2 (100 × 10)	2 (120 × 10)	2 (160 × 10)
Число й перетин нульових провідників, мм ²	2 × 710	–	2 × 640	2 × 640

Таблиця А.15 – Літерні позначення марок кабелів

Символ	Місце написання у позначенні марки	Значення
1	2	3
А	Поперед позначення	Матеріал жил – алюміній
Не має символу	–	Матеріал жил – мідь
А	Поперед позначення (для кабелів з алюмінієвими жилами після символу матеріалу жив)	Оболонка – алюміній
З	Теж саме	Оболонка – свинець
СТ	Теж саме	Оболонка – сталева гофрована

Продовження таблиці А.15

1	2	3
В	Те саме	Оболонка – полівінілхлорид
Н	Те саме	Оболонка – нейрит (негорюча гума)
П	Те саме	Оболонка – поліетилен
Р	У середині позначення	Ізоляція жил – теплостійка гума
П	Те саме	Ізоляція жил – поліетилен
Пс	Те саме	Ізоляція жил – самозагасаючий поліетилен
Пв	Те саме	Ізоляція жил – вулканізований поліетилен
Не має символу	Те саме	Ізоляція жил – паперова, нормально просочена
В	Наприкінці позначення через дефіс	Ізоляція жил – паперова,
Ц	На початку позначення	Ізоляція жил – паперова, просочена нестікаючої масою на основі церезину
Б	Наприкінці позначення	Захисний покрив – броня зі сталеві стрічки
П	Наприкінці позначення	Захисний покрив – броня із плоского сталеві оцинкованого дроту
К	Те саме	Захисний покрив – броня із круглого сталеві оцинкованого дроту

Закінчення таблиці А.15

1	2	3
Г	Те саме	Указує на відсутність джутової оплетки поверх броні
О	Перед символом З	Характеризує кабелі з окремо освинцьованими жилами
О	Перед символом В	Характеризує кабелі з окремо екранованими жилами під полівінілхлоридною оболонкою кожної жили
Шв	Наприкінці позначення	Указує на наявність шлангу з полівінілхлоридного пластикату
Шп	Наприкінці позначення	Указує на наявність шлангу з поліетилену
в	Після букви, що позначає тип броні	Указує на наявність посиленої подушки під броню, що накладається поверх алюмінієвої оболонки для захисту її від корозії
б	Те саме	Відсутність подушки в захисного покриву
л	Те саме	Посилена подушка в захисного покриву
2л	Те саме	Особливо посилена подушка в захисного покриву

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації

до виконання
розрахунково-графічної роботи
з навчальної дисципліни

**«ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ З ВІДНОВЛЮВАНИМИ
ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ»**

*(для здобувачів першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти всіх форм навчання спеціальності
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка,
освітня програма «Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії»)*

Укладачі: **ЄГОРОВ** Олексій Борисович,
ГЛЄБОВА Марина Леонідівна

Відповідальний за випуск *М. Л. Глебова*
За авторською редакцією
Комп'ютерне верстання *М. Л. Глебова*

План 2022, поз. 227М

Підп. до друку 19.07.2022 Формат 60 × 84/16.
Електронне видання. Ум. друк. арк. 2,8.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.