

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання
Кафедра електроенергетики

Робота допущена до захисту

Зав. кафедри

_____ І. Л. Лебединський

«__» _____ 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему:

Розрахунок електропостачання житлового будинку

Виконала студентка гр. ЕТмдн-01Гл

Рекуха А.І.

Керівник, ст. викл.

Лебедка С. М.

Консультант з економічної частини

доцент

Маценко О.М.

Нормоконтроль

Никифоров М. А.

Суми – 2021

Сумський державний університет

ЦЗДВН

Кафедра електроенергетики

Спеціальність: 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою _____

«___» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську роботу студентки

Рекухи Анни Ігорівни

1. Тема роботи: Розрахунок електропостачання житлового будинку
затверджена наказом по університету № _____ від _____
2. Дата здачі роботи _____ 2021р.
3. Початкові дані проекту: Джерело живлення, точка підключення, категорія електропостачання, розміри будівлі.
4. Зміст пояснювальної записки: Розрахунок навантаження, вибір провода. Розрахунок струму короткого замикання. Розрахунок заземлення. Вибір електрообладнання, розрахунок блискавки захисту, розрахунок повної собівартості продукту, що проектується.
5. Перелік графічного матеріалу: Схема електрична принципова групової мережі, схема заземлення та грозозахисту, схема електромережі, розрахункова схема для вибору провідників, таблиці матеріалів і комплектуючих та калькуляції і собівартості продукції.

6. Консультанти:

Розділ	Керівник	Завдання видав	Завдання прийняв
Економіка	Маценко О.М.		

7. Дата видачі завдання

Керівник роботи _____
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту
1	Пошук літератури	20.09.2021
2	Огляд літератури	01.10.2021
3	Розрахунок електропостачання	25.10.2021
4	Виконання креслення	01.11.2021
5	Розрахунок економічної частини	15.11.2021
6	Розрахунок охорони праці	25.11.2021
7	Оформлення пояснювальної записки	10.12.2021

Студент-дипломник _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

РЕФЕРАТ

с. 75, рис. 6, табл. 12

Бібліографічний опис: Рекуха, А.І. Розрахунок електропостачання житлового будинку [Текст]: робота на здобуття кваліфікаційного ступеня магістра; спец.: 141 - електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / А.І. Рекуха; керівник С.М. Лебедка. - Суми: СумДУ, 2021. – 75 с.

Ключові слова: лінія електропередавання, трансформатор, напруга; линия электропередачи, трансформатор, напряжение; power line, transformer, voltage.

Розраховано та охарактеризовано електричне навантаження будинку, вибрано переріз провідників, вибрано апарати захисту, розраховано струм однофазного короткого замикання, розраховано заземлення.

Вирішено економічні питання та розраховано собівартість продукту що проектується. По охороні праці вирішено питання аналізу впливу небезпечних та шкідливих факторів на електромонтера. Розраховано блискавкозахист.

Перелік умовних скорочень

КЗ – коротке замикання.

КТП – комплектна трансформаторна підстанція.

ДБН – державні будівельні нормами.

ПУЕ – правила улаштування електроустановок.

КТП – комплектна трансформаторна підстанція.

ПЕР – паливно - енергетичні ресурси.

КДПЕ - комплексна державна програма енергозбереження.

СПП – самоутримний ізолюваний провід.

ЕЗЗ – електрозахисті засоби.

ЕРС – електрорушійна сила.

Зміст

Введення-----	8
1. Вихідні дані для проектування-----	11
2. Розрахунок електропостачання будинку-----	12
2.1. Характеристика та розрахунок електричних навантажень будинку -	12
2.2. Вибір перерізу провідників -----	16
2.3. Розрахунок струмів однофазного короткого замикання -----	26
2.4. Вибір апаратів захисту-----	30
2.5. Розрахунок заземлення -----	37
3. Охорона праці-----	46
3.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів впливаючих на електромонтера -----	46
3.2. Розрахунок блискавки захисту -----	53
4. Економіка -----	60
4.1. Шляхи економії паливно-енергетичних ресурсів -----	60
4.2. Державна політика енергозбереження в Україні -----	62
4.3. Розрахунок повної собівартості продукту, що розробляється (проектується) -----	67
4.3.1. Матеріали та комплектуючі вироби -----	67
4.3.2. Витрати на основну заробітну плату -----	68
4.3.3. Додаткова заробітна плата -----	69
4.3.4. Відрахування на соціальні заходи -----	69
4.3.5. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування -----	70
4.3.6. Загальновиробничі витрати -----	70
4.3.7. Адміністративні витрати -----	71
4.3.8. Витрати на збут -----	71

					MP 5.8.141.170 ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб		Рекуха			Розрахунок електропостачання житлового будинку						
Керівник		Лебеда С.М.									
Реценз.											
Н.		Никифоров М.А									
Зав. Каф.		Лебединський І.Л.									
					<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; font-size: small;">Лім.</td> <td style="width: 33%; font-size: small;">Лист</td> <td style="width: 33%; font-size: small;">Листів</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">75</td> </tr> </table> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">СумДУ, ЕТмдн-01Г</p>	Лім.	Лист	Листів	5	5	75
Лім.	Лист	Листів									
5	5	75									

4.3.9. Калькуляція собівартості продукту	72
4.4. Розрахунок ціни продукту	72
Висновки	73
Список використаної літератури	75

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Введення

Енергосистема є найважливішою складовою частиною техніко-економічного потенціалу регіону, від функціонування якої залежать його економічні показники. За допомогою енергосистеми здійснюється виробництво (генерація), розподіл та споживання електричної енергії.

Енергетична система складається з електричних станцій, електричних мереж і споживачів електроенергії, з'єднаних між собою та зв'язаних спільністю режиму в неперервному процесі виробництва, розподілення та споживання електричної енергії, при спільному керуванні цим режимом.

Задача проектування енергосистем полягає в розробці та техніко-економічному обґрунтуванні рішень, визначаючих розвиток енергосистем, забезпечуючи при найменших витратах постачання споживачів електричною енергією при виконанні технічних обмежень за надійністю електропостачання та якістю електроенергії. В наш час людство вже не може обходитися без електроенергії, вона знайшла широке застосування у всіх областях людської діяльності, тому якісне вивчення електроенергетики є необхідним для подальшого розвитку суспільства.

В якості теми дипломного проекту було розглянуто й досліджено питання електропостачання житлового будинку.

Електропостачанням називається комплекс технічних засобів і організаційних заходів, завдяки якому забезпечується постачання споживачам електроенергії з незмінною стабільністю і певними параметрами.

Електропостачання вже давно стало невід'ємною частиною життя сучасного суспільства. Важко зараз уявити, що колись людство обходилися без нього. Електропостачання необхідно нам всюди: у квартирі, заміському будинку, офісі і т.д. Воно робить наше життя більш комфортним та зручним. Для електропостачання в наш час стала широко застосовуватися система трифазної змінної напруги. Електроенергія від великих районних підстанцій

					MP 5.8.141.170 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

передається до різних об'єктів. Спеціальні розподільні трансформаторні підстанції перетворюють напругу до рівня, що використовується кінцевими споживачами (380В/220В).

Для побутового електропостачання на всій території України прийнято використовувати напругу змінного струму рівною 220 В. Вже практично на ділі не застосовується значення змінного струму рівного 127 В, правда поки ще можна зустріти застарілі електроприлади - холодильники, пылесосы, натирачі, розраховані на роботу з такою напругою. Для електропостачання, як правило, використовуються проводи, що прокладаються в борознах будівельних конструкцій, коробах, захисних трубах. Для створення відгалуження рекомендується використовувати ізольовані дроти з алюмінію або міді, але також є недопустимим використання неізованих проводів.

Для того щоб реалізувати надійне і безперебійне електропостачання потрібно врахувати рівень напруги, навантаження, а також скласти схему зовнішнього та внутрішнього електропостачання об'єкта, схему ввідних пристроїв.

Усі роботи з налагодження електропостачання виконується у суворій відповідності до вимог "Правил улаштування електроустановок", та нормами проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.

Отже, питання щодо забезпечення електропостачання житлового будинку є досить актуальним.

У роботі передбачено розрахунок навантаження будинку, розрахунок струму короткого замикання, виконано розрахунок заземлення. Було вибрано комутаційне електричне обладнання (автоматичні вимикачі, диференційні автомати та ін.), вибрані провідники для живлення будинку.

Також розглядаються питання охорони праці щодо розрахунку блискавкозахисту будинку, та питання аналізу небезпечних та шкідливих факторів впливаючих на електромонтера.

					MP 5.8.141.170 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

Дипломна робота включає і питання економіки – приводиться розрахунок повної собівартості продукту, що розробляється (проектується), питання державної політики енергозбереження в Україні та шляхів економії паливно-енергетичних ресурсів.

					<i>MP 5.8.141.170 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

1. Вихідні дані для проектування

Проектом передбачається розрахунок електропостачання житлового будинку. Вихідними даними є:

- джерело живлення – комплектна трансформаторна підстанція (КТП-140);
- точка підключення – РУ 0,4 кВ КТП-140;
- напруга низьковольтних мереж – 380/220 В;
- категорія електропостачання - III;
- розміри будівлі;

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

2. Розрахунок електропостачання будинку

2.1. Характеристика та розрахунок електричних навантажень будинку

Згідно з державними будівельними нормами (ДБН) житла (квартири) щодо оснащення побутовими електроприладами та їх розрахункових навантажень умовно поділяються на три види:

1 - житла (квартири) в будинках масового будівництва, споруджені чи споруджувані із загальною площею від 35 до 95 м² та заявленою (встановленою) потужністю електроприймачів до 30 кВт;

2 - житла (квартири) в багатоквартирних будинках, споруджені чи споруджувані із загальною площею від 100 до 300 м² та заявленим замовником високим рівнем комфортності, що відповідає встановленій потужності електроприймачів від 30 до 60 кВт;

3 - житла (квартири) в котеджах, будинках, споруджені чи споруджувані в розрахунку, як правило, на одну родину із загальною площею від 150 до 600 м² та заявленим замовником високим рівнем комфортності, що відповідає встановленій потужності електроприймачів від 60 до 140 кВт.

За ступенем надійності електропостачання електроприймачі належать до категорій, вказаних в [1]. Даний будинок є електроприймачем III категорії. Електропостачання електроприймачів III категорії надійності електропостачання може здійснюватись від одного джерела живлення за умови, що перерва в електропостачанні, яка необхідна для ремонту і заміни пошкодженого елемента системи електропостачання, не перевищує однієї доби. [2]

Встановлені нормативи питомих електричних розрахункових навантажень зведені в таблицю 4.1[1] і враховують застосування в

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб		Рекуха			Розрахунок електропостачання житлового будинку	Лім.	Лист	Листів
Керівник		Лебедка С.М.					11	75
Реценз.								
Н.		Никифоров М.А						
Зав. Каф.		Лебединський І.І.						

житловому приміщенні побутових кондиціонерів повітря (або інших аналогічних за потужністю приладів та комфортного електричного опалення у межах 7-15 % від загальної потреби в теплі з розрахунку 60-120 Вт на 1 м² опалюваної площі). Питомі розрахункові електричні навантаження жител охоплюють навантаження освітлення загально будинкових приміщень.

В даному будинку основними споживачами електроенергії є: електрична плита $P_{ном} = 7,2$ кВт, електроопалювальний пристрій $P_{ном} = 8$ кВт, електроосвітлення, електропобутові пристрої $P_{ном} = 9,8$ кВт (При проектуванні електричних мереж житлових будинків для індивідуальних забудовників передбачано можливість живлення електроприймачів надвірних споруд, насосів свердловин, насосів системи каналізації, привода в'їзних воріт, освітлення присадибної ділянки та ін).

Визначаємо питоме навантаження на ввіді такого житла (котеджу) $P_{кт.п.}$ за формулою [1]:

$$P_{кт.п.} = P_{заяв(ус)} \cdot K_{ноп} \quad (2.1)$$

де $P_{заяв(ус)}$ - заявлена (установлена) потужність електроприймачів, яку визначають додаванням номінальних потужностей електропобутових та освітлювальних приладів, систем електричного опалення та електроводопідігрівання, що ними оснащується житло (котедж), кВт;

$K_{ноп}$ - коефіцієнт попиту, що визначається за таблицею 2.1 залежно від величини заявленої потужності електроприймачів у житлі.

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Таблиця 2.1 – Коефіцієнт попиту

Заявлена потужність, кВт	До 15	20	30	40	50	60	70	80	90	>100
Коефіцієнт попиту для котеджів без повного електроопалення	0,75	0,65	0,63	0,59	0,55	0,53	0,50	0,47	0,46	0,45
Коефіцієнт попиту для котеджів з повним електроопалення постійного включення	-	-	-	0,75	0,70	0,65	0,63	0,62	0,62	0,61

Для нашого випадку:

$$P_{\text{кт.п.}} = P_{\text{заяв(ус)}} = 7,2 + 8 + 9,8 = 25 \text{ кВт}$$

Значення розрахункових коефіцієнтів потужності ($\cos \varphi$) і реактивного навантаження ($\text{tg } \varphi$) житлових будинків слід приймати за таблицею 2.2

Таблиця 2.2 – Значення розрахункових коефіцієнтів потужності

Лінія живлення	Розрахункові коефіцієнти	
	Потужності ($\cos \varphi$)	реактивного навантаження ($\text{tg } \varphi$)
Квартири з електричними плитами	0,98	0,20
Квартири з електричними плитами і побутовими кондиціонерами повітря	0,93	0,40
Квартири з плитами на природному, зрідженому газі, на твердому паливі	0,96	0,29
Квартири з плитами на природному, зрідженому газі. Твердому наливні та з побутовими кондиціонерами повітря	0,92	0,43
Загальнобудинкове освітлення: з лампами розжарювання; те саме з люмінесцентними лампами	0,92	0,43
Господарські насоси, вентиляційні установки та інші санітарно-технічні	0,80	0,75
Ліфти	0,65	1,17

Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата
------	------	----------	---------	------

MP 5.8.141.170 ПЗ

Лист

13

Для нашого випадку $\cos \varphi = 0,98$, $\operatorname{tg} \varphi = 0,20$

Знаходимо сумарне реактивне навантаження за формулою [3]:

$$\Sigma Q = P_{\text{кт.п}} \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (2.2)$$

$$\Sigma Q = 25 \cdot 0,20 = 5 \text{ кВАр}$$

Знаходимо сумарне навантаження на головну ділянку за формулою [3]:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (2.3)$$

$$S = \sqrt{25^2 + 5^2} = 25,5 \text{ кВА}$$

Знаходимо силу струму в лінії за формулою [3]:

$$I = \frac{S \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (2.4)$$

$$I = \frac{25,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 38,8 \text{ А}$$

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

2.2. Вибір перерізу провідників

Згідно з правилами улаштування електроустановок (ПУЕ) переріз провідника, марку якого вибирають залежно від вимог середовища, повинен забезпечити припустиме нагрівання і припустиму втрату напруги при проходженні розрахункового струму I_p . Крім того, переріз провідника повинен бути погоджений з номінальним струмом плавкої вставки запобіжника або вставки автомата, що захищають дану ділянку мережі від перевантаження і струмів короткого замикання (к.з.)

Для вибору провідників проведемо розрахунок на мінімум провідникового матеріалу. Для розрахунку необхідно знати параметри трансформатора, а саме:

$P = 250$ кВА, $\Delta P_K = 3,7$ кВт, $U_K = 4,5\%$, $\Delta P_{XX} = 0,74$, $I_{XX} = 2,3\%$ [4],

та мережі живлення:

$\cos \varphi = 0,98$ $L_{AB} = 5$ м $L_{CD} = 250$ м

$\beta = 0,65$ $L_{BC} = 45$ м $L_{DE} = 15$ м

$L_1 = 5$ м, $P_1 = 3,2$ кВт,

$L_2 = 5$ м, $P_2 = 3,2$ кВт,

$L_3 = 10$ м, $P_3 = 1,7$ кВт,

$L_4 = 10$ м, $P_4 = 1,7$ кВт,

$L_5 = 15$ м, $P_5 = 8$ кВт,

$L_6 = 20$ м $P_6 = 7,2$ кВт,

Креслимо розрахункову схему мережі та наносимо на ній дані для розрахунку (рис.1).

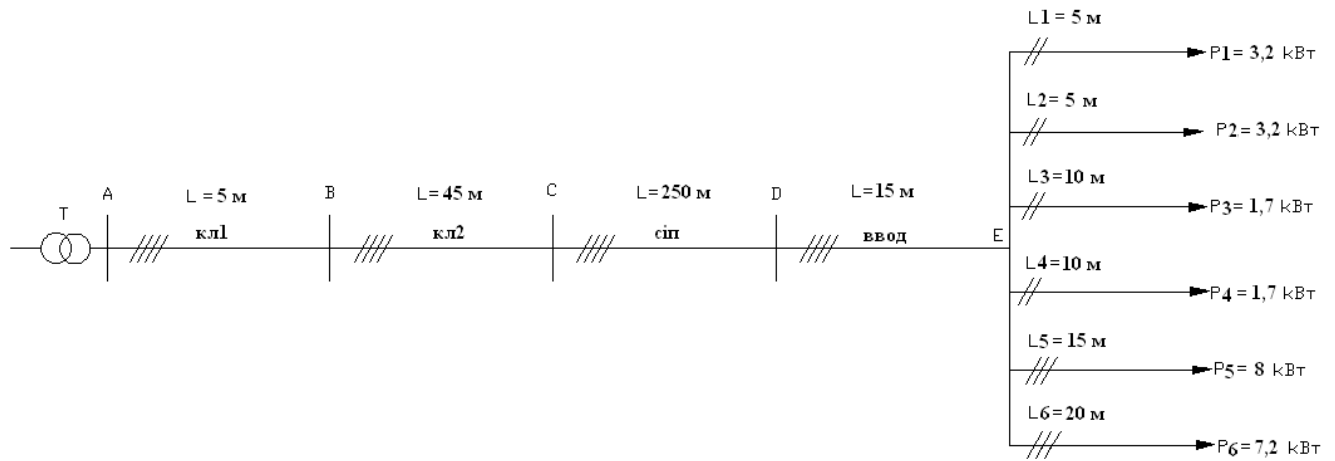


Рис 1 – Розрахункова схема мережі

Знаходимо допустиму втрату напруги в мережі за формулою:

$$\Delta U_{л} = U_{MAX} - U_{MIN} - \Delta U_T \quad (2.5)$$

де U_{MAX} - максимально допустиме значення напруги при холостому ході трансформатора у відсотках від номінального, $U_{MAX} = 105\%$;

U_{MIN} - мінімальне допустиме значення напруги у самого віддаленого споживача у відсотках від номінального значення $U_{MIN} = 95\%$;

ΔU_T – втрата напруги трансформатора що живить мережу приведена до вторинної напруги в %.

Втрата напруги ΔU_T залежить від потужності трансформатора, його завантаження, коефіцієнта потужності електроприймачів живлення і визначається з достатнім наближенням за формулою:

$$\Delta U_T = \beta(U_{a.m} \cos \varphi + U_{p.m} \sin \varphi) \quad (2.6)$$

де β коефіцієнт завантаження трансформатора $\beta = 0,65$;

$U_{a.m}$, $U_{p.m}$ активна і реактивна складові напруги короткого замикання трансформатора;

$\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності на вторинних затискачах трансформатора.

$\cos \varphi = 0,98$. Знаючи $\cos \varphi$ визначаємо $\sin \varphi$, для нашого випадку $\sin \varphi = 0,2$;

$U_{a.m}$, $U_{p.m}$ знаходмо за формулою:

$$U_{a.m} = (\Delta P_K / S_H) \cdot 100\% = 3,7 / 250 \cdot 100 = 1,5\% \quad (2.7)$$

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$U_{p.m} = \sqrt{U_K^2 - U_{a.m}^2} = \sqrt{4,5^2 - 1,5^2} = 4,2\% \quad (2.8)$$

де ΔP_k – втрати короткого замикання, кВт;

S_n – номінальна потужність трансформатора, кВт;

U_k – напруга короткого замикання, %;

Втрати напруги в трансформаторі:

$$\Delta U_T = 0,65 \cdot (1,5 \cdot 0,98 + 4,2 \cdot 0,2) = 1,5 \%$$

Допустимі втрати напруги в мережі:

$$\Delta U_M = 105 - 95 - 1,5 = 8,5 \%$$

Визначивши допустиму втрату напруги в мережі подальший розрахунок можна здійснювати двома шляхами:

- а) по заданій втраті напруги за методикою мінімуму витрат провідникового матеріалу визначають перетин проводів;
- б) задаючись заздалегідь перетином, підраховують втрати напруги в мережі, порівнявши їх з допустимою, вирішують, чи можливе використання перетину дроту.

І в першому і в другому випадках необхідні розрахунок і перевірка перетинів ділянок мережі по допустимому нагріву.

Розраховуємо переріз провідників за формулою:

$$S = \frac{M_{пр}}{C \cdot \Delta U} \quad (2.9)$$

де C – коефіцієнт що залежить від матеріалу провідника, номінальної напруги і кількості проводів на ділянці мережі, значення якого наведені в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Значення коефіцієнта С для провідників

Напруга в мережі (В)	Система мережі	Значення коефіцієнта С для провідників	
		мідних	алюмінієвих
380/220	Чотирьохпровідна (три фази з нулем)	72	44
380/220	Трипровідна (дві фази з нулем)	32	19,5
220	Двопровідна (одна фаза з нулем)	12	7,4

$M_{пр}$ – приведений момент, що враховує момент (М), як розглянутої, так і наступних ділянок мережі, що живляться від неї;

Приведений момент розраховується за формулою:

$$M_{пр} = \sum M + a \sum m \quad (2.10)$$

де $\sum M$ – сума моментів розрахункової і всіх наступних ділянок, з такою самою кількістю проводів як і у розрахункової, кВт· м ;

$\sum m$ – сума моментів наступних ділянок з іншою кількістю проводів , кВт· м ;

a – коефіцієнт приведення моментів з таблиці 2.4

Таблиця 2.4 – Значення коефіцієнту приведення моментів

Лінія	Відгалудження	Коефіцієнт приведення моментів, a
Чотирьохпровідна (три фази з нулем)	Двопровідна (одна фаза з нулем)	1,85
Чотирьохпровідна (три фази з нулем)	Трипровідна (дві фази з нулем)	1,39
Трипровідна (дві фази з нулем)	Двопровідна (одна фаза з нулем)	1,33

Для кожної ділянки мережі розраховуємо момент навантаження в кВт· м за формулою:

$$M = P_i \cdot L_i \quad (2.11)$$

де P_i – потужність на ділянці;

L_i – довжина ділянки.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.5

Таблиця 2.5 – Моменти навантаження окремих ділянок

i	1	2	3	4	5	6	DE	CD	BC	AB
P_i	3,2	3,2	1,7	1,7	8	7,2	25,5	25,5	25,5	25,5
L_i	5	5	10	10	15	20	15	250	45	5
M_i	16	16	17	17	120	144	383	6375	1147	127

Приведений момент навантаження для головної ділянки (AB):

$$M_{npAB} = \sum M + a \sum m = (M_{AB} + M_{BC} + M_{CD} + M_{DE}) + a_1(M_1 + M_2 + M_3 + M_4) + a_2(M_5 + M_6) = (127,5 + 1147,5 + 6375 + 382,5) + 1,85(16 + 16 + 17 + 17) + 1,39(120 + 144) = 8522 \text{ (кВт} \cdot \text{м)}.$$

Спочатку визначається перетин головної ділянки

Потрібний переріз жил кабеля головної ділянки:

$$S'_{AB} = M_{npAB} / (C \cdot \Delta U_M)$$

$$S'_{AB} = 8522 / 44 \cdot 8,5 = 22,7 \text{ мм}^2$$

Стандартна величина перерізу жил кабеля головної ділянки:

$$S_{AB} = 25 \text{ мм}^2.$$

Для нашого випадку потрібно взяти $S_{AB} = 50 \text{ мм}^2$, так як за розрахунками $S'_{BC} = 50 \text{ мм}^2$.

Дійсна втрата напруги на головній ділянці:

$$\Delta U_{AB} = M_{AB} / (C \cdot S_{AB}) = 3,9 \%$$

Розрахункові втрати напруги для наступних ділянок:

$$\Delta U_1 = \Delta U_M - \Delta U_{AB} = 4,6 \%$$

Аналогічно знаходимо перерізи жил кабелю на наступних ділянках:

Ділянка BC.

Приведений момент навантаження:

$$M_{np\ bc} = (M_{BC} + M_{CD} + M_{DE}) + a_1(M_1 + M_2 + M_3 + M_4) + a_2(M_5 + M_6) = 8394 \text{ (кВт} \cdot \text{м)}.$$

Потрібний переріз жил кабеля:

$$S'_{bc} = M_{np\ bc} / (C \cdot \Delta U_1) = 41,5 \text{ мм}^2.$$

Стандартна величина перерізу жил кабеля:

$$S'_{bc} = 50 \text{ мм}^2.$$

Дійсна втрата напруги:

$$\Delta U_{bc} = M_{bc} / (C \cdot S_{bc}) = 3,8 \text{ \%}.$$

Розрахункові втрати напруги для 1-3 ділянок:

$$\Delta U_{1-3} = \Delta U_1 - \Delta U_{bc} = 0,8 \text{ \%}.$$

Ділянка CD.

Приведений момент навантаження:

$$M_{np\ cd} = (M_{CD} + M_{DE}) + a_1(M_1 + M_2 + M_3 + M_4) + a_2(M_5 + M_6) = 7247 \text{ (кВт} \cdot \text{м)}.$$

Потрібний переріз жил кабеля:

$$S'_{cd} = M_{np\ cd} / (C \cdot \Delta U_1) = 34,8 \text{ мм}^2.$$

Стандартна величина перерізу жил кабеля:

$$S_{cd} = 35 \text{ мм}^2.$$

Дійсна втрата напруги:

$$\Delta U_{cd} = M_{cd} / (C \cdot S_{cd}) = 3,3 \text{ \%}.$$

Розрахункові втрати напруги для наступних ділянок:

$$\Delta U_2 = \Delta U_1 - \Delta U_{cd} = 1,3 \text{ \%}.$$

Ділянка DE.

Приведений момент навантаження:

$$M_{np\ de} = M_{DE} + a_1(M_1 + M_2 + M_3 + M_4) + a_2(M_5 + M_6) = 871,56 \text{ (кВт} \cdot \text{м)}.$$

Потрібний переріз жил кабеля:

$$S'_{de} = M_{np\ de} / (C \cdot \Delta U_2) = 25,2 \text{ мм}^2.$$

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Стандартна величина перерізу жил кабеля:

$$S_{DE} = 35 \text{ мм}^2.$$

Дійсна втрата напруги:

$$\Delta U_{DE} = M_{DE} / (C \cdot S_{DE}) = 1,2 \text{ \%}.$$

Розрахункові втрати напруги для 1-6 ділянок:

$$\Delta U_{1.6} = \Delta U_1 - \Delta U_{DE} = 4,6 - 1,2 = 3,4 \text{ \%}.$$

Визначаємо розрахунковий $S_{роз}$ та вибираємо стандартний $S_{ст}$ переріз жил провідників 1-6 ділянок.

Формула для розрахунку:

$$S_{роз} = M_i / (C_i \cdot \Delta U_{роз})$$

Результати розрахунку зводимо в табл. 2.6.

Таблиця 2.6. Розрахунок перерізів жил провідників

i	1	2	3	4	5	6
M_i кВт·м	16	16	17	17	120	144
C_i	12	12	12	12	32	32
$\Delta U_{роз}$	2.2	2.2	2.2	2.2	4.9	4.9
$S_{роз}$	1.44	1,44	1,8	1,8	3,8	3,6
$S_{ст}$	1.5	1,5	2.5	2,5	4	4

Дійсні втрати напруги на 1-9 ділянках.

Формула для розрахунку:

$$\Delta U_i = M_i / (C_i \cdot S_{ст}) \quad (2.12)$$

Результати розрахунку зводимо в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахунок дійсних втрат напруги в 1-6 ділянках

i	1	2	3	4	5	6
M_i кВт·м	16	16	17	17	120	144
C_i	12	12	12	12	32	32
$S_{ст}$	1.5	1,5	2.5	2,5	4	4
U_i В	0,8	0,8	0,6	0,6	1.9	1.3

Як зазначалося вище необхідно провести вибір перерізу провідників за припустимим нагріванням.

Електричний струм у провіднику виділяє теплову енергію, частина якої витрачається на підвищення його температури, а частина виділяється в навколишнє середовище.

При зміні струму в провіднику або зміні умов охолодження змінюється температура його нагрівання. Якщо величина струму в провіднику або умови охолодження не міняються, то кількість тепла, що виділяється, відповідає кількості тепла, яке виділяється в навколишнє середовище. Настає теплова рівновага, і провідник нагрівається до сталої температури.

Нагрівання змінює фізичні властивості провідника. Підвищується його опір, а отже, збільшується марна витрата електроенергії на нагрівання струмоведучих частин. Надмірне нагрівання провідників небезпечне для ізоляції, викликає перегрів контактних з'єднань, що може спричинити пожежу або вибух.

Надійна, тривала робота проводів і кабелів визначається тривалою припустимою температурою їх нагрівання, величина якої залежить від виду ізоляції. З огляду на умови надійності, безпеки й економічності, ПУЕ встановлюють граничну температуру нагрівання провідників залежно від тривалості проходження струму, матеріалу струмоведучої частини і ізоляції дроту або кабелю

Струм, що довгостроково протікає по провіднику, при якому встановлюється тривала припустима температура нагрівання, називається припустимим струмом за нагріванням I_{np} . Величина його залежить як від марки дроту або кабелю, так і від умов прокладки і температури навколишнього середовища.

Довгостроково припустимі струми навантаження дротів, кабелів і шин зазначені в таблицях ПУЕ, розроблених для температур навколишнього повітря +25 °С, ґрунту +15°С З а тривалий розрахунковий струм лінії приймають струм півгодинного максимуму. При виборі повинна дотримуватися умова:

$$I_p < I_{np},$$

					MP 5.8.141.170 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		22

де I_p - робочий струм провідника;

I_{np} - припустимий струм провідника.

Перевіримо вибрані перерізи провідників по допустимому нагріванню. Для цього необхідно визначити розрахунковий струм на ділянках від КТП – 140 до шафи обслуговування (ШО). Формули для визначення розрахункових струмів:

- для чотири провідникових мереж:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3}U_{л} \cos \varphi}, A \quad (2.13)$$

- для три провідникових мереж:

$$I_p = P/(2 \cdot U_{\phi} \cos \varphi), A \quad (2.14)$$

-для двопровідних мереж :

$$I_p = P/(U_{\phi} \cdot \cos \varphi), A \quad (2.15)$$

При виборі допустимих значень струмів використовуємо додатки В, Г, Д, Е [5].

Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.8:

Таблиця 2.8 - Перевірка вибраних перерізів провідників по допустимому нагріванню

i	1	2	3	4	5	6	AB	BC	CD	DE
$P_i \text{ Вт} \cdot 10^3$	3,2	3,2	1,7	1,7	8	7,2	25,5	25,5	25,5	25,5
I_p, A	14,8	14,8	7,8	7,8	18,5	16,6	39,5	39,5	39,5	39,5

Визначаємо по додатках В, Г, Д, Е [5] допустимі значення струмів, результати заносимо до таблиць 2.9, 2.10

Таблиця 2.9 – Вибір провідників по допустимим значенням струмів для ділянок АВ, ВС, CD, DE

i	АВ	ВС	CD	DE
Вид провідника	кабель чотирьох жильний з алюмінієвим и жилами	кабель чотирьох жильний з алюмінієвим и жилами	кабель чотирьох жильний з алюмінієвим и жилами	кабель чотирьох жильний з алюмінієвим и жилами
Спосіб прокладення	у повітрі	у повітрі	у повітрі	у повітрі
S_i мм ²	50	50	35	35
I_p А	39,5	39,5	39,5	39,5
$I_{доп}$ А	165	165	130	130

Таблиця 2.10 – Вибір провідників та допустимих значень струмів для ділянок 1-6

i	1	2	3	4	5	6
Вид провідника	Провідник з полівінілхлоридною ізоляцією					
Спосіб прокладення	відкрито					
S_i мм ²	1.5	1,5	2.5	2,5	4	4
I_p А	14,8	14,8	7,8	7,8	18,5	16,6
$I_{доп}$ А	23	23	30	30	41	41

Умова $I_{np} > I_p$ для всіх ділянок освітлювальної мережі виконується - перевірка вибраних перерізів провідників за допустимим нагріванням є задовільною.

При виборі провідників необхідно враховувати апарати захисту. Одночасно з електроприймачами треба захищати від струму короткого замикання і перевантажень живильні й розподільні лінії, перерізи яких обрані за нагріванням тривалим струмом навантаження. Переріз провідника приймають найбільший з обраних за всіма умовами.

2.3. Розрахунок струмів однофазного короткого замикання

Розрахунок струмів короткого замикання (к.з.) виконується з метою вибору і перевірки обладнання, струмоведучих частин на термічну та динамічну стійкість в режимах коротких замикань, проектування релейного захисту, грозозахисту, пристроїв заземлення.

Для розрахунку струмів однофазного короткого замикання необхідно зіставити розрахункову схему. рис 2

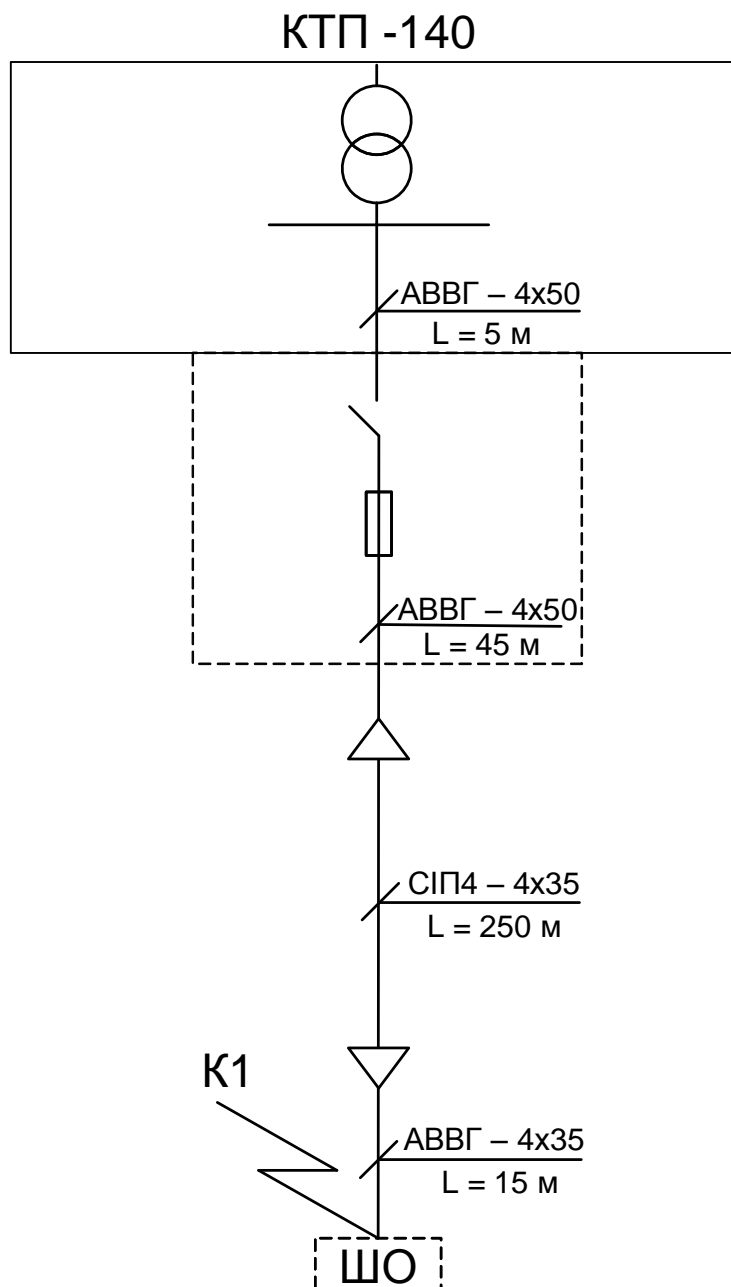


рис 2 - Розрахункова схема

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

На рис 2 зображена розрахункова схема на якій вказано джерело живлення КТП – 140 на якому встановлено шафу силову марки Шафу заживлено кабелем марки АВВГ-4х50мм² від секції шин РУ-0,4 кВ КТП-140. Житловий будинок заживлено від рубильника, встановленого в ЯРП-100 КЛ-0,4 кВ кабелем марки АВВГ-4х50мм². Кабель АВВГ-4х50мм² прокладений в траншеї в землі від ЯРП-100 до опори, а потім від опори передбачається підвіска самоутримного ізольованого проводу (СПП) марки СПП4-4х35 мм² по існуючим опорам. Від кінцевої опори, прокладається кабель марки АВВГ-4х35 до шафи обліку (ШО). На рис вказана точка короткого замикання К1 (найвіддаленіша від джерела живлення).

По розрахунковій схемі зіставляємо схему заміщення

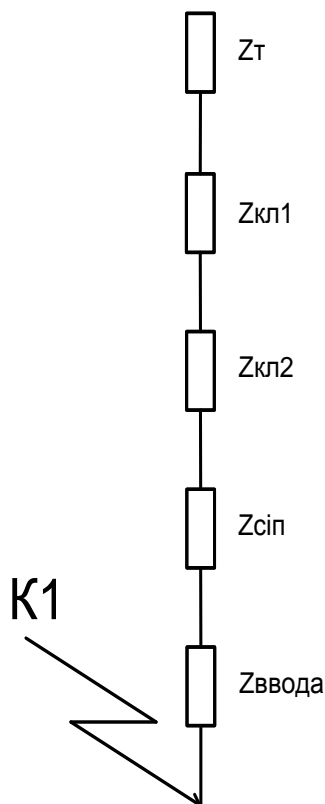


рис 3 - Схема заміщення

На рис 3 зображено схему заміщення ліній від КТП – 140 до точки к. з. К1

Введені наступні позначення:

Z_T – повний опір трансформатора;

$Z_{кл1}$ – повний опір кабеля АВВГ-4х50мм²;

$Z_{кл2}$ – повний опір кабеля АВВГ-4х50мм²;

$Z_{сіп}$ – повний опір самоутримного ізольованого проводу (СІП) марки СІП4-4х35 мм²;

$Z_{ввода}$ – повний опір кабелю марки АВВГ-4х35 мм²;

Для розрахунків однофазного струму к.з. необхідно знайти повні опори всіх елементів схеми заміщення, довжину ліній на ділянках.

Для спрощення розрахунку беремо значення повного опору з літератури (інтернет):

$$Z_T = 0,104 \text{ Ом}$$

$$Z_{кл1} = 0,641 \text{ Ом/км}$$

$$Z_{кл2} = 0,641 \text{ Ом/км}$$

$$Z_{сіп} = 0,868 \text{ Ом/км}$$

$$Z_{ввода} = 0,868 \text{ Ом/км}$$

Контур, що складається з фази трансформатора й ланцюга фазного та нульового провідників прийнято називати петлею «фаза-нуль».

Знаходимо повний опір петлі «фаза – нуль», для цього необхідно повний опір кожної ділянки, Ом/км помножити на довжину ділянки, км:

$$Z_T = 0,104 \text{ Ом}$$

$$Z_{кл1} = 0,641 \cdot 0,005 = 0,00321 \text{ Ом}$$

$$Z_{кл2} = 0,641 \cdot 0,045 = 0,0288 \text{ Ом}$$

$$Z_{сіп} = 0,868 \cdot 0,25 = 0,217 \text{ Ом}$$

$$Z_{ввода} = 0,868 \cdot 0,015 = 0,013 \text{ Ом}$$

$$Z_{ф-0} = Z_T + Z_{кл1} + Z_{кл2} + Z_{сіп} + Z_{ввода} \quad (2.17)$$

Де $Z_{ф-0}$ - повний опір петлі «фаза – нуль»

$$Z_{ф-0} = 0,104 + 0,00321 + 0,0288 + 0,217 + 0,013 = 0,366 \text{ Ом}$$

Знаходимо струм однофазного короткого замикання за формулою

					MP 5.8.141.170 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		27

$$I_{\kappa 1} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\phi-0}} \quad (2.18)$$

де U_{ϕ} = фазна напруга. $U_{\phi} = 220 \text{ В}$

$$I_{\kappa 1} = \frac{220}{0,366} = 601 \text{ А}$$

					MP 5.8.141.170 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		28

2.4. Вибір апаратів захисту

Згідно з ПУЕ від перевантажень необхідно захищати:

1) силові й освітлювальні мережі, виконані всередині приміщень відкрито прокладеними ізольованими незахищеними провідниками з горючою ізоляцією:

2) силові мережі, коли за умовами технологічного процесу або режиму їх роботи можуть виникати тривалі перевантаження:

3) мережі вибухонебезпечних приміщень і вибухонебезпечних зовнішніх установок незалежно від умов технологічного процесу або режиму роботи мережі.

Переріз провідника, обраного за нагріванням, перевіряють за умовою відповідності обраному апарату захисту:

$$I_0 > K_3 \cdot I_3$$

де K_3 - кратність припустимого тривалого струму провідника стосовно номінального струму або струму спрацьовування захисного апарата I_3 [6].

Автоматичні вимикачі призначені для застосування в електричних мережах змінного струму, захисту при перенавантаженнях та струмах к. з пуску і зупинки електродвигунів і забезпечення безпеки ізоляції провідників. Можуть використовуватися для не частих вимикань та вимикань електричних кіл.

Автоматичні вимикачі виконують одночасно функції захисту та управління. Незалежно від виконуваних функцій автоматичні вимикачі поділяються за власним часом спрацьовування $t_{св}$, у (часу з моменту подачі команди до початку розмикання контактів) на:

- Нормальні $t_{св}$, в = 0,02-0,1 с,
- Селективні ($t_{св}$, в регулюється до 1с)
- Швидкодіючі, що володіють струмообмежуючі ефектом ($t_{св}$, в не більше 0,005 с).

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

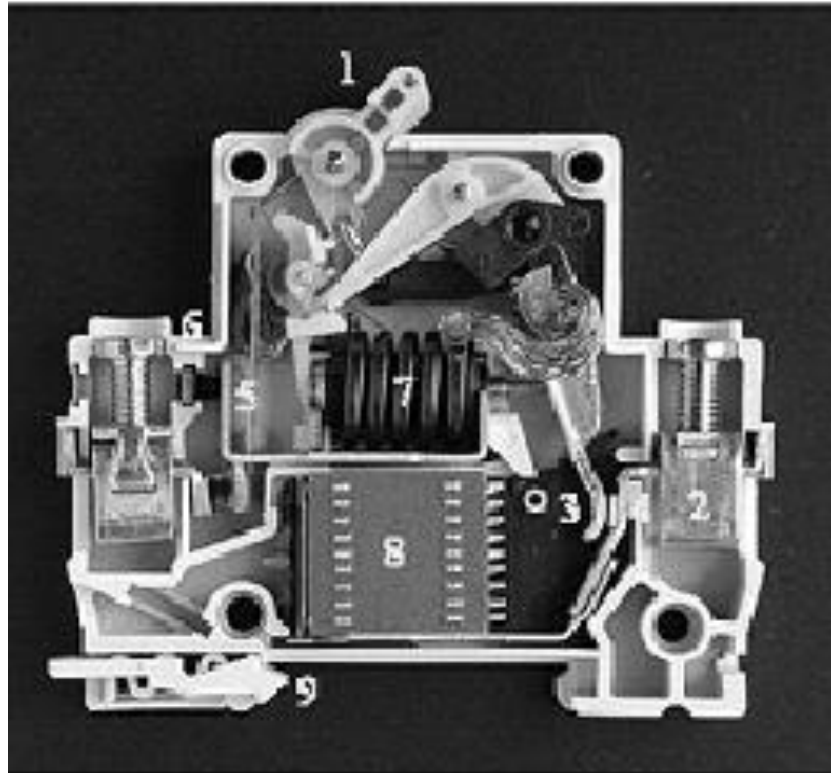


Рис 4 – Конструкція автоматичного вимикача

Автоматичний вимикач (рис 4) для монтажу на DIN-рейку конструктивно виконаний у діелектричному корпусі. Включення-відключення проводиться важелем (1), проводи приєднуються до гвинтових клем (2). Засувка (9) фіксує корпус вимикача на DIN-рейки і дозволяє при необхідності легко його зняти (для цього потрібно відтягнути засувку, вставивши викрутку в петлю засувки). Комутацію ланцюга здійснюють рухливий (3) і нерухомий (4) контакти. Рухомий контакт підпружинен, пружина забезпечує зусилля для швидкого розчеплення контактів. Механізм розчеплення приводиться в дію одним з двох розчіплювачів: тепловим або магнітним.

Тепловий роз'єднувач являє собою біметалеву пластину (5), що нагрівається протікаючим струмом. При протіканні струму вище допустимого значення біметалічна пластина вигинається і приводить в дію механізм розчеплення. Час спрацьовування залежить від струму (часострумова характеристика) і може змінюватися від секунд до години.

Мінімальний струм, при якому має спрацьовувати за час не більше 1 години (при $I_n \leq 63$ А) або 2 годин (при $I_n > 63$ А). ГОСТ Р 50345-99, тепловий роз'єднувач, складає 1,45 від номінального струму запобіжника.

Налаштування струму спрацьовування виробляється в процесі виготовлення регулюючим гвинтом (6). На відміну від плавкого запобіжника, автоматичний запобіжник готовий до наступного використання після охолодження пластини.

Магнітний (миттєвий) роз'єднувач представляє собою соленоїд (7), рухливий сердечник якого також може приводити в дію механізм розчеплення. Струм, що проходить через запобіжник, тече по обмотці соленоїда і викликає втягування осердя при перевищенні заданого порогу. Миттєвий роз'єднувач, на відміну від теплового, спрацьовує дуже швидко (частки секунди), але при значно більшому перевищенні струму: в $2 \div 10$ разів від номіналу, залежно від типу (автоматичні вимикачі поділяються на типи А, В, С і D залежно від чутливості миттєвого розчеплювача).

Під час розчеплення контактів може виникнути електрична дуга, тому контакти мають особливу форму і знаходяться в дугогасильній камері (8).

Класифікація автоматичних вимикачів

ГОСТ 9098-78 — встановлює таку класифікацію автоматичних вимикачів

1. За родом струму головного ланцюга: постійного струму; змінного струму; постійного і змінного струму.

Номінальні струми головних ланцюгів вимикачів, призначених для роботи при температурі навколишнього повітря 40° С, повинні відповідати ГОСТ 6827. Номінальні струми для головних ланцюгів вимикача вибирають з ряду: 6,3; 10, 16, 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500; 4000; 6300 А. Додатково можуть випускатися вимикачі на номінальні струми головних ланцюгів вимикачів: 1500; 3000; 3200 А.

Номінальні струми максимальних розщеплювачем струму вимикачів, призначених для роботи при температурі навколишнього повітря 40° С,

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

повинні відповідати ГОСТ 6827. Допускаються номінальні струми максимальних розщиплювачем струму: 15; 45; 120; 150; 300; 320; 600; 1200; 1500; 3000; 3200 А

2. За кількістю полюсів головного ланцюга: однополюсні; двополюсні; триполюсні; чотириполюсним.

3. За наявності струмообмеження: струмообмежуючі; не струмообмежуючі.

4. За видами розщиплювача: з максимальним розщиплювачем струму; з незалежним розщиплювачем; з мінімальним або нульовим розщиплювачем напруги.

5. За характеристикою витримки часу максимальних розщиплювачем струму: без витримки часу; з витримкою часу, незалежною від струму; з витримкою часу, назад залежною від струму; з поєднанням зазначених характеристик.

6. За наявності вільних контактів («блок-контактів» для вторинних ланцюгів): з контактами; без контактів.

7. За способом приєднання зовнішніх провідників: з заднім приєднанням; з переднім приєднанням; з комбінованим приєднанням (верхні затиски із заднім приєднанням, а нижні — з переднім приєднанням або навпаки); з універсальним приєднанням (переднім і заднім).

8. По виду приводу: з ручним; з руховим; з пружинним.

9. За наявністю і ступеня захисту вимикача від впливу навколишнього середовища та від зіткнення з знаходяться під напругою частинами вимикача і його частинами, що рухаються, розташованими всередині оболонки відповідно до вимог ГОСТ 14255.

Струм миттєвого розчеплення

Згідно з ГОСТ 50345-99, автоматичні вимикачі поділяються на такі типи по струму миттєвого розчеплення:

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Тип 'B': понад $3 \cdot I_n$ до $5 \cdot I_n$ включно (де I_n - номінальний струм)
- Тип 'C': понад $5 \cdot I_n$ до $10 \cdot I_n$ включно
- Тип 'D': понад $10 \cdot I_n$ до $50 \cdot I_n$ включно

У європейських виробників класифікація може дещо відрізнятися. Зокрема, є додатковий тип 'A' (понад $2 \cdot I_n$ до $3 \cdot I_n$) і верхня межа типу 'D' становить $20 \cdot I_n$.

Автоматичні вимикачі виконуються одно-, дво-і триполюсні і мають наступні конструктивні вузли: головною контактної системи, дугогасильні системи, приводу, розщиплювачем і допоміжних контактів.

Контактна система може бути триступінчатої (з головними, проміжними і дугогасильні контактами), двоступеневої (з головними і дугогасильні контактами) і при використанні металокераміки одноступеневою. Дугогасильні система може складатися з камер з вузькими щілинами або з камер з дугогасильні ґратами. Комбіновані дугогасильні пристрої — щілинні камери в поєднанні з дугогасильні ґратами застосовують для гасіння дуги при великих токах.

Для кожного виконання автоматичного вимикача існує граничний струм короткого замикання, який гарантовано не призводить до виходу з ладу автомата. Перевищення цього струму може викликати підігрів або зварювання контактів. Наприклад, у популярних серій побутових автоматів при струмі спрацьовування 6-50А граничний струм зазвичай складає 1000-10000А.

Автоматичні вимикачі виготовляють з ручним і руховим приводом, в стаціонарному або висувному виконанні. Привод автоматичного вимикача служить для включення, автоматичного відключення і може бути ручним безпосередньої дії і дистанційним (електромагнітним, пневматичним та ін.)

Автоматичні вимикачі мають реле прямої дії, які називаються розчеплювачем.

Розчіплювач — це електромагнітні або термобіметалічні елементи, що служать для відключення автоматичного вимикача через механізм вільного розчеплення при к.з перевантаженнях і зникнення напруги в первинному ланцюзі. Механізм вільного розчеплення складається з важелів, засувок, коромисел і відключають пружин і призначений для відключення автоматичного вимикача, а також для усунення повторного включення автоматичного вимикача на коротке замикання при довгостроково існуючої команді на включення.

Відключення може відбуватися без витримки часу або з витримкою. З власного часу відключення $t_{c, o}$ (проміжок від моменту, коли контрольований параметр перевершив встановлене для нього значення, до моменту початку розбіжності контактів) розрізняють нормальні вимикачі ($t_{c, o} = 0,02-1$ с), вимикачі з витримкою часу (селективні) і швидкодіючі вимикачі ($t_{c, o} < 0,005$ с).

Нормальні і селективні автоматичні вимикачі струмообмежуючою дією не володіють. Швидкодіючі вимикачі, так само як запобіжники, володіють струмообмежуючою дією, тому що відключають ланцюг до того, що струм в ній досягне максимального значення.

Селективні автоматичні вимикачі дозволяють здійснити селективну захист мереж шляхом встановлення автоматичних вимикачів з різними витягами часу: найменшою у споживача і поступово зростаючою до джерела живлення.

Вибір автоматичного вимикача виконують за такими умовами [3, с. 41]:

- а) за типом або серією;
- б) за номінальною напругою з умови:

$$U_{н.дв} \geq U_m,$$

де $U_{н.дв}$ – номінальна напруга автоматичного вимикача, В;

U_m – номінальна напруга мережі, В;

- в) за номінальним струмом з умови:

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$I_{н.ав} \geq I_p.,$$

де $I_{н.ав}$ – номінальний струм автоматичного вимикача, А;

I_p – розрахунковий струм, А;

г) за номінальним струмом теплового розчіплювача з умови:

$$I_{н.р} \geq 1,25 \cdot I_n.,$$

де $I_{н.р}$ – номінальний струм теплового розчіплювача, А;

1,25 – коефіцієнт який враховує роздріб за струмом спрацювання теплового розчіплювача;

д) за ступенем захисту від струму обслуговуючого персоналу та потрапляння під корпус сторонніх твердих тіл, потрапляння в нього води; за кліматичним виконанням і категорією розміщення [3, с. 29].

Для розрахунку використовуємо розділ „вибір провідників„ В даному розділі був проведений розрахунок номінальних струмів к. з. Для розрахунку використовуємо рис 1. розділу вибір провідників.

Вибір апаратів захисту розпочинаємо з ділянки L1

На ділянці L1 та L2 $I_p = 14,8$ А вибираємо диференційний автоматичний вимикач PFL7 – 16/1N/B/003 з $I_n = 16$ А та $I_{вит} = 30$ мА. Диференційний автоматичний вимикач відрізняється від автоматичного вимикача тим що захищає людину (тварину) від ураження електричним струмом.

На ділянці L3 та L4 $I_p = 7,8$ А вибираємо автоматичний вимикач PL7 – В 10/1 з $I_n = 10$ А.

На ділянці L5 $I_p = 16,6$ А вибираємо диференційний автоматичний вимикач АД -14 з $I_n = 20$ А та $I_{вит} = 30$ мА

На ділянці L6 $I_p = 18,5$ А вибираємо автоматичний вимикач PL7 – В 20/3 з $I_n = 20$ А.

Також апаратами захисту є рубильник ВР 32-31, $I_n = 100$ А та комплект запобіжників марки ППН-33, $I_{пл.вс.} = 63$ А.

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

2.5. Розрахунок заземлення

Умисне електричне з'єднання тієї або іншої частини електроприладу або іншої установки із заземлюючим пристроєм називають заземленням.

Заземлювач - це провідник або група провідників, які знаходяться в прямому контакті із землею і об'єднуючих з нею частини електроустановок.

Заземлювальним пристроєм називають сукупність конструктивно об'єднаних заземлювальних провідників та заземлювача. Заземлювач – провідник або сукупність електрично з'єднаних провідників, які перебувають у контакті із землею, або її еквівалентом. Заземлювачі бувають природні та штучні. Як природні заземлювачі використовують електропровідні частини будівельних і виробничих конструкцій, а також комунікацій, які мають надійний контакт із землею (водогінні та каналізаційні трубопроводи, фундаменти будівель і т.п.). Для штучних заземлювачів використовують сталеві труби діаметром 35 – 50 мм (товщина стінок не менше 3,5 мм) та кутники (40×40 та 60×60 мм) довжиною 2,5 – 3,0 м, а також сталеві прутки діаметром не менше ніж 10 мм та довжиною до 10 м. В більшості випадків штучні вертикальні заземлювачі знаходяться у землі на глибині $h = 0,5 - 0,8$ м (рис. 12). Вертикальні заземлювачі з'єднують між собою штабою з поперечним перерізом не менше ніж 4×12 мм або прутком з діаметром не менше ніж 6 мм за допомогою зварювання. Приєднання заземлювального провідника до корпусу устаткування здійснюється зваркою або болтами.

Згідно з ПУЕ щодо заходів електробезпеки електроустановки поділяють на:

- електроустановки напругою до 1 кВ в електричних мережах із глухозаземленою нейтраллю;
- електроустановки напругою до 1 кВ в електричних мережах з ізольованою нейтраллю;
- електроустановки напругою понад 1 кВ в електричних мережах з

ізолюваною, компенсованою або заземленою через резистор нейтраллю;

– електроустановки напругою понад 1 кВ в електричних мережах із глухозаземленою або ефективно заземленою нейтраллю.

Для розрахунку заземлення потрібно визначити тип заземлення системи.

Тип заземлення системи – показник, який характеризує влаштування нейтрального провідника (*N*-провідника) або провідника середньої точки (*M*-провідника) і з'єднання з землею струмовідних частин джерела живлення та відкритих провідних частин в електроустановках напругою до 1 кВ.

Провідник середньої точки (*M*-провідник) – провідник в електроустановках напругою до 1 кВ, який електрично з'єднаний з середньою точкою джерела живлення і використовується для розподілення електричної енергії.

Нейтральний провідник (*N*-провідник) – провідник в електроустановках напругою до 1 кВ, електрично з'єднаний з нейтральною точкою джерела живлення, що використовується для розподілення електричної енергії.

Нейтральна точка – спільна точка з'єднаної в зірку багатофазної системи або заземлена точка однофазної системи.

PEN-провідник – провідник в електроустановках напругою до 1 кВ, який поєднує в собі функції – захисного (*PE*-) і нейтрального (*N*-) провідників.

PE-провідник (*PE* від англ. «*protective earthing*» – захисне заземлення) – захисний провідник в електроустановках напругою до 1 кВ, призначений для захисту від ураження електричним струмом.

Відповідно до ГОСТ 30331.2 прийнято такі позначення типу заземлення системи:

система *TN* – система, в якій мережа живлення має глухе заземлення однієї точки струмовідних частин джерела живлення, а електроприймачі і відкриті провідні частини електроустановки приєднуються до цієї точки за допомогою відповідно *N*- або *M*- і захисного *PE*-провідників;

система *TN-S* – система *TN*, в якій *N*- або *M*- і *PE*-провідники розділено по всій мережі;

					<i>MP 5.8.141.170 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

система TN-C – система TN, в якій *N*- або *M*- і *PE*-провідники поєднано в одному *PEN*-провіднику по всій мережі;

система TN-C-S – система TN, в якій *N*- або *M*- і *PE*-провідники поєднано в одному провіднику в частині мережі, починаючи від джерела живлення;

система TT – система, одну точку струмовідних частин джерела живлення якої заземлено, а відкриті провідні частини електроустановки приєднано до *PE*-провідника, з'єднаного із заземлювачем, електрично незалежним від заземлювача, до якого приєднано точку струмовідних частин джерела живлення;

система IT – система, в якій мережу живлення ізолювано від землі чи заземлено через прилади або (і) пристрої, що мають великий опір, а відкриті провідні частини електроустановки приєднано до заземленого *PE*-провідника.

Літерні позначення типу заземлення системи означають:

- перша літера – характер заземлення джерела живлення:

T (від лат. «*terra*» – земля) – безпосереднє приєднання однієї точки струмовідних частин джерела живлення до заземлювального пристрою. У трифазних мережах такою точкою, як правило, є нейтраль джерела живлення (якщо нейтраль недоступна, то заземлюють фазний провідник), у трипровідних мережах однофазного струму і постійного струму – середня точка, а у двопровідних мережах – один з виводів джерела однофазного струму або один з полюсів джерела постійного струму;

I (від англ. «*isolated*» – ізолюваний) – усі струмовідні частини джерела живлення ізолювано від землі або одну точку заземлено через великий опір (наприклад, через опір приладів контролю ізоляції);

- друга літера – характер заземлення відкритих провідних частин електроустановки:

N (від англ. «*neutral*» – нейтраль) – безпосередній зв'язок відкритих провідних частин електроустановки з точкою заземлення джерела живлення;

T – безпосередній зв'язок відкритих провідних частин із землею незалежно від характеру зв'язку джерела живлення із землею.

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

• Наступні літери в системі *TN* позначають влаштування нейтрального *N* і захисного *PE*-провідників:

S (від англ. «*separate*» – розділяти) – функції *N*- і *PE*-провідників виконують окремі провідники;

C (від англ. «*combine*» – об'єднувати) – функції *N*- і *PE*-провідників виконує один *PEN*-провідник.

Електропостачання нашого будинку виконується від мережі з глухозаземленою нейтраллю трансформатора з системою заземлення *TN-C-S*.

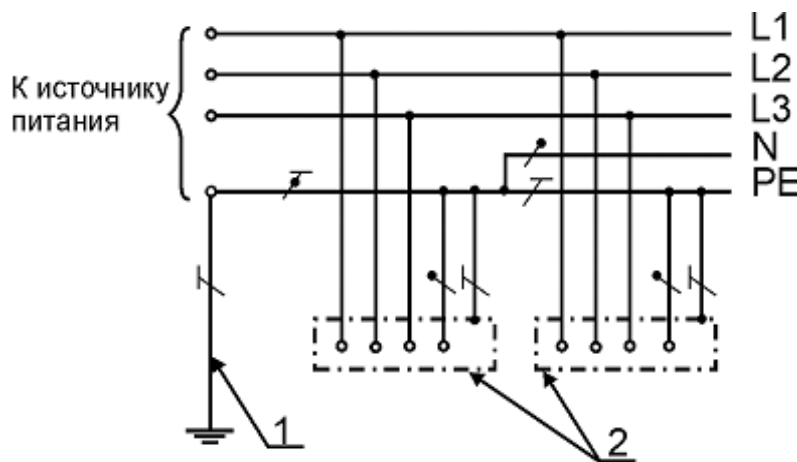


Рис 5 - Система *TN-C-S*

1 — заземлення; 2 — відкриті струмопровідні частини.

Прийняті наступні графічні позначення:

N — — нульовий провідник

PE — — захисний провідник

PEN — — об'єднаний провідник

Розділення спільного *PEN* провідника на нейтральний *N* і захисний *PE* виконується в розподільчій шафі на ввіді в житловий будинок. Приєднанню до системи *TN-C-S* підлягають всі металеві частини електроустановки, що не призначені для проведення електричного струму, але які можуть опинитися під напругою внаслідок порушення ізоляції.

В якості провідників системи заземлення використовують PEN провідники в мережі живлення та захисні провідники (п'ятий для трьохфазної та третій для однофазної мережі) розподільчої та групової мережі.

На залізобетонних опорах ПЛІ-0,4 кВ та ПЛІІ-0,4 кВ влаштовані заземлюючі пристрої, призначені для захисту від грозових перенапруг (відстань між сусідніми заземлювальними пристроями – не більше 100 м, а для кінцевих опор з відгалуженням - не більше 50 м) та повторного заземлення PEN провідника на кінцевих лініях або відгалужень від них довжиною понад 200 м.

Залізобетонні опори мають металевий зв'язок між установленими металоконструкціями, арматурою стояків, підкосів та відтяжок. На опорах ПЛІІ з неізольованим PEN провідником вищевказані елементи опор додатково з'єднуються з PEN провідником на кожній опорі, а на опорах ПЛІ з ізольованим PEN провідником лише на опорах, які мають заземлюючий пристрій.

Сумарний опір розтіканню всіх повторних заземлювачів PEN провідника кожної лінії напругою 0,38 кВ незалежно від пори року повинен бути не більше 10 Ом. При цьому опір кожного із заземлювачів повинен бути не більше 30 Ом (В протилежному разі необхідно забити додаткові електроди).

Конструкція, виконання і клас ізоляції застосованого електроустаткування та кабелів обрані з урахуванням умов навколишнього середовища і пожежної небезпечності приміщень відповідно до вимог нормативних документів.

Вибрані уставки автоматичних вимикачів захищають провода і кабелі вибраних перерізів, а також електрообладнання від перевантаження та струмів короткого замикання.

Для заземлення ШО заземлюючий пристрій виконується з кутової сталі розміром 50x50x5 мм, довжиною 3,0 м і полосової сталі діаметром 40x4 мм. Опір заземлювача повинен бути не більше 30 Ом (в протилежному разі необхідно забити додаткові електроди).

Заземлювальні пристрої електроустановок будівлі і заземлювальні пристрої для блискавкозахисту виконуються спільними.

					MP 5.8.141.170 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		39

Розрахунок проводимо методом коефіцієнтів використання

Спочатку потрібно визначити відповідні нормативні значення опору заземлюваного пристрою (R_3) вибираються з таблиці 1.1 [21].

Визначаємо розрахунковий питомий опір землі ρ , Ом·м, за формулою:

$$\rho = \rho_{\text{вим}} \cdot \Psi \quad (2.19)$$

де $\rho_{\text{вим}}$ - питомий опір ґрунту за таблицею 1.2 [5].

Ψ - кліматичний коефіцієнт (коефіцієнт сезонності), що залежить від характеру ґрунту та його вологості під час вимірів (таблиця 1.3) $\Psi = 1,4$ [5].

Для нашого випадку $\rho = 200 \cdot 1,4 = 280$ Ом · м

Визначаємо опір розтікання струму одиничного вертикального заземлювача, Ом:

$$R_{\epsilon} = 0,366 \frac{\rho}{l_{\epsilon}} \left(\lg \frac{2l_{\epsilon}}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t_{\epsilon} + l_{\epsilon}}{4t_{\epsilon} - l_{\epsilon}} \right) \quad (2.20)$$

$$R_{\epsilon} = 0,366 \frac{280}{3} \left(\lg \frac{2 \cdot 3}{0,0475} + 0,5 \lg \frac{2,25 \cdot 4 + 3}{2,25 \cdot 4 - 3} \right) = 76,927 \text{ Ом} \quad (2.21)$$

де ρ – розрахунковий питомий опір землі, Ом·м

l_{ϵ} - довжина вертикального електроду, м $l_{\epsilon} = 3$ м;

d - діаметр перетину електроду, м;

$$d = 0,95 \cdot b \quad (2.22)$$

де b – ширина полиці кутника $b = 50$ мм

$$d = 0,95 \cdot 50 = 0,0475 \text{ м}$$

t_{ϵ} - відстань від поверхні землі до середини заземлювача, м.

$$t_{\epsilon} = t_0 + l_{\epsilon}/2 \quad (2.23)$$

t_0 – глибина забивання заземлювача, м

$$t_{\epsilon} = 0,75 + 3/2 = 2,25 \text{ м}$$

Знаходимо орієнтовану кількість вертикальних електродів, шт.:

$$n = P/a \quad (2.24)$$

					MP 5.8.141.170 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		40

де P – периметр прямокутника, м

a – відстань між стрижнями, м

$$n = 20/3 = 7 \text{ шт}$$

Визначаємо опір розтікання струму припустивши що кількість стрижнів n :

$$R_{\text{роз}} = R_{\text{в}}/n \quad (2.25)$$

$$R_{\text{роз}} = 76,927/7 = 10,9 \text{ Ом}$$

Визначаємо конфігурацію групового заземлювача (ряд або контур) та відповідну довжину горизонтальної смуги. Для нашого випадку по контуру:

$$l_{\Gamma} = 1,05 \cdot a \cdot n \quad (2.26)$$

де n – кількість вертикальних стрижнів, шт

$a = k \cdot l_{\text{в}}$ – відстань між вертикальними стрижнями, м

де k – коефіцієнт кратності; $k = 1$ для заглиблених стаціонарних заземлювачів; $k = 3$ для заземлювачів розташованих біля поверхні землі (тимчасових);

$$a = 1 \cdot 3 = 3 \text{ м}$$

$l_{\text{в}}$ – довжина вертикального стрижня.

$$l_{\Gamma} = 1,05 \cdot 3 \cdot 7 = 22,05 \text{ м}$$

Знаходимо розрахунковий опір розтікання струму при прийнятій кількості стрижнів за формулою:

$$R_{\text{розв}} = \frac{R_{\text{в}}}{n \cdot \eta_{\text{в}}} \quad (2.27)$$

де $R_{\text{в}}$ – опір розтікання струму одиничного вертикального заземлювача, Ом;

n – кількість вертикальних електродів, шт.;

$\eta_{\text{в}}$ - коефіцієнт використання вертикальних стрижнів (таблиця 1.4) [5].

$$R_{\text{розв}} = \frac{76,927}{7 \cdot 0,6} = 18,30 \text{ Ом}$$

Розраховуємо опір розтікання струму з'єднувальної смуги

					MP 5.8.141.170 ПЗ	<i>Лист</i>
						42
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

(горизонтального електроду) за формулою:

$$R_r = 0,366 \frac{\rho}{l_r} \ln \frac{2l_r^2}{b \cdot t} \quad (2.28)$$

де ρ – розрахунковий питомий опір землі, Ом·м;

l_r – довжина горизонтальної смуги, м $l_r = 31,5$ м;

b – ширина смуги, м $b = 0,04$ м;

t – відстань від поверхні ґрунту до середини ширини горизонтальної смуги, м $t = 1,75$ м.

$$R_r = 0,366 \frac{280}{31,5} \lg \frac{2 \cdot 31,5^2}{0,04 \cdot 1,75} = 141,516 \text{ Ом}$$

Визначаємо розрахунковий опір розтікання струму у з'єднувальній смугі з використанням коефіцієнта екранування

$$R_{розр} = \frac{R_r}{n_c \cdot \eta_c} \quad (2.29)$$

де n_c – кількість з'єднувальних смуг, шт;

η_c – коефіцієнт екранування смуги (таблиця 1.4) [5].

$$R_{розр} = \frac{141,516}{7 \cdot 0,39} = 51,837 \text{ Ом}$$

Визначаємо еквівалентний опір розтікання струму групового заземлювача:

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_{розв}} + \frac{1}{R_{розр}}} \quad (2.30)$$

$$R = \frac{1}{\frac{1}{18,3} + \frac{1}{25,8}} = 10,7 \text{ Ом}$$

Визначений еквівалентний опір розтікання струму групового заземлювача не повинен перевищувати потрібний опір – $R \leq R_з$. Якщо R більший, або

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

значно менший (20%) від потрібного слід внести зміни в попередню схему ЗП:

- змінити кількість вертикальних ЗП;
- змінити конфігурацію ЗП;
- повторити розрахунок починаючи зі знаходження кількості

заземлювачів;

Тобто таким чином захисне заземлення розраховується шляхом послідовних наближень.

Для нашого випадку $10,7 \geq 4$ опір значно більший від потрібного.

Вносимо наступні зміни $l_v = 6$ м, $n = 15$. Тоді $R = 3,6$ Ом.

Умова $R \leq R_3$ виконується $3,6 \leq 4$

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

3. Охорона праці

3.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів впливаючих на електромонтера

У процесі трудової діяльності людина вступає в контакт з предметами праці, іншими людьми. Крім того на неї взаємодіють різні параметри промислової обстановки в якій протікає праця (температура, вологість, рухливість, шум, вібрація і ін.). Все це характеризує певні умови, в яких працює людина. Від умов праці у великій мірі залежить здоров'я та працездатність людини його відношення до праці та результат діяльності. При умовах праці не відповідаючих нормативам можливе різке зниження працездатності та створення розумів для появи травм та професійних захворювань.

У нормативній літературі регламентуються основні поняття в області охорони праці. Так, ДСТУ 229399 регламентує що виробничим чинник, вплив якого може привести до травми, чи іншому різкому погіршенню здоров'я робітника являється небезпечним, а чинник, вплив якого може привести до погіршення стану здоров'я, зниженню працездатності робітника – шкідливим виробничим чинником. У залежності від рівня та продовжительності впливу шкідливий виробничий чинник може перерости в небезпечний.

При виконанні робіт на людину короткочасно або тривало впливають шкідливі чинники. Ці чинники надають роздільну або сумісну шкідливу дію на людину в умовах виробництва, називаються виробничими вредностями. За результатом їх негативних дій можуть з'явитися професійні захворювання.

Наслідками дії як небезпечного, так і шкідливого виробничого чинника є: тимчасова втрата працездатності; постійна втрата працездатності

					MP 5.8.141.170 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб		Рекуха			Розрахунок електропостачання житлового будинку	Лім.	Лист	Листів
Керівник		Лебедка С.М.					45	75
Реценз.						СумДУ		
Н.		Никифоров М.А						
Зав. Каф.		Лебединський І.Л.						

(інвалідність першої, другої і третьої групи); летальний результат.

Тому необхідно проводити аналіз небезпек, вредностей і можливих наслідків при виконанні різних видів робіт.

Завданням аналізу є встановлення причин і закономірностей, які викликали появу нещасних випадків і захворювань. Нещасному випадку завжди передують відхилення від нормального ходу виробничого процесу. Тому вивчення і аналіз травматизму дає можливість розробити профілактичні заходи, що знімають небезпечні і шкідливі умови праці. Профілактика наслідків дії шкідливих чинників може бути здійснена шляхом проведення технологічних, медичних заходів.

Технологічні заходи полягають в зміні або вдосконаленні технологічного процесу, автоматизації і дистанційному управлінні виробничим процесом, вентиляції та використанні кондиціонерів повітря, ізоляції і герметизації технологічних комунікацій.

Медичні заходи проводяться шляхом попереднього або періодичного медичного огляду, профілактичного лікування, а також курортно-санаторного лікування. При цьому застосовуються колективні і індивідуальні засоби захисту людини, професійний відбір, навчання і інструктаж.

На електромонтера можуть впливати наступні небезпечні і шкідливі виробничі чинники:

- знижена або підвищена температура повітря робочої зони;
- підвищений рівень вібрації;
- знижена рухливість повітря;
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі;
- підвищений рівень статичної електрики;
- рухомі машини і механізми;
- рухомі частини виробничого устаткування;
- конструкції, що руйнуються, падаючі предмети;
- підвищена температура поверхонь устаткування, матеріалів;
- підвищена вологість повітря;

					MP 5.8.141.170 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		46

- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- недостатня освітленість робочої зони;
- гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях інструменту, устаткування, пристосувань;
- підвищені рівні запиленої повітря робочої зони;
- напруга зору;
- напруга уваги;
- емоційні навантаження;
- нерациональна організація робочого місця;
- нервово – психічні перевантаження;

Аналізуючи ці чинники можна сказати, що наприклад дія шуму, наприклад шум від «коронування» дроту, відбивається як на органах слуху, так і на загальному психологічному стані людини. Можливі глухота, нервові розлади. Слабке освітлення приводить до напруги очей, що при тривалій дії веде до погіршення зору. Також виникає головний біль, нервова напруга.

Як майбутній фахівець я вважаю, що однією з основних небезпек є небезпека ураження електричним струмом. Небезпека ураження електричним струмом може бути зв'язана:

- з однофазним дотиком не ізолюваної від землі людини до неізолюваних струмоведучих частин електроустановок, що знаходяться під напругою;
- з одночасним дотиком людини до двох струмоведучих неізолюваних частинам (фазам, полюсам) електроустановок, що знаходяться під напругою;
- з дотиком людини, не ізолюваної від землі, до металевих корпусів електроустаткування, що опинилося під напругою;
- з дією атмосферної електрики при грозових розрядах;
- з дією електричної дуги;
- із звільненням людини, що знаходиться під напругою;
- з порушенням правил технічної експлуатації електроустановок.

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Для захисту людей, що працюють з електроустановками, від поразки електричним струмом служать електрозахисні засоби. За призначенням електрозахисні засоби (ЕЗЗ) розділяються на ті, що ізолюють, захищають та допоміжні.

Ізолюючі ЕЗЗ служать для ізоляції людини від частин електроустаткування під напругою, а також від землі. Вони розділяються на основні і додаткові. Ізоляція основних ізолюючих ЕЗЗ надійно витримує робочу напругу електроустановок, і з їх допомогою дозволяється торкатися струмоведучих частин, що знаходяться під напругою. Ізолюючі ЕЗЗ класифікуються на ЕЗЗ до 1000 В і ЕЗЗ вище 1000 В.

До основних ізолюючих ЕЗЗ в електроустановках напругою вище 1000 В відносяться оперативні і вимірювальні штанги, ізолюючі і електровимірювальні кліщі, покажчики напруги ізолюючі сходи, захвати для перенесення гірлянд ізоляторів, що ізолюють ланки телескопічних веж.

До основних ізолюючих ЕЗЗ в електроустановках напругою до 1000 В відносяться оперативні штанги, ізолюючі і електровимірювальні кліщі, діелектричні рукавички, інструмент з ізолюючими ручками, покажчики напруги.

У електроустановках для виконання різних оперативних включень (відключень) роз'єднувачів, віддільників, вимикачів напругою вище 1000 В з ручним приводом, установки деталей розрядників і т.д. необхідно застосовувати ізолюючі оперативні штанги. Для захисту використовують захисне заземлення. У разі установки на струмоведучих частинах електроустановок переносного заземлення слід застосовувати штанги переносного заземлення.

Також, я вважаю, що однією з основних небезпек є дія електромагнітних, електричних і магнітних полів, а також статичної електрики. Небезпечна дія на тих, що працюють можуть надавати електромагнітні поля радіочастот (60 кГц-300 ГГц) і електричні поля промислової частоти (50 Гц). Джерелом електричних полів промислової

					MP 5.8.141.170 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		48

частоти є струмоведучі частини електроустановок, що діють (лінії електропередач, індуктори, конденсатори термічних установок, фідерні лінії, генератори, трансформатори, електромагніти, соленоїди, імпульсні установки конденсаторного типу, литі і металокерамічні магніти і ін.). Тривала дія електричного поля на організм людини може викликати порушення функціонального стану нервової і серцево судинної систем. Це виражається в підвищеній стомлюваності, зниженні якості виконання робочих операцій, болях в області серця, зміні кров'яного тиску і пульсу.

Основними видами засобів колективного захисту від дії електричного поля струмів промислової частоти є екрануючі пристрої - складова частина електричної установки, призначена для захисту персоналу у відкритих розподільних пристроях і на повітряних лініях електропередач. Екрануючий пристрій необхідний при огляді устаткування і при оперативному перемиканні, спостереженні за виробництвом робіт. Конструктивно екрануючі пристрої оформляються у вигляді козирків, навісів або перегородок з металевих канатів, прутків, сіток. Переносні екрани також використовуються при роботах по обслуговуванню електроустановок у вигляді знімних козирків, навісів, перегородок, наметів і щитів.

Допустимі рівні дії на працівників і вимоги до проведення контролю на робочих місцях для електричних полів промислової частоти викладені в ГОСТ 12.1.002-84, а для електромагнітних полів радіочастот - в ГОСТ 12.1.006-84.

На підприємствах широко використовують і отримують у великих кількостях речовини і матеріали, що володіють діелектричними властивостями, що сприяє виникненню зарядів статичної електрики.

Статична електрика утворюється в результаті тертя (зіткнення або розділення) двох діелектриків один об одного або діелектриків об метали. При цьому на речовинах, що труться, можуть накопичуватися електричні заряди, які легко стікають в землю, якщо тіло є провідником

					MP 5.8.141.170 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		49

електрики і воно заземлене. На діелектриках електричні заряди утримуються тривалий час, в слідство чого вони отримали назву статичної електрики.

Процес виникнення і накопичення електричних зарядів в речовинах називають електризацією. Явище статичній електризації спостерігається в наступних основних випадках:

- в потоці і при розбризкуванні рідин;
- в струмені газу або пари;
- при зіткненні і подальшому видаленні двох твердих різнорідних тіл

(контактна електризація).

Розряд статичної електрики виникає тоді, коли напруженість електростатичного поля над поверхнею діелектрика або провідника, обумовлена накопиченням на них зарядів, досягає критичної (пробивної) величини. Для повітря пробивна напруга складає 30 кВ/см. У людей, що працюють в зоні дії електростатичного поля, зустрічаються різноманітні скарги: на дратівливість, головний біль, порушення сну, зниження апетиту і ін.

Допустимі рівні напруженості електростатичних полів встановлені ГОСТ 12.1.045-84 «Електростатичні поля». «Допустимі рівні на робочих місцях і вимоги до проведення Контролю» і Санітарно-гігієнічними нормами допустимої напруженості електростатичного поля (№ 1757-77). Ці нормативні правові акти розповсюджуються на електростатичні поля, що створюються при експлуатації електроустановок високої напруги постійного струму і електризації діелектричних матеріалів, і встановлюють допустимі рівні напруженості електростатичних полів на робочих місцях персоналу, а також загальні вимоги до проведення контролю і засобів захисту.

Заходи захисту від статичної електрики направлені на попередження виникнення і накопичення зарядів статичної електрики, створення умов розсіювання зарядів і усунення небезпеки їх шкідливої дії.

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

До основних заходів захисту відносять:

- запобігання накопиченню зарядів на електропровідних частинах

устаткування, що досягається заземленням устаткування і комунікацій, на яких можуть з'явитися заряди (апарати, резервуари, трубопроводи, транспортери, естакади і т.п.);

- зменшення електричного опору речовин, що переробляються;
- зниження інтенсивності зарядів статичної електрики.

Досягається відповідним підбором швидкості руху речовин, виключенням розбризкування, дроблення і розпилювання речовин, відведенням електростатичного заряду, підбором поверхонь тертя, очищенням горючих газів і рідин від домішок;

- відведення зарядів статичної електрики, що накопичуються на людях.

Дозволяє виключити небезпеку електричних розрядів, які можуть викликати займання і вибух вибухо- та пожаронебезпечних сумішей, а також шкідливу дію статичної електрики на людину.

Основними заходами захисту є:

- пристрій електропровідної підлоги або заземлених зон, помостів і робочих майданчиків, заземлення ручок дверей, поручнів сходів, рукояток приладів, машин і апаратів; забезпечення тих, що працюють струмопровідним взуттям, антистатичними халатами.

По вищесказаному можна зробити висновок що своєчасне виявлення небезпечних і шкідливих виробничих чинників дозволяє розробити ефективну систему заходів, реалізація яких приводить до запобігання дії на організм людини небезпечних і шкідливих виробничих чинників, що у свою чергу знижує тяжкість і напруженість виробничих процесів, підвищує продуктивність і якість праці.

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

3.2. Розрахунок блискавкозахисту

Блискавкозахист — це система захисних пристроїв та заходів, що призначені для забезпечення безпеки людей, збереження будівель та споруд, устаткування та матеріалів від можливих вибухів, займань та руйнувань, спричинених блискавкою.

Блискавка — особливий вид проходження електричного струму через величезні повітряні прошарки, джерелом якого є атмосферний заряд, накопичений грозовою хмарою. Умови утворення таких хмар — велика вологість та швидка зміна температури повітря. За таких умов у атмосфері Землі проходять складні фізичні процеси, які призводять до утворення та накопичення електричних зарядів. При підвищенні напруженості електричного поля до критичних значень виникає розряд, який супроводжується яскравим свіченням (блискавкою) та звуком (громом). Довжина каналу блискавки може досягати кількох кілометрів, сила струму — 200 000 А, напруга — 150 000 кВ, а температура — 10000 °С і більше. Час існування блискавки 0,1 — 1 с. Щосекунди земну кулю уражають в середньому більше 100 блискавок.

Розрізняють первинні (прямий удар) і вторинні прояви блискавки.

Прямий удар блискавки (ураження блискавкою) — безпосередній контакт каналу блискавки з будівлею чи спорудою, що супроводжується протіканням через неї струму блискавки. Прямий удар блискавки здійснює на уражений об'єкт наступні дії: електричну, що пов'язана з ураженням людей і тварин електричним струмом та виникненням перенапруг на елементах, по яких струм відводиться в землю; теплову, що зумовлена значним виділенням теплоти на шляхах проходження струму блискавки через об'єкт; механічну, що спричинена ударною хвилею, яка поширюється від каналу блискавки, а також електродинамічними силами, що виникають у конструкціях, через які проходить струм блискавки.

Під вторинними проявами блискавки розуміють явища під час близьких розрядів блискавки, що супроводжуються появою потенціалів на

					MP 5.8.141.170 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		52

конструкціях, трубопроводах, електропроводах всередині будівель і споруд, які не зазнали прямого удару блискавки. Вони виникають внаслідок електростатичної та електромагнітної індукції.

Електростатична індукція проявляється у наведені потенціалів на металевих елементах конструкції, в незамкнених металевих контурах, що може викликати іскріння всередині будівель та споруд і тим самим ініціювати пожежу чи вибух.

Електромагнітна індукція супроводжується появою в просторі змінного магнітного поля, яке індукує в металевих контурах, що утворені із різних протяжних комунікацій (трубопроводів, електропроводів і т. п.) електрорушійну силу (ЕРС).

У замкнених контурах ЕРС призводить до появи наведених струмів. У контурах, в яких контакти недостатньо надійні в місцях з'єднання, такі струми можуть викликати іскріння або сильне нагрівання, що дуже небезпечно для приміщень, де утворюються вибухо- та (або) пожежонебезпечні концентрації.

Ще однією особливістю вторинного прояву блискавки є занесення високих потенціалів у будівлю по металоконструкціях, які підведені в цю будівлю (трубопроводах, рейкових шляхах, естакадах, проводах ліній електропередач і т. п.). Такі занесення супроводжуються електричними розрядами, які можуть стати джерелом вибуху чи пожежі.

Захист об'єктів від прямих ударів блискавки забезпечується шляхом встановлення блискавковідводів. Захист від електростатичної індукції (вторинний прояв блискавки) здійснюється приєднанням устаткування до заземлювача для відведення електростатичних зарядів, індукованих блискавкою, в землю. Захист від електромагнітної індукції полягає у встановленні методом зварювання перемичок між протяжними металоконструкціями в місцях їхнього зближення менше ніж на 10 см.. Інтервал між перемичками повинен становити не більше 20 м. Це дає змогу наведеному струму блискавки переходити з одного контуру в інший без

					MP 5.8.141.170 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		53

утворення електричних розрядів. Захист від занесення високих потенціалів у будівлю здійснюється шляхом приєднання до заземлювача металоконструкцій перед їх введенням у будівлю.

Будівлі та споруди поділяються за рівнем блискавкозахисту на три категорії. Приналежність об'єкта, що підлягає блискавкозахисту, до тієї чи іншої категорії визначається головним чином його призначенням та класом вибухо- та пожежонебезпечних зон згідно ПУЕ.

I категорія — будівлі та споруди або їх частини з вибухонебезпечними зонами класів В-I та В-II. В них зберігаються чи знаходяться постійно або використовуються під час виробничого процесу легкозаймисті та горючі речовини, що здатні утворювати газо-, пило-, пароповітряні суміші, для вибуху яких достатньо невеликого електричного розряду (іскри).

II категорія — будівлі та споруди або їх частини, в яких наявні вибухонебезпечні зони В-Ia, В-Iб, В-IIa. Вибухонебезпечні газо-, пило-, пароповітряні суміші в них можуть з'явитися лише при аварії чи порушенні установленого технологічного процесу. До цієї ж категорії належать зовнішні установки класу В-Iг та склади, у яких зберігаються вибухонебезпечні матеріали, легкозаймисті та горючі рідини.

III категорія — ціла низка будівель та споруд, зокрема: будівлі та споруди з пожежонебезпечними зонами класів П-I, П-II та П-IIa; зовнішні технологічні установки, відкриті склади горючих речовин, що належать до зон класів П-III; димові та інші труби підприємств і котельних, башти та вишки різного призначення висотою 15 м і більше.

Об'єкти I та II категорій необхідно захищати як від прямих ударів блискавки, так і від вторинних її проявів. Будівлі та споруди III категорії повинні мати захист від прямих ударів блискавки та занесення високих потенціалів, а зовнішні установки — тільки від прямих ударів.

При виборі пристроїв блискавкозахисту за категоріями враховують важливість об'єкта, його висоту, місце розташування серед сусідніх об'єктів, рельєф місцевості, інтенсивність грозової діяльності. Останній параметр

					MP 5.8.141.170 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		54

характеризується середньорічною тривалістю гроз у годинах для даної місцевості (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Середня інтенсивність грозової діяльності у різних регіонах (областях) України

№ зп.	Регіони (області) України	Інтенсивність грозової діяльності, год/рік
1	Автономна Республіка Крим	40—60
2	Закарпатська, Запорізька, Донецька	80—100
3	Інші області України	60—80

Для захисту об'єкта від прямих ударів блискавки застосовують блискавковідвід — пристрій, який височіє над захищуваним об'єктом, сприймає удар блискавки та відводить її струм у землю. Захисна дія блискавковідводу базується на властивості блискавки уражати найбільш високі та добре заземлені металеві конструкції. За конструктивним виконанням блискавковідводи поділяються на стержневі, тросові та сітчасті, а за кількістю та загальною площею захисту — на одинарні, подвійні та багатократні. Окрім того, розрізняють блискавковідводи встановлені окремо та такі, що розташовані на захищуваному об'єкті. Будь-який блискавковідвід складається з блискавкоприймача (металевий стержень, трос, сітка), який безпосередньо сприймає удар блискавки; несівної опори (спеціальні стовпи, елементи конструкцій будівлі), на якій розташовується блискавкоприймач; струмовідводу (металевий провідник, конструкція), по якому струм блискавки передається в землю; заземлювача, який забезпечує розтікання струму блискавки в землі.

Розрахунок проводимо за [26]. Блискавковідвід характеризується зоною захисту — частиною простору, навколо блискавковідводу, яка захищена від прямих ударів блискавки з відповідним ступенем надійності. За

величиною ступеня надійності зони захисту можуть бути двох типів: зона А — ступінь надійності не менше 99,5%, зона Б — не менше 95%. Тип зони захисту блискавковідводу залежить від очікуваної кількості уражень блискавкою будівель та споруд без блискавкозахисту за рік, яка визначається за формулою:

$$N = [(S + 6hx) \cdot (L + 6hx) - 7,7hx^2] \cdot n \cdot 10^{-6} \quad (3.1)$$

де S, L — відповідно ширина та довжина будівлі, м;

hx — найбільша висота будівлі, м;

n — середньорічна кількість ударів блискавки в 1 км² поверхні землі в даному географічному місці (табл. 3.2)

Якщо $N > 1$, то для будівель та споруд, що належать до II категорії за рівнем блискавкозахисту, приймається зона захисту А, а при $N < 1$ — зона захисту Б.

Таблиця 3.2 - Середньорічна кількість ударів блискавки в 1 км² поверхні землі залежно від інтенсивності грозової діяльності

Середня інтенсивність грозової діяльності, год/рік	10-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100 і більше
Середньорічна кількість ударів блискавки в 1 км ² поверхні землі	1	2	4	5,5	7	8,5

Для нашого випадку:

$$N = [(S + 6hx) \cdot (L + 6hx) - 7,7hx^2] \cdot n \cdot 10^{-6}$$

де hx = 8 м, n = 5,5, S = 10 м, L = 15 м,

$$N = [(10 + 6 \cdot 8) \cdot (15 + 6 \cdot 8) - 7,7 \cdot 8^2] \cdot 5,5 \cdot 10^{-6} = 0,0174$$

$N = 0,0174 < 1$, тобто приймаємо зону захисту Б

Для одинарного стержневого блискавковідводу висотою $h \leq 150$ м зона захисту являє собою конус рис 6, з вершиною на висоті $h_0 < h$. На рівні землі

зона захисту утворює коло радіусом r_0 , а горизонтальний переріз зони на висоті h_x утворює коло радіусом r_x .

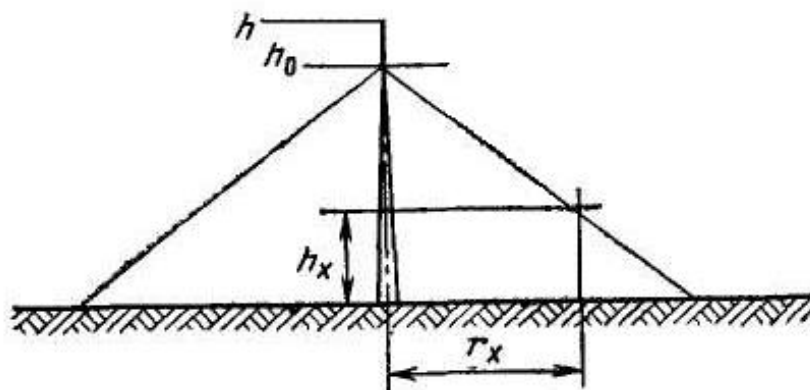


Рис 6 - Перетин зони захисту стрижневого блискавковідводу

Формули для визначення розмірів зони захисту типу А та типу Б одинарного стрижневого блискавковідводу приведені в таблиці 3.3

Таблиця 3.3 – Формули для визначення розмірів зони захисту типу А та типу Б

Параметр	Зона захисту А	Зона захисту Б
h_0 , м	$0,85 \cdot h$	$0,92 \cdot h$
r_0 , м	$(1,1 - 0,002 \cdot h) \cdot h$	$1,5 \cdot h$
r_x , м	$(1,1 - 0,002 \cdot h) \cdot (h - h_x/0,85)$	$1,5 \cdot (h - h_x/0,92)$

Для нашого випадку:

$$h_0 = 0,92 \cdot h \quad (3.2)$$

де h висота блискавковідводу, припустимо $h = 14$ м, тоді

$$h_0 = 12,88 \text{ м}$$

$$r_0 = 1,5 \cdot h \quad (3.3)$$

$$r_0 = 21 \text{ м}$$

$$r_x = 1,5 \cdot (h - h_x/0,92) \quad (3.4)$$

$$r_x = 7,957 \text{ м}$$

Отже, для будинку потрібно встановити стрижневий блискавковідвід висотою 14 м

4. Економіка

4.1. Шляхи економії паливно-енергетичних ресурсів

Паливно-енергетичні ресурси (ПЕР) - сукупність всіх природних і перетворених видів палива та енергії, які використовуються в національному господарстві.

Однієї з характерних рис сучасного етапу науково-технічного прогресу є зростаючий попит на всі види енергії. Основними ПЕР природний газ вугілля, нафта.

Важливим ПЕР є природний газ. Витрати на його видобуток і транспортування нижче, ніж для твердих видів палива. Будучи прекрасним паливом (калорійність його на 10% вище мазуту, в 1,5 рази вище вугілля й в 2,5 рази вище штучного газу), він відрізняється також високою віддачею тепла в різних установках.

За останні три десятиліття істотно змінилася структура споживання вугілля у зв'язку з витисненням його нафтопродуктами й газом. Більше 56% споживання вугілля доводиться на теплові електростанції.

З високоякісних видів ПЕР на першому місці перебуває нафта, на частку якої доводиться 63%. У цей час у зв'язку з ростом у країні енергоспоживання, виробленістю легкодоступних родовищ нафти, обмеженістю її запасів у земній корі, погрозою її вичерпання, а також більше ефективним використанням нафти як сировини в хімічній промисловості виникла проблема прискорення розвитку інших галузей паливно-енергетичного комплексу як у цілому по країні, так і по окремих регіонах.

Економія ПЕР у цей час стає одним з найважливіших напрямків перекладу економіки на шлях інтенсивного розвитку й раціонального природокористування. Значні можливості економії мінеральних

					MP 5.8.141.170 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
<i>Розроб</i>		Рекуха			Розрахунок електропостачання житлового будинку	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Керівник</i>		Маценко					58	75
<i>Реценз.</i>						СумДУ		
<i>Н.</i>		Никифоров М.А						
<i>Зав. Каф.</i>		Лебединський І.І.						

паливно-енергетичних ресурсів є при використанні енергетичних ресурсів.

Так, на стадії збагачення й перетворення енергоресурсів губиться до 3% енергії. У цей час 4/5 усього кількості електроенергії в країні виробляється тепловими електростанціями. На ТЕС при виробленні електроенергії корисно використовується лише 30-40% теплової енергії, інша частина розсіюється в навколишнім середовищі з димовими газами, підігрітою водою. Немаловажне значення в економії ПЕР грає зниження питомої витрати палива на виробництво електроенергії.

На мою думку, основними шляхами економії ПЕР є:

- удосконалювання технологічних процесів
- удосконалювання устаткування
- зниження прямих втрат ПЕР
- структурні зміни в технології виробництва
- структурні зміни у виробленій продукції
- поліпшення якості палива й енергії
- організаційно-технічні заходи

Проведення цих заходів викликається не тільки необхідністю економії енергетичних ресурсів, але й важливістю обліку питань охорони навколишнього середовища при рішенні енергетичних проблем. Велике значення має заміна викопного палива іншими джерелами (сонячною енергією, енергією хвиль, припливу, землі, вітрів). Ці джерела енергетичних ресурсів є екологічно чистими. Заміняючи ними викопне паливо, ми знижуємо шкідливий вплив на природу й заощаджуємо органічні енергоресурси.

					<i>MP 5.8.141.170 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		59

4.2 Державна політика енергозбереження в Україні

Основою проведення енергозберігаючої політики в нашій державі є комплексна державна програма енергозбереження України (КДПЕ України). Виходячи з існуючого стану енергозабезпечення та рівня ефективності використання ПЕР в Україні Президент та Кабінет Міністрів України прийняли рішення про заходи щодо розробки КДПЕ України. Постановою Кабінету Міністрів України від 15 листопада № 911 Держкоменергозбереження України разом з Мінекономіки України було доручено розробити таку програму. КДПЕ була схвалена Постановою Кабінету Міністрів України №148.

Мета КДПЕ України - на основі аналізу існуючого стану та прогнозів розвитку економіки розробити основні напрямки державної політики енергозбереження, що передбачало створення нормативно-правової бази енергозбереження, формування сприятливого економічного середовища, створення цілісної та ефективної системи державного управління енергозбереженням.

Головними завданнями КДПЕ є визначення загального існуючого та перспективного потенціалу енергозбереження, розробка основних напрямків його реалізації у матеріальному виробництві та сфері послуг, створення програми першочергових та перспективних заходів і завдань з підвищення енергоефективності та освоєння практичного потенціалу енергозбереження. Представлені у програмі розробки зі створення системи державного управління енергозбереженням, його нормативно-правової бази з формування економічного середовища, сприятливого для підвищення ефективного використання ПЕР, фактично створили підґрунтя та сформували основи економічних механізмів у сфері енергозбереження. Розробки виконані таким чином, що на їх основі можуть бути створені та сформульовані серії відповідних законів та підзаконних актів, у тому числі й такі, які необхідні для реалізації та функціонування Закону України "Про енергозбереження". КДПЕ

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

також заклала основи освіти, навчання та підготовки кадрів з енергозбереження, популяризації знань у цій області.

У цілому в Україні виробництво більшої частини продукції здійснюється за рахунок підвищення питомих витрат енергоресурсів. Зросли питомі витрати тепло- та електроенергії на виробництво понад 50 % видів продукції, що контролюється органами статистики, а котельно-пічного палива - на 44 % найменувань. Якщо ще недавно питома вага ПЕР у собівартості машинобудівної продукції України складала 5-6 %, то зараз вона зросла до 30-50 %, що в декілька разів перевищує аналогічні показники закордонних фірм. Це призводить до не конкурентоспроможності вітчизняної продукції на світовому ринку.

Також був розроблений Закон України “Про енергозбереження ”, який створив основи регулювання відносин між господарськими суб'єктами, а також між державою і юридичними та фізичними особами у сфері енергозбереження. Основними принципами державної політики у сфері енергозбереження було визначено:

- здійснення державного регулювання діяльності у сфері енергозбереження на основі застосування економічних, нормативно-технічних заходів управління; створення державою економічних і правових умов заінтересованості юридичних та фізичних осіб;
- пріоритетність вимог енергозбереження при здійсненні господарської, управлінської або іншої діяльності, пов'язаної з видобуванням, переробкою, транспортуванням, зберіганням, виробленням та використанням ПЕР;
- наукове обґрунтування стандартизації у сфері енергозбереження та нормування використання ПЕР, необхідність дотримання енергетичних стандартів та нормативів при використанні палива та енергії; обов'язковість енергетичної експертизи;
- створення енергозберігаючої структури матеріального виробництва на основі комплексного вирішення питань економії та енергозбереження з

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

урахуванням екологічних вимог, широкого впровадження новітніх енергозберігаючих технологій;

- популяризація економічних, екологічних та соціальних переваг енергозбереження, підвищення громадського освітнього рівня у цій сфері;

- поєднання методів економічного стимулювання та фінансової відповідальності з метою раціонального використання та економного витрачання ПЕР; встановлення плати за прямі втрати і нерациональне використання ПЕР;

- вирішення проблем енергозбереження у поєднанні з реалізацією енергетичної програми України, а також на основі широкого міждержавного співробітництва.

Слід відзначити обтяжливу залежність національної економіки від зовнішніх джерел енергопостачання, яка залишається високою (на рівні 50 %). Це одна з причин дефіциту платіжного балансу, що веде до зростання зовнішньої заборгованості. Сьогодні проблема енергозабезпечення країни вже переросла в проблему національної безпеки. Від її вирішення прямо й безпосередньо залежить можливість остаточного подолання кризових процесів. Ситуація ускладнюється неефективним впровадженням заходів із енергозбереження. Для нас надзвичайно важливим є всебічне осмислення проблеми отримання альтернативних джерел енергозабезпечення, технічне та економічне обґрунтування заходів із енергозбереження.

Енергозбереження визначено одним із пріоритетних напрямків державної політики України і має реалізуватися як довгострокова та чітко спланована програма дій.

Комплексне вирішення проблеми енергозбереження – один із найбільш вірогідних для України шляхів успішного подолання економічної та енергетичної криз, входження в сім'ю високорозвинутих країн світу. Вирішення цієї проблеми дозволить нашій державі різко зменшити залежність її економіки від імпорту енергоресурсів, вивести з експлуатації низку генеруючих потужностей, провести технологічне переозброєння енергомістких

					<i>MP 5.8.141.170 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		62

галузей та структурну перебудову господарських комплексів, сформувати оптимальні рівні самоенергозабезпечення регіонів та галузей, створити вітчизняну галузь із випуску та впровадженню конкурентоспроможного енергозберігаючого обладнання, суттєво обмежити вплив техногенних чинників на навколишнє середовище, забезпечити соціально-побутові потреби людини.

Розбудова державності України, входження її повноправним членом у світове співтовариство вимагають передусім вирішення проблеми організації сталих та надійних шляхів забезпечення ПЕР, зменшення залежності від імпорту енергоресурсів та їх ефективного використання. Розвиток та оптимальне функціонування паливно-енергетичного комплексу нашої держави є одним із основних чинників забезпечення життєздатності її економіки, задоволення соціальних потреб людини. Вирішення завдань, які стоять перед ПЕК, може виконуватися за кількома напрямками: розвитком традиційної енергетики, пошуком перспективних нових джерел енергії (насамперед поновлюваних), впровадженням енергозберігаючих заходів та підвищенням енергоефективності.

Як майбутній спеціаліст я вважаю, що для підвищення національної політики з енергозбереження у тих сферах, де ринкові механізми є недостатніми (випадки неспроможностей ринку), необхідно розробляти і запроваджувати комплекс регуляторних заходів: приймати державні енергетичні стандарти на виробництво товарів, техніки, будівельних технологій і матеріалів; запроваджувати на товарах маркування щодо їх енергоефективності й енергомісткості; запроваджувати укладання добровільних угод між державним, приватним і громадським секторами щодо дотримання політики енергозбереження; проводити навчальні й інформаційно-освітні кампанії для виробників і споживачів паливно-енергетичних ресурсів; запроваджувати державні програми розвитку джерел нетрадиційної енергії. Також необхідно посилювати роль постачальників електроенергії й газу в сфері реалізації державної політики енергозбереження, запроваджувати поряд

					<i>MP 5.8.141.170 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		63

із енергопостачанням також практику надання енергосервісних послуг. Доцільно поступово переходити до продажу енергопостачальними компаніями енергії не в кількісному, а в якісному вимірах і величинах, максимально наближених до запитів споживачів.

					<i>MP 5.8.141.170 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		64

4.3. Розрахунок повної собівартості продукту, що розробляється (проектується)

Собівартість продукту – це виражені в грошовій формі поточні витрати підприємства на його виробництво і збут. Витрати на виробництво формують виробничу собівартість, а витрати на виробництво і збут – повну собівартість. Розрахунок собівартості продукту за статтями витрат називається калькуляцією. Калькулювання собівартості програмного продукту здійснюється відповідно до «Типового положення з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) у промисловості».

Витрати, пов'язані з виробництвом і збутом (реалізацією) продукту групуються за наступними статтями:

1. Матеріали та комплектуючі вироби.
2. Основна заробітна плата.
3. Додаткова заробітна плата.
4. Відрахування на соціальні заходи.
5. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування.
6. Загальновиробничі витрати.
7. Адміністративні витрати.
8. Витрати на збут.

4.3.1. Матеріали та комплектуючі вироби

Розглядаються виходячи з відомостей (прайс-листів, каталогів, web-сайтів виробників і постачальників і т. ін.) на матеріали, сировину, комплектуючі, операцію в розрахунку на 1 одиницю випуску.

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Таблиця 4.3.1 – Матеріали та комплектуючі вироби

Складова	Кількість (м, шт.)	Вартість (грн.)
Кабель АВВГ 4x50	5	27
	45	27
Кабель АВВГ 4x35	15	20
Самоутримний ізолюваний провід СІП 4x35	250	12
Вимикач навантаження ВН – 32-3Р	1	26
Електронний лічильник Мередіан ЛТЕ-1.03	1	590
Ящик силовий ЯРП – 100-54 УЗ	1	250
Автоматичний вимикач ВА - 47-29/3	1	38

4.3.2. Витрати на основну заробітну плату (З_о):

$$Z_o = T \cdot Ч \cdot К \cdot А \quad (4.1)$$

де Т – сумарна трудомісткість розробки продукту (год). Визначається експертним шляхом виходячи з фактично витраченого часу на виробництво і наладку продукту;

Ч – середня годинна тарифна ставка 1 робітника, що задіяний у виробництві продукту, грн./год;

К – коефіцієнт трудової участі (розрядності);

А – кількість працівників задіяних у виробництві.

У роботі задіяні 2 працівника (А = 2), майстер, та електрик, тому основну заробітну плату розраховуємо на кожного працівника окремо.

Сумарна трудомісткість $T = 70$ год. Коефіцієнт трудової участі для всіх працівників $K = 0,5$.

Для інженера:

середня годинна тарифна ставка $Ч = 20,6$

основна заробітна плата:

$$З_{oi} = 70 \cdot 20,6 \cdot 1 \cdot 1 = 1442 \text{ грн.}$$

Для електромонтерів:

середня годинна тарифна ставка $Ч = 10,6$.

основна заробітна плата:

$$З_{oi} = 70 \cdot 10,6 \cdot 1 \cdot 1 = 742 \text{ грн.}$$

4.3.3. Додаткова заробітна плата:

$$З_{\partial} = З_{oi} \cdot \frac{K_{\partial}}{100} \quad (4.2)$$

де K_{∂} – відсоток додаткової заробітної плати.

Для майстра : $K_{\partial} = 36 + 4 = 40\%$

$$З_{\partial} = 1442 \cdot \frac{40}{100} = 576,8$$

Для електромонтера: $K_{\partial} = 26 + 4 = 30\%$

$$З_{\partial} = 742 \cdot \frac{30}{100} = 222,6$$

4.3.4. Відрахування на соціальні заходи

Містять відрахування від суми основної і додаткової зарплати за встановленими ставками

- на обов'язкове державне пенсійне страхування – 33,2%;
- на державне страхування від нещасних випадків – 0,9%;
- на обов'язкове державне соціальне страхування на випадок безробіття – 1,3%;
- у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності і витратами, зумовленими народженням дитини і похованням – 1,5%).

$$В_{сз} = (З_{oi} + З_{\partial}) \cdot \frac{36,9}{100} \quad (4.3)$$

					MP 5.8.141.170 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		67

Для майстра:

$$B_{сз} = (1442 + 576,8) \cdot \frac{36,9}{100} = 744,937$$

Для електромонтерів:

$$B_{сз} = (734,58 + 222,6) \cdot \frac{36,9}{100} = 355,937$$

4.3.5. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування:

Ці витрати не враховуються оскільки все обладнання належить споживачу (замовнику) та має великий термін використання.

4.3.6. Загальновиробничі витрати

Являють собою витрати, пов'язані з управлінням підрозділом, витрати на службові відрядження співробітників підрозділу (цеху), амортизаційні відрахування від вартості основних фондів загально цехового призначення і т.д.

Виробничі витрати:

$$BВ = T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot Ч_c \quad (4.4)$$

де T-трудомісткість;

K_1 – коефіцієнт. $K_1=0,063$;

K_2 – коефіцієнт, що вводиться при розрахунку хозметодом. $K_2 = 0,6$;

$Ч_c$ – середня заробітна плата по підприємстві(грн/год). $Ч_c = 15,5$.

Тоді:

$$BВ = 70 \cdot 0,063 \cdot 0,6 \cdot 15,5 = 41,013 \text{ грн}$$

Решта:

$$P = T \cdot K_3 \cdot K_4 \quad (4.5)$$

де K_3 – середній коефіцієнт. $K_3 = 0,46$;

K_4 – загальний коефіцієнт. $K_4 = 0,6$

Тоді:

$$P = 70 \cdot 0,46 \cdot 0,6 = 19,32 \text{ грн}$$

Загально виробничі витрати $ЗВВ = BВ + P = 41,013 + 19,32 = 60,333 \text{ грн}$

Сума статей 3.3.1-3.3.6 становить виробничу собівартість продукту

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

$$\text{ВСП} = (5 \cdot 27 + 45 \cdot 27 + 15 \cdot 20 + 250 \cdot 12 + 26 + 590 + 250 + 38) + (1442 + 734,58) + (576,8 + 220,374) + (744,937 + 352,378) + 60,333 = 9699,402 \text{ грн}$$

4.3.7. Адміністративні витрати

Можуть містити в собі:

- витрати, пов'язані з управлінням підприємства;
- витрати на службові відрядження адміністрації підприємства;
- витрати на пожежну й сторожову охорону;
- витрати, пов'язані з підготовкою (навчанням) і перепідготовкою кадрів;
- витрати на перевезення працівників до місця роботи і назад;
- витрати на сплату відсотків за фінансові кредити, а також відсотків за товарні і комерційні кредити; витрати, пов'язані зі сплатою відсотків за користування матеріальними цінностями, взятими в оренду (лізинг);
- витрати, пов'язані з оплатою послуг комерційних банків і інших кредитно-фінансових установ;
- податки, відрахування.

Визначаються в розмірі 3.8 грн · люд/год.

Тоді:

$$\text{AB} = 3.8 \cdot 70 = 266 \text{ грн.}$$

4.3.8. Витрати на збут

Витрати на збут відсутні оскільки підприємство електричних мереж встановлює обладнання за кошти споживача.

Сума статей 1.1.1-1.1.8 становить повну собівартість продукту

$$\text{ПСП} = 9685,402 + 266 = 9951,402 \text{ грн}$$

					MP 5.8.141.170 ПЗ	<i>Лист</i>
						69
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

4.3.9. Калькуляція собівартості продукту

Калькуляція собівартості продукту зводиться в таблицю 4.3.9

Таблиця 4.3.9 – Калькуляція собівартості продукту

Найменування статей калькуляції	Результат
1. матеріали та комплектуючі	5554
2. основна заробітна плата	2184
3. додаткова заробітна плата	799,4
4. відрахування на соціальні заходи	1100,874
5. загальновиробничі витрати	60,333
6. адміністративні витрати	266
Всього(повна собівартість)	9699,402

4.4. Розрахунок ціни продукту

В умовах дипломного проекту підприємство електричних мереж встановлює обладнання за кошти споживача, тому воно не матиме з цього прибутку. Все обладнання орієнтоване на власні потреби споживача.

Висновок: Електропостачання вже давно стало невід'ємною частиною життя сучасного суспільства. В дипломному проекті розглянуто питання електропостачання житлового будинку. Для електропостачання в наш час стала широко застосовується трифазна змінна напруга, так як в приватних будинках все частіше збільшується кількість електроприймачів: електрокотли, електроплити, насоси свердловин, насоси системи каналізації, привод в'їзних воріт, освітлення присадибної ділянки тощо. Для електропостачання було вибрано матеріали та комплектуючі які ефективні в дії прості в експлуатації, надійні та з економічної точки зору потребують мінімуму затрат на встановлення.

Висновки

При виконанні дипломного проекту були вивчені питання електропостачання житлового будинку.

На початку роботи приведені вихідні дані: джерело живлення, точка підключення, напруга низьковольтних мереж, категорія електропостачання, розміри будівлі.

У основному розділі розглядаються наступні питання: характеристика та розрахунок електричних навантажень будинку, вибір перерізу провідників, вибір апаратів захисту, розрахунок струмів однофазного короткого замикання, розрахунок заземлення.

Першим етапом роботи є характеристика та розрахунок електричних навантажень будинку. В цьому розділі дано характеристику електропостачання, розрахунок активної, реактивної та повної потужності житлового будинку, а також обчислено номінальний струм.

Другим етапом дипломного проекту є вибір перерізу провідників. В цьому розділі проведено розрахунок проводів, зроблена перевірка вибраних перерізів провідників по допустимому нагріванню, зроблено вибір провідників по допустимим значенням струмів.

Третім етапом дипломного проекту є вибір апаратів захисту, а саме автоматичних вимикачів, диференціальних автоматів.

З метою перевірки правильності вибору обладнання було виконано розрахунок струмів однофазного короткого замикання.

Для захисту та безперебійної роботи електричного та електронного устаткування, захисту мешканців будинків було розраховано заземлення.

У розділі «Охорона праці» розглядаються питання аналіз небезпечних та шкідливих факторів, що впливають на електромонтера. Виконується розрахунок блискавкозахисту.

Розділ «Економіка» передбачає розгляд питань: шляхів економії паливно-енергетичних ресурсів, державної політики енергозбереження в

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

Україні. Також проводиться розрахунок повної собівартості продукту, що проектується.

					<i>MP 5.8.141.170 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		72

Список використаної літератури

1. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення ДБН В. 2.5-23-2010. Київ, 2018.
2. Правила улаштування електроустановок, Х., «Форт», 2017.
3. Шаповалов И. Ф. Справочник по расчету электрических сетей. К., 2010.
4. Лебединский И. Л. Технические сведения силовые трансформаторы. Сумы СумГУ 2015. – 49 с.
5. Василега П. О. Електропостачання: Підручник – Суми: ВТД «Університетська книга», 2019. – 415с.
6. Харченко В.Ф. Електропостачання міст та промислових підприємств. Конспект лекцій. Харків., ХНАМГ, 2019. – 168 с.
7. Кучерявий В. Н. Охорона праці. Львів: Оріяна-Нова, 2017. – 368с.
8. Денисенко А. Ф. Методичні вказівки до написання розділу «Охорона праці» в дипломних роботах для студентів усіх форм навчання. Суми: Вид-во СумДУ, 2018. – 39с.
9. ГОСТ 12.0.003-94. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
10. СНиП 2.09.04.-97. Административные и бытовые здания.
11. СНиП 2.04.05.-01. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
12. СНиП 2.01.02-200. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.
13. ОНТП 24-86. Определение категорий помещений по взрывной и пожарной опасности.
14. Шваб Л. І. Економіка підприємства: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. 2-е вид. – К. Каравела, 2015. – 568 с.
15. Економіка підприємства/ Й.М. Петрович, А. Ф. Кіт, Г. М. Захарич, Г. І. Кіндрацька– 2-е вид., 2017. – 580 с.

					MP 5.8.141.170 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

16. НПАОП 40.1-1.32-01 "Правила будови електроустановок. Електрообладання спеціальних установок" (ДНАОП 0.00-1.32-01).
17. ДБН В.2.5-27-2006 "Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків та споруд".
18. СНиП 3.05.06-200 "Электротехнические установки";
19. Никифоров М.А., Лебединський І.Л. Методичні вказівки до оформлення дипломних робіт. Суми. СумДУ, 2008. - 74 с.
20. Методичні вказівки до практичних занять на тему «Електробезпека. Розрахунок захисного заземлення та занулення» з курсу охорони праці в галузі/ Гурець Л.Л., Будьоний О. П., Гладка Л.А., Лазненко Д.О. Суми. СумДУ, 2013.
21. Буряк В. М., Дейнеко Н.А. Вибір електричних апаратів захисту в електромережах до 1000 В. Харків. ХНАМГ, 2019.
22. Жовнір Ю. М., Жовнір О. П. Проектування монтаж та експлуатація повітряних ліній з застосуванням самоутримних ізольованих проводів та арматури SICAME. 2018.
23. Каштанов С. Ф. Конспект лекцій з охорони праці. К. 2015.

					<i>MP 5.8.141.170 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						75
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		