

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
АЕРОКОСМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА  
ТЕХНОЛОГІЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач випускової кафедри  
\_\_\_\_\_ Квасніков В. П.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

## **ДИПЛОМНА РОБОТА**

**(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ СПЕЦІАЛІСТ  
ЗА СПЕЦІАЛІЗАЦІЄЮ «ЕЛЕКТРОТЕХНІКА, ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА ТА  
ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА»

**Тема: «Система електропостачання житлового будинку котеджного типу на  
відновлювальних джерелах енергії»**

Виконавець: Бірюков Андрій Олексійович \_\_\_\_\_

Керівник: Квасніков Володимир Павлович \_\_\_\_\_

Консультант розділу «Охорона навколишнього середовища»:

Гай Анжела Євгеніївна \_\_\_\_\_

Консультант розділу «Охорона праці»: Занько Сергій Миколайович \_\_\_\_\_

Нормоконтролер: Катаєва Марія Олександрівна \_\_\_\_\_

Київ 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
АЕРОКОСМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА  
ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Квасніков В. П.

«12» жовтня 2020 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на виконання дипломної роботи**

Бірюкова Андрія Олексійовича

1. Тема дипломної роботи: «Система електропостачання житлового будинку котеджного типу на відновлювальних джерелах енергії.» затверджена наказом ректора від «» вересня 2020 року.
2. Термін виконання роботи: з 12 жовтня 2020 р. по 20 грудня 2020 р.
3. Вихідні дані до роботи: будинок котеджного типу, перелік електроспоживачів.
4. Зміст пояснювальної записки:
  - Вступ;
  - правила та норми електромереж житлових приміщень;
  - аналіз вимог до сучасних квартир і котеджів;
  - аналіз складу електроприймачів електроенергії;
  - розрахунок основних параметрів електричного навантаження;
  - вибір проводу (кабелю) та його перерізу;
  - вибір захисної та комутаційної апаратури;
  - аналіз вимог до установки приладів обліку;
  - вибір лічильника електроенергії;
  - вибір ввідного пристрою щитка будинку;
  - вибір режиму нейтралі;

- аналіз вимог до забезпечення електробезпеки;
- рекомендації по монтажу електропроводки;
- вибір постійної напруги системи;
- визначення ємності акумуляторної батареї;
- охорона навколишнього середовища;
- специфікація на електромеханічні матеріали;
- висновки.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстрованого) матеріалу:

- Монтажна схема будинку
- Електрична схема підключення електроприймачів та освітлення
- Принципова схема підключення електроприймачів та освітлення

6. Календарний план-графік

№ п/п	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Вступ	12.10.20-14.10.20	Виконав
2	Правила та норми електромереж житлових приміщень	15.10.20-17.10.20	Виконав
3	Аналіз вимог до сучасних квартир і котеджів	18.10.20-20.10.20	Виконав
4	Аналіз складу електроприймачів електроенергії	21.10.20-23.10.20	Виконав
5	Розрахунок основних параметрів електричного навантаження	24.10.20-26.10.20	Виконав
6	Вибір проводу (кабелю) та його перерізу	27.10.20-29.10.20	Виконав
7	Вибір захисної та комутаційної апаратури	30.10.20-01.11.20	Виконав
8	Аналіз вимог до установки приладів обліку	02.11.20-04.11.20	Виконав
9	Вибір лічильника електроенергії	05.11.20-07.11.20	Виконав
10	Аналіз вимог до установки приладів обліку	09.11.20-11.11.20	Виконав
11	Вибір лічильника електроенергії	12.11.20-14.11.20	Виконав

№ п/п	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
12	Вибір ввідного пристрою щитка будинку	15.11.20-17.11.20	Виконав
13	Вибір режиму нейтралі	19.11.20-21.11.20	Виконав
17	Аналіз вимог до забезпечення електробезпеки	22.11.20-24.11.20	Виконав
18	Рекомендації по монтажу електропроводки	25.11.20-27.11.20	Виконав
19	Вибір постійної напруги системи	28.11.20-30.11.20	Виконав
20	Визначення ємності акумуляторної батареї	01.12.20-03.12.20	Виконав
21	Охорона навколишнього середовища	04.12.20-06.12.20	Виконав
22	Специфікація на електромеханічні матеріали	07.12.20-09.12.20	Виконав
23	Висновки	10.12.20-12.12.20	Виконав
24	Оформлення пояснювальної записки	13.12.20-15.12.20	Виконав
25	Підготовка до захисту	16.12.20-20.12.20	Виконав

7. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона навколишнього середовища	К.б.н., доцент		
Безпека експлуатації електроустановок житлових споруд	К.т.н., доцент		

8. Дата видачі завдання: 12 жовтня 2020 р.

Керівник дипломної роботи \_\_\_\_\_ Квасніков Володимир Павлович

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Бірюков Андрій Олексійович

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Розрахунок електропроводки житлового будинку»: 107 сторінок, 14 таблиць, 12 рисунків, 24 використаних джерел.

**Об'єкт дослідження** – система електропостачання житлового будинку котеджного типу.

**Предмет дослідження** – забезпечення житлового будинку котеджного типу якісною і дешевою електроенергією.

**Мета роботи** – розробка системи безперебійного електропостачання житлового будинку котеджного типу на основі застосування відновлювальних джерел енергії. Розрахунок компонентів системи електропостачання та елементів автоматичного керування режимами роботи.

**ЖИТЛОВИЙ БУДИНОК, ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЯ, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ЕЛЕКТРОПРОВОДКА, ЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ, ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ, СОНЯЧНІ БАТАРЕЇ.**

Розроблено схему внутрішньої електропроводки житлового будинку та проведено повний розрахунок електропостачання даного будинку. Після цього проведено розрахунок денного та місячного енергоспоживання та вибрано сонячну батарею як відновлюване джерело енергії.

Матеріали дипломної роботи рекомендується використовувати у навчальному процесі та в практичній діяльності фахівців будівельних проектно-конструкторських бюро.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ.....	15
РОЗДІЛ 1 ОСНОВНІ ВИМОГИ ЩОДО УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ І ЕЛЕКТРОПРИЙМАЧІВ.....	16
1.1. Правила та норми експлуатації електромереж житлових приміщень .....	16
1.2. Аналіз вимог до сучасних квартир і котеджів .....	23
1.3. Аналіз складу електроприймачів електроенергії .....	25
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ КОТЕДЖУ .....	26
2.1. Розрахунок основних параметрів.....	26
2.2. Вибір проводу (кабелю) та його перерізу .....	33
2.3. Вибір захисної та комутаційної апаратури .....	35
РОЗДІЛ 3 ОРГАНІЗІЦІЯ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ СПОРУД.....	37
3.1. Аналіз вимог до установки приладів обліку .....	37
3.2. Вибір лічильника електроенергії.....	37
3.3. Вибір ввідного пристрою щитка будинку .....	40
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК ЖИТЛОВИХ СПОРУД.....	42
4.1 Вибір режиму нейтралі.....	42
4.2 Аналіз вимог до забезпечення електробезпеки .....	43
4.3 Рекомендації по монтажу електропроводки .....	45
РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ .....	48

5.1. Вибір постійної напруги системи.....	55
5.2. Компоненти: акумуляторна батарея .....	56
5.2.1. Розшифровка назв GEL і AGM акумуляторів .....	58
5.2.2. Технологія виробництва GEL і AGM акумуляторів.....	58
5.2.3. Порівняння характеристик GEL і AGM акумуляторів.....	59
5.3. Визначення ємності акумуляторної батареї.....	61
5.4. Компоненти: інвертор .....	64
5.4.1. Що таке інвертор і для чого він потрібен? .....	64
5.4.2. Принцип роботи інвертора.....	65
5.4.3. Різновиди інверторів .....	66
5.5. Компоненти: контролер заряду .....	70
5.5.1. Типи контролерів заряду .....	71
5.5.2. Вибір потужності контролера .....	72
5.6. Фотоелектричні системи з резервними генераторами.....	73
5.7. Компоненти: кабелі.....	74
5.8. Компоненти: пристрої стеження за сонцем .....	78
5.9. Термін експлуатації компонентів і вартість.....	79
<b>РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....</b>	<b>80</b>
6.1. Відновлювальні джерела енергії .....	80
6.1.1. Вітрова енергія.....	80
6.1.2. Сонячна енергія .....	81
6.1.3. Геотермальна енергія .....	82
6.1.4. Енергія припливів.....	83
6.1.5. Енергія біомаси.....	83



6.1.6. Недоліки відновлюваних джерел енергії .....	84
6.1.7. Вплив ГЕС на довкілля: .....	85
6.2. Екологічна безпека при експлуатації сонячних батарей .....	85
6.2.1. Фундаментальні проблеми .....	86
6.2.2. Технічні проблеми.....	86
6.2.3. Екологічні проблеми .....	87
РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОНТЕРІВ.....	88
7.1. Вимоги безпеки перед початком роботи .....	88
7.2. Вимоги безпеки під час роботи .....	91
7.3. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях .....	98
7.4. Вимоги безпеки по закінченні роботи .....	98
РОЗДІЛ 8 СПЕЦИФІКАЦІЯ НА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ МАТЕРІАЛИ .....	99
ВИСНОВОК.....	101
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	106

## ВСТУП

Сучасний будинок немислимий без ряду комунальних зручностей, і в першу чергу це стосується водопостачання, каналізації і електрифікації. Якщо стаціонарний телефон може бути замінений мобільним, і в інтернет можна вийти з мобільного модему, то заповнити відсутність електроенергії в будинку неможливо нічим. Тому постійна присутність в будинку напруги живлення і правильність виконання схеми електропостачання, без сумніву, відносяться до питань першорядної ваги. Сучасне житло, незалежно від місця розташування і матеріалу, з якого воно побудоване, під зав'язку укомплектовано побутовими електроприладами. Ця тенденція лише посилюється з роками.

На сьогоднішній день в Україні великого розвитку набуло будівництво індивідуального житла. Житло є основою комфортного проживання людей. При масовому будівництві багатоквартирних і блокованих житлових будинків, а також одноквартирних будинків або котеджів, не маючи верхніх обмежень по нормованій площі, створюються умови для задоволення запитів замовників по підвищенню комфортності проживання.

Найважливішою умовою реалізації комфортності є оснащення житла різними пристроями, робота яких заснована на використанні електроенергії. Прикрасою будь-якого інтер'єра є художньо оформлені світильники, електрокаміни й інші електропобутові прилади, що забезпечують зручність побуту, комфорт і затишок. Телевізори, холодильники, пральні машини, електроплити, пилососи, кухонні комбайни й інші прилади є невід'ємною частиною побуту людей.

Електропідігрівачі різних конструкцій і призначень, кондиціонери, вентилятори створюють комфортні кліматичні умови в житлі людей.

Комфортність житла підвищується при наявності електродушових, джакузі, саун та інших пристроїв, що забезпечують прийом водних і повітряних процедур. Робота цих пристроїв заснована на використанні електроенергії.

Усе більше широке застосування в побуті знаходять персональні комп'ютери й різні пристрої на базі мікропроцесорної техніки, що становлять основу інтелектуалізації житла.

Крім того, у котеджах широко використовуються різні насоси, електрокотли, електрокліматичні пристрої для теплиць та ін., що є основою водо - і теплопостачання як самого житла, так і присадибних будівель, що також сприяє підвищенню комфортності житла.

У широкий спектр електропобутових приладів, що створюють зручності в побуті, входять різні електрочайники, кавоварки, праски, фени, електром'ясорубки, електробритви й ін. Людина застосовує в побуті різні електроінструменти: електродрилі, електрорубанки, електропилки, електрогазонокосилки, зварювальні апарати й т.д.

Оснащення житла перерахованими видами електропобутових приладів і установок приводить до різкого збільшення електроспоживання, підвищенню небезпеки ураження людей електричним струмом, підвищенню пожежної небезпеки.

Виключенню або скороченню негативних наслідків електрифікації побуту сприяє виконання для кожної квартири або котеджу проекту електроустановки, у якому, поряд з виконанням функціонального призначення електроустановки, ураховуються вимоги по забезпеченню електро - і пожежобезпеки.

Нормативно-технічною базою такого проектування є Правила пристроїв електроустановок (ПУЕ), різні норми й правила (СНіПи, ДСТ, СП, і ін.), у яких регламентовані окремі розділи щодо електроустановок житлових будинків.

З кожним роком застосування енергії сонця набирає все більше популярності. Ще кілька років тому її застосовували з метою підігріву води для дачних будинків, літніх душових, а зараз відновлювані джерела тепла застосовують для вироблення електрики і гарячого водопостачання житлових будинків і промислових об'єктів.

На сьогоднішній день відновлювані джерела тепла використовують в наступних сферах:

- в аграрному господарстві, з метою енергозабезпечення та опалення парників, ангарів та інших будівель;
- для електропостачання спортивних об'єктів і медичних установ;
- в сфері авіаційної та космічної промисловості;
- в освітленні вулиць, парків, а також інших міських об'єктів;
- для електрифікації населених пунктів;
- для опалення, електропостачання та гарячого водопостачання житлових будинків;
- для побутових потреб.

Світло, що випромінює сонце на землі, за допомогою пасивних, а також активних систем перетворюється в теплову енергію. До пасивних систем відносяться будівлі, при будівництві яких застосовують такі будматеріали, які найбільш ефективно поглинають енергію сонячної радіації. У свою чергу, до активних систем відносяться колектори, які перетворюють сонячну радіацію в енергію, а також фотоелементи, що конвертують її в електрику.

До пасивних систем відносять сонячні будівлі. Це будівлі, побудовані з урахуванням всіх особливостей місцевої кліматичної зони. Для їх зведення застосовують такі матеріали, які дають можливість максимально використовувати всю теплову енергію для обігріву, охолодження, освітлення житлових і промислових приміщень. До них відносять такі будівельні технології та матеріали: ізоляцію, дерев'яні підлоги, які поглинають світло поверхні, а також орієнтацію будівлі на південь.

Такі сонячні системи дозволяють здійснити максимальне використання сонячної енергії, до того ж вони швидко окупають витрати на їх зведення за рахунок зниження енерговитрат. Вони є екологічно чистими, а також дозволяють створити енергетичну незалежність. Саме через це використання таких технологій дуже перспективно.

До активних систем відносять колектори, акумулятори, насоси, трубопроводи для теплопостачання і гарячого водопостачання в побуті. Перші встановлюють безпосередньо на дахах будинків, а решту мають у своєму розпорядженні в підвальних приміщеннях, щоб використовувати їх для гарячого водопостачання та теплопостачання.

Щоб більш ефективно реалізовувати всю сонячну енергію застосовують такі джерела енергії сонця, як фотоелементи, або як їх ще називають - сонячні елементи. На своїй поверхні вони мають напівпровідники, які, при впливі на них променів сонця, починають рухатися, і тим самим виробляють електрострум. Такий принцип вироблення струму не містить ніяких хімічних реакцій, що дозволяє фотоелементів працювати досить довго.

Такі фотоелектричні перетворювачі, як джерела енергії сонця, легко використовувати, так як вони мають невелику вагу, прості в обслуговуванні, а також є дуже ефективними у використанні сонячної потужності.

На сьогоднішній день сонячні батареї, як джерело енергії сонця на землі, використовують для вироблення гарячого водопостачання, опалення та для виробництва електрики в теплих країнах, таких як Туреччина, Єгипет і країни Азії. У нашому регіоні сонце, як джерело енергії, застосовують для постачання електрикою автономних систем електроживлення, малопотужної електроніки і приводів літаків.

Використання сонячної енергії колекторами полягає в тому, що вони перетворюють радіацію в тепло. Їх поділяють на такі основні групи:

- Плоскі сонячні колектори. Є найпоширенішими. Їх зручно використовувати для побутових опалювальних потреб, а також при підігріві води для гарячого водопостачання;

- Вакуумні колектори. Їх використовують для побутових потреб, коли необхідна вода високої температури. Вони складаються з декількох скляних трубок, проходячи через які промені сонця нагрівають їх, а вони, в свою чергу, віддають тепло воді;

– Повітряні сонячні колектори. Їх використовують для повітряного опалення, рекуперації повітряних мас і для осушувальних установок;

– Інтегровані колектори. Найпростіші моделі. Їх використовують для попереднього підігріву води, наприклад, для газових котлів. У побуті підігріта вода збирається в спеціальному баку - накопичувачі і далі використовується для різних потреб.

Використання енергії сонця колекторами здійснюється шляхом накопичення її в так званих модулях. Вони встановлюються на даху будівель і складаються зі скляних трубок і пластин, які, з метою поглинання більшого обсягу сонячного світла, фарбують в чорний колір.

Сонячні колектори використовують для підігріву води для гарячого водопостачання та опалення житлових будинків.

#### Переваги сонячних установок

– вони повністю безкоштовні і невичерпні;  
– мають повну безпеку у використанні;  
– автономні;  
– економічні, так як витрата коштів здійснюється тільки на придбання обладнання для установок;

– їх використання гарантує відсутність стрибків напруги, а також стабільність в електропостачанні;

– довговічні;

– прості у використанні і в обслуговуванні.

Використання сонячної енергії за допомогою таких установок з кожним роком набирає популярності. Сонячні батареї дають можливість заощадити немалі гроші на опаленні та гарячому водопостачанні, до того ж вони є екологічно чистими і не завдають шкоди здоров'ю людини.

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ПУЕ – правила улаштування електроустановок

СНіП – строительные нормы и правила

ДСТУ – державний стандарт України

СП – свод правил

ПТЕ - Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів

ПТБ - Правила техніки безпеки під час експлуатації електроустановок споживачів

ДНАОП – державні нормативно-правові акти з охорони праці

ССБТ – Система стандартів безпеки праці

РД – робоча документація

БН – будівельні норми

РЩ – розподільчий щит

АД – диференційний автомат

**РОЗДІЛ 1**  
**ОСНОВНІ ВИМОГИ**  
**ЩОДО УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ**  
**І ЕЛЕКТРОПРИЙМАЧІВ**

**1.1. Правила та норми експлуатації електромереж житлових приміщень**

Електроустановки (можливість їх застосування, монтаж, наладка та експлуатація) повинні відповідати вимогам чинних Правил улаштування електроустановок, Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (далі - ПТЕ), Правил техніки безпеки під час експлуатації електроустановок споживачів (далі - ПТБ), ДНАОП 0.00-1.32-01 "Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок" (далі - ДНАОП 0.00-1.32-01) та інших нормативних документів.

Будівельну частину електроустановок слід виконувати відповідно до протипожежних вимог будівельних норм, ПУЕ та ДНАОП 0.00-1.32-01.

На електродвигуни, світильники, інші електричні машини, апарати та обладнання, які встановлені у вибухонебезпечних або пожежонебезпечних зонах, повинні бути нанесені знаки, що вказують на їх ступінь захисту згідно з чинними стандартами.

З'єднання, відгалуження та окінцювання жил проводів і кабелів мають здійснюватися за допомогою опресування, зварювання, паяння або затискачів (гвинтових, болтових тощо).

Місця з'єднання жил проводів і кабелів, а також з'єднувальні та відгалужувальні затискачі повинні мати мінімальний перехідний опір, щоб уникнути їх перегрівання і пошкодження ізоляції стиків. Струм втрат ізоляції стиків повинен бути не більше струму втрат ізоляції цілих жил цих проводів і кабелів.

В електропроводках вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зон слід застосовувати відгалужувальні та з'єднувальні коробки з негорючих або



важкогорючих матеріалів. Ці коробки повинні бути постійно закриті кришками із зазначених матеріалів.

Не дозволяється прокладання проводів і кабелів (за винятком тих, що прокладаються у сталевих трубах) безпосередньо поверхнею металевих панелей та плит з полімерними утеплювачами, а також установлення електричних апаратів, щитів тощо ближче 1 м від указаних конструкцій. У місцях перетинання обгороджувальних конструкцій електричними комунікаціями повинні передбачатися металеві гільзи з ущільненням негорючими матеріалами.

Переносні світильники повинні бути обладнані захисними скляними ковпаками й сітками. Для цих світильників та іншої переносної електроапаратури слід застосовувати гнучкі кабелі та проводи (шнури) з мідними жилами, спеціально призначеними для цієї мети, з урахуванням їх захисту від можливих пошкоджень.

Електричне обладнання, машини, апарати, прилади, електрощити зі ступенем захисту оболонок менше IP 44 повинні розміщуватися на відстані не менше 1 м від горючих матеріалів, за винятком матеріалів груп Г1, Г2, або відокремлюватися від них екранами з негорючих матеріалів.

У пожежонебезпечних приміщеннях, де на окремих ділянках зберігаються тверді горючі або негорючі, але у горючій упаковці матеріали, пожежонебезпечна зона П-Па вважається в межах не менше 1 м від меж ділянки, призначеної для складування, і над самою ділянкою.

Пожежонебезпечна зона класу П-Ш вважається в таких же межах при розміщенні ділянок складування твердих горючих матеріалів і горючих рідин зовні (поза будівлями і спорудами).

Відстань від кабелів та ізолюваних проводів, прокладених відкрито по конструкціях на ізоляторах, тросах, в лотках тощо до місць відкритого зберігання (розміщення) горючих матеріалів, повинна бути не менше 1 м.

Прокладання проводів (кабелів) поверхнею горючих основ (конструкціях, деталях), улаштування вводів у будівлі повинно здійснюватися згідно з ПУЕ та ДНАОП 0.00-1.32-01.

У разі відкритого прокладання незахищених проводів та захищених проводів (кабелів) з оболонками з горючих матеріалів відстань від них до горючих основ (конструкцій, деталей) повинна становити не менше 0,01 м. У разі неможливості забезпечити вказану відстань провід (кабель) слід відокремлювати від горючої поверхні шаром негорючого матеріалу, який виступає з кожного боку проводу (кабелю) не менше ніж на 0,01 м.

У разі схованого прокладання таких проводів (кабелів) їх необхідно ізолювати від горючих основ (конструкцій) суцільним шаром негорючого матеріалу. Після закінчення прокладання складається акт проведення схованих робіт.

Електронагрівальні прилади, телевізори, радіоприймачі та інші побутові електроприлади та апаратура повинні вмикатися в електромережу тільки за допомогою справних штепсельних з'єднань та електророзеток заводського виготовлення.

У разі застосування згідно з умовами виробництва в пожежонебезпечних зонах будь-якого класу електронагрівальних приладів нагрівальні робочі частини останніх мають бути захищені від зіткнення з горючими матеріалами, а самі прилади встановлені на поверхні з негорючого матеріалу.

Забороняється застосування електронагрівальних приладів у пожежонебезпечних зонах складських приміщень, у будівлях архівів, музеїв, картинних галерей, бібліотек.

Температура зовнішньої поверхні електроопалювальних приладів у найбільш нагрітому місці в нормальному режимі роботи не повинна перевищувати 85° С.

Відстань від приладів електроопалення до горючих матеріалів і будівельних конструкцій, за винятком матеріалів груп горючості Г1, Г2, має становити не менше 0,25 м (якщо більша відстань не встановлена будівельними нормами або іншими нормативними документами).

Нові підключення різних струмоприймачів (електродвигунів, нагрівальних приладів тощо) необхідно проводити з урахуванням допустимого струмового навантаження електромережі.

Для загального відключення силових та освітлювальних мереж складських приміщень з вибухонебезпечними і пожежонебезпечними зонами будь-якого класу, архівів, книгосховищ та інших подібних приміщень необхідно передбачати встановлення апаратів відключення (вимикачів) поза межами (ззовні) вказаних приміщень на негорючих стінах (перегородках) або на окремих опорах. Спільні апарати відключення (вимикачі) слід розташовувати в ящиках з негорючих матеріалів або в нішах, які мають пристосування для пломбування та замикання на замок.

Електрошафи, розміщені в коридорах, у вестибюлях, холах, фойє, на інших шляхах евакуації, повинні бути замкненими.

Електрощити, групові електрощитки необхідно оснащувати схемою підключення споживачів з пояснюючими написами і вказаним значенням номінального струму апарата захисту (плавкої вставки).

Електродвигуни, світильники, проводи та розподільні пристрої треба регулярно, не рідше одного разу на місяць, а в запилених приміщеннях - щотижня, очищати від пилу.

Кабельні споруди і конструкції, на яких укладають кабелі, повинні виготовлятися з негорючих матеріалів. Забороняється розміщення в кабельних спорудах будь-яких тимчасових пристроїв, зберігання в них матеріалів та устаткування.

Улаштування, живлення, прокладання мереж аварійного та евакуаційного освітлення повинно виконуватися відповідно до вимог будівельних норм, ПУЕ та ДНАОП 0.00-1.32-01.

У світильниках аварійного та евакуаційного освітлення треба використовувати лампи розжарювання. Дозволяється, в окремих випадках, застосування люмінесцентних світильників для аварійного (евакуаційного) освітлення за умов, що температура навколишнього середовища приміщення становить не менше  $+5^{\circ}\text{C}$ , а живлення здійснюється на змінному струмі й забезпечує напругу мережі не нижче 90 % номінальної.

Світильники аварійного (евакуаційного) освітлення виділяються з числа світильників робочого освітлення своїм типом чи спеціально нанесеним знаком. Світильники евакуаційного освітлення слід позначати літерою "Е".

Установлення будь-яких місцевих вимикачів або штепсельних роз'єднувачів у мережах аварійного (евакуаційного) освітлення не дозволяється.

Електророзетки, вимикачі, перемикачі та інші подібні апарати можуть встановлюватися на горючі основи (конструкції) лише з підкладанням під них суцільного негорючого матеріалу, що виступає за габарити апарата не менше ніж на 0,01 м.

Також слід захищати електровироби (розетки, вимикачі тощо), вбудовані в конструкції з горючих матеріалів (окрім матеріалів груп горючості Г1, Г2, якщо технічні умови на ці вироби не допускають монтаж безпосередньо на горючих основах з матеріалів груп горючості Г3, Г4.

Не дозволяється:

- проходження повітряних ліній електропередач та зовнішніх електропроводок над горючими покрівлями, навісами, штабелями лісу, складами паливно-мастильних матеріалів, торфу, дров та інших горючих матеріалів;

- відкрите прокладання електропроводів і кабелів транзитом через пожежонебезпечні і вибухонебезпечні зони будь-якого класу і ближче 1 м і 5 м від них відповідно, а також у сходових клітках;

- експлуатація кабелів і проводів з пошкодженою або такою, що в процесі експлуатації втратила захисні властивості, ізоляцією;

- залишення під напругою кабелів та проводів з неізольованими струмопровідними жилами;

- застосування саморобних подовжувачів, які не відповідають вимогам ПУЕ, що пред'являються до переносних (пересувних) електропроводок;

- застосування для опалення приміщення нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання або ламп розжарювання;

– користування пошкодженими розетками, відгалужувальними та з'єднувальними коробками, вимикачами та іншими електровиробами, а також лампами, скло яких має сліди затемнення або випинання;

– підвішування світильників безпосередньо на струмопровідні проводи, обгортання електроламп і світильників папером, тканиною та іншими горючими матеріалами, експлуатація їх зі знятими ковпаками (розсіювачами);

– використання електроапаратури та приладів в умовах, що не відповідають вказівкам (рекомендаціям) підприємств-виготовлювачів;

– застосування в пожежонебезпечних зонах складських приміщень люмінесцентних світильників з відбивачами і розсіювачами, виготовленими з горючих матеріалів;

– використання в пожежонебезпечних зонах світильників з лампами розжарювання без захисного суцільного скла (ковпаків), а також з відбивачами і розсіювачами, виготовленими з горючих матеріалів;

– залишення без догляду при виході з приміщення, квартири увімкнених в електромережу нагрівальних приладів, телевізорів, радіоприймачів тощо;

– складування горючих матеріалів на відстані 1 м від електроустаткування та під електрощитами;

– використання роликів, вимикачів, штепсельних розеток для підвішування одягу й інших предметів; заклеювання ділянок електропроводки папером, горючими тканинами;

– застосування для електромереж радіо- та телефонних проводів;

– використання побутових електронагрівальних приладів (прасок, чайників, кип'ятильників тощо) без негорючих теплоізоляційних підставок та в місцях (приміщеннях), де їх застосування не передбачено технологічним процесом або заборонено ПТЕ, іншими нормативними документами чи власником підприємства;

– відкрито прокладати в сходових клітках і в об'ємі внутрішніх евакуаційних сходів електропроводи і кабелі, у тому числі в трубах із горючих та

важкогорючих матеріалів згідно з ГОСТ 12.1.044-89 «ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения», незалежно від їхнього призначення і напруги;

– заклеювати шпалерами відкрито прокладені електропроводи і кабелі.

В усіх, незалежно від призначення, приміщеннях, які після закінчення роботи замикаються і не контролюються черговим персоналом, з усіх електроустановок та електроприладів, а також з мереж їх живлення повинна бути відключена напруга (за винятком чергового освітлення, протипожежних та охоронних установок, а також електроустановок, що за вимогами технології працюють цілодобово).

При цьому в будівлях, крім житлових будинків, усі електроустановки, що працюють цілодобово, повинні бути заживлені самостійними лініями, починаючи від увідного пристрою в будівлю (споруду). Кожна така електроустановка повинна мати свій апарат захисту (запобіжник або автоматичний вимикач). Вимкнення електропостачання повинно виконуватися від одного загального комутаційного апарата (вимикача), до якого є вільний доступ електротехнічному персоналу і який розміщений біля виходу (входу) будівлі.

На кожному об'єкті повинен бути встановлений порядок відключення напруги з електрообладнання, силових та контрольних кабелів на випадок пожежі. При цьому електроживлення систем пожежної автоматики, протипожежного водопостачання та експлуатаційного (аварійного) освітлення має бути не відключеним.

Усе електрообладнання (корпуси електричних машин, трансформаторів, апаратів, світильників, розподільчих щитів, щитів управління, металеві корпуси пересувних та переносних електроприймачів тощо) підлягає зануленню або заземленню відповідно до вимог розділів ПУЕ.

Несправності в електромережах та електроапаратурі, які можуть викликати іскріння, коротке замикання, понаднормований нагрів горючої ізоляції кабелів і проводів, повинні негайно ліквідуватися черговим персоналом. Пошкоджену електромережу потрібно відключати до приведення її в пожежобезпечний стан.

Замір опору ізоляції електричних мереж та електроустановок має проводитися в особливо вологих та жарких приміщеннях, у зовнішніх установках, а також у приміщеннях із хімічно активним середовищем у повному обсязі не рідше 1 разу на рік, в інших випадках – 1 раз на 2 роки, якщо інші терміни не обумовлені правилами технічної експлуатації.

Захист будівель, споруд та зовнішніх установок від прямих попадань блискавки і вторинних її проявів має виконуватися відповідно до вимог РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений».

Для підтримання пристроїв захисту від блискавок у справному стані необхідно регулярно проводити ревізію цих пристроїв: для будівель і споруд I та II категорії захисту від блискавки – щороку, для III категорії – не рідше 1 разу на 3 роки зі складанням акта, в якому вказуються виявлені дефекти. Усі виявлені у пристроях захисту від блискавок пошкодження та дефекти підлягають негайному усуненню.

## **1.2. Аналіз вимог до сучасних квартир і котеджів**

Вимоги до електроустановок котеджів, житлових будинків, квартир регламентовані ПУЕ (Правилами улаштування електроустановок) та Будівельними нормами (БН).

Надійність електропостачання житлових будинків повинна відповідати вимогам ПУЕ.

Котедж, якому присвячена дана дипломна робота має I категорію, тому для нього допускається підвищення категорії комфортності електропостачання за узгодженням з органами Енергонагляду.

Нерівномірність навантаження при розподілі потужності по фазах не повинна перевищувати 15%.

При плануванні електрифікації будинків I та II категорій як правило передбачається:

– установка приладів обліку (однофазних та трифазних лічильників) на введені у квартиру;

- установка в кухнях не менш чотирьох розеток на струм 10 (16)А;
- установка в житлових кімнатах квартирах, одноквартирних будинків не менш однієї розетки на струм 10 (16)А на кожна повні й неповні 4 м<sup>2</sup> площі кімнати;

- установка в коридорах, холах, прихожих не менш однієї розетки на кожні неповні й повній 10 м<sup>2</sup>. Розеточна мережа виконується трьох провідною. Штепсельні розетки, установлені у квартирах, житлових кімнатах, а також у приміщеннях для перебування дітей повинні мати захисний пристрій, що автоматично закриває гнізда штепсельної розетки при вийнятій вилці;

- у ванних кімнатах повинні бути розміщені розетки з водним захистом;

- котеджі повинні бути обладнані блискавкозахистом.

Внутрішні мережі житлових будинків, споруд і будинків суспільного призначення складаються із розподільних (від ВП, ВРП, ГРЩ до розподільних пристроїв щитків) і групових мереж (від щитків і розподільних пристроїв до світильників, штепсельних розеток та інших електроприймачів).

У житлових будинках світильники сходових кліток, вестибюлів, холів, поверхових коридорів та інших внутрішніх приміщень, які розміщуються поза квартирами, повинні живитися окремими лініями від ВРП або від окремих групових щитків, які живляться від ВРП. Приєднання цих світильників до поверхових і квартирних щитків не допускається.

Живлення електроустановок нежитлового фонду рекомендується виконувати окремими лініями:

- у будинках слід застосовувати кабелі і проводи з мідними жилами;

- для житлових будинків встановлені такі найменші допустимі перерізи мідних провідників:

- для групової мережі: 1,5 мм<sup>2</sup>;

- для розподільної мережі до групових щитків – 2,5 мм<sup>2</sup>;

- для розподільної мережі (стояків) живлення квартир – 4 мм<sup>2</sup>.



Допускається прокладання проводів і кабелів ліній живлення квартир разом із проводами і кабелями групових ліній робочого освітлення сходових кліток, поверхових коридорів та інших приміщень усередині будинків у загальній трубі, загальному коробі або каналі із негорючих або важкогорючих будівельних конструкцій з помірною димоутворювальною здатністю ГОСТ 12.1.044.

У всіх будинках лінії групової мережі повинні виконуватися трипровідними: фазний – L, нульовий робочий – N, і нульовий захисний – PE провідники. Забороняється об'єднання нульових робочих і нульових захисних провідників різних групових ліній. Нульовий робочий і нульовий захисний провідники не дозволяється підключати на щитках під спільний контактний затискач.

### **1.3. Аналіз складу електроприймачів електроенергії**

Так як в різних видах помешкань (квартири, котеджі) є різні енергоємні споживачі, що необхідні для комфортного проживання та створення комфортних кліматичних умов, то більш доцільно розділяти побутові споживачі електроенергії на 4 групи:

1 група – електричне освітлення;

2 група – споживачі розеточної мережі;

3 група – споживачі однофазні, які потребують окремого підведення електроенергії;

4 група – споживачі трифазні.

Електроприймачі даного дипломного проекту представлені у таблиці 2.1.1

## РОЗДІЛ 2

### РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ КОТЕДЖУ

#### 2.1. Розрахунок основних параметрів

Таблиця 2.1.1

Перелік електроприймачів та їх паспортні дані

Позначення	Назва приймача	Кількість	U, В	P, кВт	Iн, А
D	DVD	3	220	0,3	1,36
БД	Бігова доріжка	1	220	0,6	2,73
БЛ	Бойлер	1	380	3,5	9,21
Б	Бра	2	220	0,06	0,27
ВЛТ	Велотренажер	1	220	1	4,55
ВП	Вентилятор потолковий	4	220	0,1	0,45
ВТ	Витяжка	2	220	0,15	0,68
ВДН	Водяний насос	2	220	0,75	3,41
ДК	Домашній кінотеатр	1	220	0,5	2,27
ДК	Душ з ел.підігрівом	1	380	1,5	3,95
ЕД	Електродвигун	6	220	1,5	6,82
ЕК	Електрокамін	1	380	2	5,26
ЕЧ	Електрочайник	1	220	1,5	6,82
КП	Компресор	1	220	1,5	6,82
КЦ	Кондиціонер	2	220	0,8	3,64
КК	Кухонний комбайн	1	220	1,3	5,91

Продовження табл. 2.1.1

Позначення	Назва приймача	Кількість	U, В	P, кВт	Iн, А
ЛЛМ	Лампа люмінесцентна	6	220	0,05	0,23
Л	Лампа накаливання	25	220	0,1	0,45
М	Магнітофон	2	220	0,5	2,27
МЦ	Музичний центр	2	220	0,5	2,27
НВТ	Насос високого тиску	1	380	1,5	3,95
ПГС	Парогенератор сауни	1	380	2,2	5,79
ПК	Персональний комп'ютер	2	220	0,1	0,45
ПЛ	Пилосос	2	220	0,7	3,18
ПС	Піч СВЧ	1	220	0,8	3,64
ПМ	Пральна машина	2	380	1	2,63
ПР	Праска	1	220	1,5	6,82
П	Прожектор з датчиком руху	1	220	0,6	2,73
СВ	Світильник точковий світлодіодний	25	220	0,01	0,05
ТЛ	Телевізор	2	220	0,2	0,91
ВН	Тепло-вентилятор	3	220	1	4,55
Х	Холодильник	2	220	0,3	1,36

Проведемо розрахунки окремо для РЩ1 та РЩ2.

1) РЩ-1, який розташований на першому поверсі і від якого відходить 7 ліній, одна з яких – лінія освітлення, а решта - силові, по яких буде розподілене електричне навантаження. Розраховуємо кожну лінію окремо.

Знаходимо сумарний струм для першої лінії Л1, k=1:

$$\begin{aligned}\sum I_{л1} &= k(I_{пл.} \times n + I_{вп.} \times n + I_{вт.} \times n + I_{вдн.} \times n + I_{вн.} \times n) = \\ &= 1 \cdot (3,18 \cdot 1 + 0,45 \cdot 1 + 0,68 \cdot 1 + 3,41 \cdot 1 + 4,55 \cdot 1) = 12,27(A).\end{aligned}$$

З таблиці 2.2.1 вибираємо трьохжильний мідний кабель пониженої горючості типу ВВГнг 3 х 1,5 мм<sup>2</sup>

$$I_{доп} = 19 (A) > \sum I_{л1} = 12,27 (A).$$

Для захисту лінії від перенавантажень та короткого замикання вибираємо автомат-вимикач виробництва АД12 типу 2Р С16А зі струмом спрацювання диференційного захисту  $I_d = 30$  (мА).

$$I_{доп} = 16 (A) > \sum I_{л1} = 12,27 (A).$$

Знаходимо сумарний струм для другої лінії – лінії освітлення Л2, k=1:

$$\begin{aligned}\sum I_{л2} &= k(I_{лм.} \times n + I_{л.} \times n + I_{п.} \times n + I_{св.} \times n) = \\ &= 1 \cdot (6 \cdot 0,23 + 12 \cdot 0,45 + 1 \cdot (2,73) + 25 \cdot 0,05) = 10,76(A)\end{aligned}$$

Вибираємо трьохжильний мідний кабель пониженої горючості типу ВВГнг 3х1,5 мм<sup>2</sup>.

$$I_{доп} = 19 (A) > \sum I_{л2} = 10,76 (A).$$

Для захисту лінії від перенавантажень та короткого замикання вибираємо автомат-вимикач виробництва АД12 типу 2Р С16А зі струмом спрацювання диференційного захисту  $I_d = 30$  (мА).

$$I_{доп} = 16(A) > I_{л2} = 10,76 (A).$$

Знаходимо сумарний струм для третьої лінії Л3, k=0,8:

$$\begin{aligned}\sum I_{л3} &= k(I_{нвт.} \times n + I_{бл.} \times n + I_{пм}) = 0,8(3,95 \times 1 + 9,21 \times 1 + 2,63 \times 1) = \\ &= 12,63(A).\end{aligned}$$

Вибираємо п'ятижильний мідний кабель пониженої горючості типу ВВГнг 5 х 1,5 мм<sup>2</sup>.

$$I_{доп} = 16 (A) > \sum I_{л3} = 12,63(A).$$

Для захисту лінії від перенавантажень та короткого замикання вибираємо автомат-вимикач виробництва АД14 типу 4р С16А зі струмом спрацювання диференційного захисту  $I_d = 30 (mA)$ .

$$I_{доп} = 16 (A) > \sum I_{л3} = 12,63 (A).$$

Знаходимо сумарний струм для четвертої лінії Л4,  $k=0,8$ :

$$\sum I_{л4} = k(I_{ед.} \times n) = 0,8(6,82 \times 3) = 16,37(A)$$

Вибираємо трьохжильний мідний кабель пониженої горючості типу ВВГнг 3х1,5 мм<sup>2</sup>.

$$I_{доп} = 19 (A) > \sum I_{л4} = 16,37 (A).$$

Для захисту лінії від перенавантажень та короткого замикання вибираємо автомат-вимикач виробництва АД12 типу 2Р С20А зі струмом спрацювання диференційного захисту  $I_d = 30 (mA)$ .

$$I_{доп} = 20 (A) > \sum I_{л4} = 16,37 (A).$$

Знаходимо сумарний струм для п'ятої лінії Л5,  $k=0,7$ :

$$\sum I_{л5} = k(I_{ед.} \times n + I_{кп} \times n) = 0,7(6,82 \times 3 + 6,82 \times 1) = 19,1(A)$$

Вибираємо трьохжильний мідний кабель пониженої горючості типу ВВГнг 3х2,5 мм<sup>2</sup>.

$$I_{доп} = 25 (A) > \sum I_{л5} = 19,1 (A).$$

Для захисту лінії від перенавантажень та короткого замикання вибираємо автомат-вимикач виробництва АД12 типу 2Р С20А зі струмом спрацювання диференційного захисту  $I_d=30 (mA)$ .

$$I_{доп} = 20 (A) > \sum I_{л5} = 19,1 (A).$$

Знаходимо сумарний струм для шостої лінії Л6,  $k=0,7$ :

$$\begin{aligned} \sum I_{л6} &= k(I_{дк.} \times n + I_{тл.} \times n + I_{д.} \times n + I_{м.} \times n + I_{мц.} \times n + I_{вт.} \times n + I_{кк}) = \\ &= 0,7(2,27 \cdot 1 + 0,91 \cdot 1 + 1,36 \cdot 1 + 2,27 \cdot 1 + 2,27 \cdot 1 + 0,68 \cdot 1 + 5,91 \times \\ &\times 1) = 6,83(A) \end{aligned}$$

Вибираємо трьохжильний мідний кабель пониженої горючості типу ВВГнг 3х1,5 мм<sup>2</sup>.

$$I_{\text{доп}} = 19 \text{ (A)} > \sum I_{\text{л6}} = 6,83 \text{ (A)}.$$

Для захисту лінії від перенавантажень та короткого замикання вибираємо автомат-вимикач виробництва АД12 типу 2Р С10А зі струмом спрацювання диференційного захисту  $I_{\text{д}} = 30 \text{ (мА)}$ .

$$I_{\text{доп}} = 10 \text{ (A)} > \sum I_{\text{л6}} = 6,83 \text{ (A)}.$$

Знаходимо сумарний струм для сьомої лінії Л7,  $k=0,7$ :

$$\begin{aligned} \sum I_{\text{л7}} &= k(I_{\text{еч.}} \times n + I_{\text{д.}} \times n + I_{\text{пс.}} \times n + I_{\text{хл}}) = \\ &= 0,7(6,82 \times 1 + 1,36 \times 1 + 3,64 \times 1 + 1,36 \times 2) = 10,18 \text{ (A)} \end{aligned}$$

Вибираємо трьохжильний мідний кабель пониженої горючості типу ВВГнг 3х1,5 мм<sup>2</sup>.

$$I_{\text{доп}} = 19 \text{ (A)} > \sum I_{\text{л7}} = 10,18 \text{ (A)}.$$

Для захисту лінії від перенавантажень та короткого замикання вибираємо автомат-вимикач виробництва АД12 типу 2Р С16А зі струмом спрацювання диференційного захисту  $I_{\text{д}} = 30 \text{ (мА)}$ .

$$I_{\text{доп}} = 16 \text{ (A)} > \sum I_{\text{л7}} = 10,18 \text{ (A)}.$$

2) Розраховуємо навантаження електроприймачів, які приєднанні до РЩ-2, який стоїть на другому поверсі. Від цього РЩ-2 відходить 5 ліній, 4 з яких силові, а інша – для освітлення. Знайдемо сумарний струм окремо для кожної лінії:

Знаходимо сумарний струм для першої лінії Л8,  $k=1$ :

$$\begin{aligned} \sum I_{\text{л8}} &= k(I_{\text{пк.}} \times n + I_{\text{вт.}} \times n + I_{\text{бд.}} \times n + I_{\text{вп.}} \times n) = \\ &= 1(0,45 \times 1 + 0,68 \times 1 + 2,73 \times 1 + 0,45 \times 1) = 4,31 \text{ (A)} \end{aligned}$$

З таблиці 2.2.1 вибираємо трьохжильний мідний кабель пониженої горючості типу ВВГнг 3 х 1,5 мм<sup>2</sup>

$$I_{\text{доп}} = 19 \text{ (A)} > \sum I_{\text{л8}} = 4,31 \text{ (A)}.$$

Для захисту лінії від перенавантажень та короткого замикання вибираємо автомат-вимикач виробництва АД12 типу 2Р С6А зі струмом спрацювання диференційного захисту  $I_d = 30$  (мА).

$$I_{доп} = 6 \text{ (А)} > \sum I_{л8} = 4,31 \text{ (А)}.$$

Знаходимо сумарний струм для другої лінії – лінії освітлення Л9,  $k=0,7$ :

$$\begin{aligned} \sum I_{л9} &= k(I_{ек} \times n + I_d \times n + I_{пгс} \times n + I_{пм}) = \\ &= 0,7(5,26 \times 1 + 3,95 \times 1 + 5,79 \times 1 + 2,63 \times 1) = 12,34 \text{ (А)} \end{aligned}$$

Вибираємо п'ятижильний мідний кабель пониженої горючості типу ВВГнг 5х1,5 мм<sup>2</sup>.

$$I_{доп} = 16 \text{ (А)} > \sum I_{л9} = 12,34 \text{ (А)}.$$

Для захисту лінії від перенавантажень та короткого замикання вибираємо автомат-вимикач виробництва АД14 типу 4р С16А зі струмом спрацювання диференційного захисту  $I_d = 30$  (мА).

$$I_{доп} = 16 \text{ (А)} > I_{л9} = 12,34 \text{ (А)}.$$

Знаходимо сумарний струм для третьої лінії Л10,  $k=1$ :

$$\sum I_{л10} = k(I_{л} \times n) = 1(0,45 \times 12) = 5,4 \text{ (А)}$$

Вибираємо трьохжильний мідний кабель пониженої горючості типу ВВГнг 3 х 1,5 мм<sup>2</sup>.

$$I_{доп} = 19 \text{ (А)} > \sum I_{л10} = 5,4 \text{ (А)}.$$

Для захисту лінії від перенавантажень та короткого замикання вибираємо автомат-вимикач виробництва АД12 типу 2Р С10А зі струмом спрацювання диференційного захисту  $I_d = 30$  (мА).

$$I_{доп} = 10 \text{ (А)} > \sum I_{л10} = 5,4 \text{ (А)}.$$

Знаходимо сумарний струм для четвертої лінії Л11,  $k=0,7$ :

$$\begin{aligned} \sum I_{л11} &= k(I_{пл} \times n + I_{вп} \times n + I_{пр} \times n + I_{вн} \times n + I_{вдн} \times n + I_{прр} \times n) = \\ &= 0,7(3,18 \times 1 + 0,45 \times 1 + 6,82 \times 1 + 4,55 \times 1 + 3,41 \times 1) = 12,89 \text{ (А)} \end{aligned}$$

Вибираємо трьохжильний мідний кабель пониженої горючості типу ВВГнг 3х1,5 мм<sup>2</sup>.

$$I_{доп} = 19 \text{ (A)} > \sum I_{л11} = 12,89 \text{ (A)}.$$

Для захисту лінії від перенавантажень та короткого замикання вибираємо автомат-вимикач виробництва АД12 типу 2Р С16А зі струмом спрацювання диференційного захисту  $I_d = 30 \text{ (мА)}$ .

$$I_{до} = 16 \text{ (A)} > \sum I_{л11} = 12,89 \text{ (A)}.$$

Знаходимо сумарний струм для п'ятої лінії Л12,  $k=0,8$ :

$$\begin{aligned} \sum I_{л12} &= k(I_{пк} \times n + I_{кд} \times n + I_{мц} \times n + I_{тл} \times n + I_d \times n + I_m \times n) = \\ &= 0,8(0,45 \times 1 + 3,64 \times 1 + 2,27 \times 1 + 0,91 \times 1 + 1,36 \times 1 + 2,27 \times 1) \\ &= 8,72 \text{ (A)} \end{aligned}$$

Вибираємо трьохжильний мідний кабель пониженої горючості типу ВВГнг 3х1,5 мм<sup>2</sup>.

$$I_{доп} = 19 \text{ (A)} > \sum I_{л12} = 8,72 \text{ (A)}.$$

Для захисту лінії від перенавантажень та короткого замикання вибираємо автомат-вимикач виробництва АД12 типу 2Р С10А зі струмом спрацювання диференційного захисту  $I_d=30 \text{ (мА)}$ .

$$I_{доп} = 10 \text{ (A)} > \sum I_{л12} = 8,72 \text{ (A)}.$$

Таблиця 2.1.2

Електричне навантаження на лінії від РЩ-1 та РЩ-2

РЩ-1							РЩ-2						
Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Л7	$\sum I_n$	Л8	Л9	Л10	Л11	Л12	$\sum I_n$
12,3	10,8	12,7	16,4	19,1	6,83	10,2	88,3	4,31	12,3	5,4	12,9	8,72	43,6
(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)



Розподіл ліній та струмових навантажень по фазах

Фаза	Лінія	Ін, А
L1	Л1, Л2, Л3, Л6	42,49 А
L2	Л4, Л5, Л7	45,65 А
L3	Л8, Л9, Л10, Л11, Л12	43,66 А

## 2.2. Вибір проводу (кабелю) та його перерізу

Потрібно звертати увагу на номінальну напругу проводу, напруга не повинна бути меншою напруги мережі.

Якщо проводу не виходять за межі квартири, то номінальне навантаження проводу повинно бути не нижче 220В.

Якщо проводу виходять за межі квартири, то номінальна напруга проводу повинна бути не меншою 380В.

Так як алюмінієві проводи мають гірші характеристики, ніж мідні, то в даній схемі котеджу проводи будуть мідні.

Необхідно звернути увагу на переріз жил. Переріз повинен мати значення допустимого навантаження в амперах, тобто мати не менше значення, вказаного в таблиці 2.2.1.

З іншої сторони, переріз не повинен бути надто великим, інакше провід буде важко приєднати до вимикача та штепсельних розеток.

Але переріз не повинен бути надто малим, так як тонкий провід важко зажати і він буде ненадійно закріплений.

Тому встановлені найменші значення перерізу жил для приєднання до винтових зажимів 1 мм<sup>2</sup> для мідних та 2 мм<sup>2</sup> для алюмінієвих проводів. При перерізі 0,75 мм<sup>2</sup> необхідно підкласти шайбу. Переріз проводів для повітряного входу в будинок по умові механічної міцності повинно бути не менше вказаного вище.

Вибір та перевірку кабелів по допустимому нагріванні струмом навантаження виконують наступним чином:

1. Визначають потужність прибору, що живиться. Якщо проводиться розрахунок групової світлової мережі, наприклад, ламп накаливання, то потужність  $P$  приймають сумі навантажень всіх ламп на відповідному участку мережі.

2. Обчислюють силу струму. В однофазній мережі її знаходять за формулою (2.2.1):

$$I = \frac{P \cdot 10^3}{U \cdot \cos\varphi} \quad (2.2.1)$$

де  $P$  – потужність,  $U$  – навантаження,  $\cos\varphi$  - коефіцієнт потужності.

Найдене значення не повинно перевищувати значень, встановлених ПУЕ для конструкції проводів або кабеля. Виконання цієї умови гарантує пожежну безпеку і нормуємий термін служби проводки при нормальних неаварійних режимах роботи.

Розшифровка ВВГнг – маркування ВВг означає «вініл-вініл-голий», тобто мається на увазі наявність двох шарів полівінілхлориду, а потім відсутність спеціального захисного шару. «Нг» означає, що даний підтип кабелю не підтримує поширення горіння. Також важливо зазначити, що буква «А» у маркуванні відсутня, що означає, що даний кабель – мідний.

Таблиця 2.2.1

Типи кабелів ВВГнг

Переріз кабелю, мм <sup>2</sup>	Струм навантаження, А	
	Однофазна система	Трифазна система
1,5	19	16
2,5	27	25
4	38	30
6	46	40
10	70	50
16	85	75
25	115	90
35	135	115

### 2.3. Вибір захисної та комутаційної апаратури

До комутаційних апаратів, які служать для вмикання і вимикання ланцюгів, відносяться рубильники, контактори і реле. Рубильники служать для ручного вмикання і вимикання ланцюгів, контактори і реле — дистанційного, автоматичного і неавтоматичного вмикання ланцюгів і споживачів електроенергії. Рубильники, реле, контактори захисних пристроїв від струмів перенавантажень і струмів короткого замикання не мають. Для цього послідовно з ними вмикають захисні апарати. Запобіжники застосовуються для захисту від струму короткого замикання або дуже великих перенавантажень, які діють значний час. Автоматичні вимикачі призначаються для захисту як від струму короткого замикання (за допомогою миттєво діючих електромагнітних розчеплювачів), так і від струму перенавантажень (за допомогою теплових або іншого типу розчеплювачів). Тепловий розчеплювач автомата застосовується для захисту ланцюгів і споживачів від струмів перенавантажень. Час, через який спрацює тепловий розчеплювач автомата, залежить від величини струму перенавантаження. Час спрацювання теплового розчеплювача приблизно зворотно пропорційний величині струму перенавантаження.

В даному котеджі ми будемо використовувати диференційний автомат АД 12, АД 14 (рис. 2.3.1). Він забезпечує три види захисту – захист людини від ураження електричним струмом при випадковому ненавмисному дотику до струмоведучих частин електроустановок при пошкодженнях ізоляції; запобігання пожеж внаслідок протікання струмів витоку на землю; захист від перевантаження і короткого замикання. Апарат зберігає працездатність при зниженій напрузі мережі (до 50 В) і володіє високою механічною зносостійкістю. В апараті передбачена індикація спрацювання від диференціального струму.



Рис.2.3.1 Диференційний автомат АД 2Р С20А30мА 4,5кА (1 модуль)

Таблиця 2.3.1

Характеристики АД

	Однофазний			Трьохфазний
	АД 12 2р В10А	АД 12 2р С16А	АД 12 2р С20А	АД 14 4р С25А
Номінальна напруга, В	230	230	230	380
Частота, Гц	50-60	50-60	50-60	50-60
Номінальний струм	10	16	20	25
Диференційний струм відключення, мА	10	30	30	30

## РОЗДІЛ 3

### ОРГАНІЗАЦІЯ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ СПОРУД

#### **3.1. Аналіз вимог до установки приладів обліку**

Установка приладів обліку повинна виконуватися з врахуванням Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) та Інструкції енергозабезпечуючих організацій.

Лічильники повинні бути прямого включення та мати пломбу з клеймом виробника давністю на момент установки не більше: трьохфазні – 12 місяців, однофазні – 2 роки.

Для установки лічильників, трансформаторів струму і випробувальних коротких панелях ВРП, як правило, повинні передбачатися самостійні відсіки з дверима, що закриваються.

Допускається установка лічильників в неопалювальних приміщеннях, а також шафах зовнішньої установки, якщо умови експлуатації лічильників (технічні характеристики) передбачають можливість такої установки. Біля кожного розрахункового лічильника має бути напис про найменування приєднання.

В жилих будинках, що належать громадянам на правах приватної власності, допускається установка трьохфазних лічильників по спеціальному дозволу компанії, що постачає електроенергію.

Підключення лічильників в мережу виконується у відповідності з прийнятою схемою, дотримуючись послідовності фаз.

#### **3.2. Вибір лічильника електроенергії**

Критерії вибору лічильника залежать від специфіки споживачів повинні враховувати:

– Висока точність вимірювання – чим точніше прилад, тим менше у нього похибка вимірювання, і отже, тим більше можливості у підприємства економити на оплаті за енергоресурси, ціни на які не стоять на місці.

– Висока надійність – час на протязі якого витратомір або лічильник здатний зберігати свої метрологічні характеристики. Чим надійніше прилад, тим менше коштів необхідно на підтримку його працездатності і стабільних метрологічних характеристик.

– Мала залежність точності вимірювання від зміни щільності речовини – особливо актуально для вимірювання витрат газоподібних речовин, щільність яких змінюється в значних межах залежно від їх температури і тиску.

– Високі динамічні характеристики – вельми важливий критерій, при використанні витратомірів в контурах автоматичного управління і регулювання швидкозмінних витрат. Від швидкодії вимірювальних комплексів, до складу якого можуть входити датчики витрати, багато в чому залежить якість кінцевого продукту, а також економія або перевитрата сировини та енергоресурсів.

– Великі і різноманітні діапазони вимірювання – вкрай важливо, щоб витратомір забезпечував стабільні показання та облік у всьому діапазоні споживання енергоресурсів. Чим менше у нього буде так звана «мертва зона», тим точніше будуть його свідчення. Особливо це актуально для підприємств, які здійснюють продаж енергоресурсів-теплоносіїв іншим організаціям.

– Забезпеченість метрологічною базою – при виборі витратоміра або лічильника, необхідно враховувати наявність на підприємстві ремонтної бази, а також повірочних установок, для періодичних ремонтів та перевірок метрологічних характеристик використовуваних датчиків витрати і лічильників кількості речовини.

– Вимірювання витрати в екстремальних умовах – обрані прилади повинні забезпечувати не лише високу точність вимірювання, але і вибухо-пожежобезпеку при вимірюванні витрат легко займистих рідин і газів в самому широкому діапазоні температур навколишнього середовища.

Вибираємо трифазний лічильник «Энергия 9 СТКЗ» (рис.3.2.1).



Рис.3.2.1 Лічильник електроенергії «Энергия 9 СТКЗ»

Опис лічильника «Энергия 9 СТКЗ»: електронний трифазний багатофункціональний прямого чотирьохпровідного включення по напрузі і трансформаторного включення за струмом, призначений для вимірювання активної та реактивної електричної енергії в двох напрямках по диференційованим у часі тарифам в трьохфазних сетях змінного струму промислової частоти.

Характеристика лічильника «Энергия 9 СТКЗ»:

- 3-х фазний
- 10 - клас точності 1,0
- А1 - облік активної енергії
- Н7 - пряме чотирма нинішніми дротяне включення по напрузі і по струму: 380В, 5 (60) А, (380В, 10 (100) А)
- Р - багатотарифний, формування графіка навантаження і струму, інтерфейс "струмова петля", імпульсний вихід, оптопорт, журнал подій
- В - можливість організації режиму передоплати
- t - діапазон робочих температур від -40 до +55 градусів

### 3.3. Вибір ввідного пристрою щитка будинку

На вводи в будинок має бути встановлено один чи декілька ввідних пристроїв або ввідних розподільчих пристроїв. Ввідні пристрої та ввідні розподільчі пристрої призначення для виконання таких функцій як приймання, розподіл і облік електроенергії в мережах 380/220 В трифазного змінного струму частотою 50 Гц. Крім того, вони виконують функцію захисту ліній, що відходять і підходять, від струмів короткого замикання та довготривалих перевантажень.

Обираємо навісний щиток марки ЩУРв-342зо-1 (рис.3.3.1), який призначений для установки в ньому електролічильників різних модифікацій, пристроїв захисного відключення (ПЗВ), наборів автоматичних вимикачів та іншої апаратури, виконаної за системою модульної побудови на DIN-рейку. Застосовуються для обліку, розподілу електроенергії, захисту від перевантажень, струмів короткого замикання, струмів витоку мереж змінного струму напругою 380/220В.



Рис.3.3.1 Щит ввідний розподільчий ЩУРв-342зо-1 36, УХЛЗ ІР30



## Характеристика ЩУРВ-342зо-1 36, УХЛЗ ІР30

Тип лічильника	3-х фазний
Кількість модулів	42
Тип встановлення	Вбудований
Додаткові аксесуари	Замок, вікно
Модифікація	З розподільною оперативною панеллю і оцинкованою лентою для кріплення шин N і PE
Товщина металу	0,9-1,4мм
Номінальний струм	100А
Тип покриття	ЕПК/шагрень
Ступінь захисту	ІР30
Кут відкриття дверей	105°
Тип застосовуваних апаратів	модульні

## РОЗДІЛ 4

# БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК ЖИТЛОВИХ СПОРУД

### 4.1 Вибір режиму нейтралі

Електропостачання електроприймачів повинно виконуватися від мережі з глухозаземленою нейтраллю 380/220 В або 3 x 220 В, слід передбачити переведення мережі на напругу 380/220В з системою заземлення TN-C або TN-C-S. Зовнішнє електропостачання будівель має задовольняти вимоги ПУЕ.

Розміщення й компонування ТП повинні передбачати можливість цілодобового безперешкодного доступу до них персоналу електропостачальної організації.

Електричні мережі будинків повинні бути розраховані на живлення будинку та освітлення реклам, вітрин, фасадів, ілюмінації, зовнішнього освітлення, а також живлення протипожежних пристроїв, систем диспетчеризації, локальних телевізійних мереж, сигналізації загазованості, світлових покажчиків пожежних гідрантів та інших знаків безпеки, звукової та іншої сигналізації, вогнів світлового огороження тощо відповідно до завдання на проектування.

Для живлення однофазних споживачів від багатофазної розподільної мережі допускається різним однофазним споживачам мати спільні N і PE провідники (п'ятипровідна мережа), прокладені безпосередньо від ВРП. Об'єднання N і PE провідників (чотирьох провідна мережа з PEN провідником) не допускається.

У разі живлення однофазних споживачів від багатофазної мережі відгалуженням від повітряних ліній, коли PEN провідник повітряної лінії є загальним для груп однофазних споживачів, які живляться від різних фаз, рекомендується передбачати захисне вимкнення споживачів при перевищенні допустимого рівня напруги, що виникає через асиметрію навантаження після обриву PEN провідника, N або спільного PEN. Вимкнення слід виконувати на вводі в будинок, наприклад, впливом на незалежний розчіплювач ввідного автоматичного

вимикача з допомогою реле контролю напруги. У цих випадках необхідно передбачати вимкнення як фазного L, так і нульового робочого N провідників.

Під час вибирання апаратів та приладів, які встановлюються на вводі, перевага за іншими рівними має надаватися приладам, що зберігають працездатність при перевищенні напруги понад дозволена, яка виникла через несиметрію навантаження в разі обривання PEN або N провідника. При цьому їх комутаційні та інші робочі характеристики можуть не виконуватись.

У всіх випадках забороняється в колах PE і PEN провідників мати комутаційні контактні й безконтактні елементи. Допускаються з'єднання, які можуть розбиратися з допомогою інструмента, а також спеціально призначені для цієї мети з'єднувачі.

В системі заземлення TN-C-S у ввідно-розподільчому пристрої електроустановки суміщений нульовий захисний і нульовий робочий провідник PEN розділений на нульовий захисний PE та нульовий робочий N провідники. Система TN-C-S являється найбільш перспективною для нашої країни, яка дозволяє в комплексі з широким застосуванням ПЗВ забезпечити високий рівень електробезпеки в електроустановках без їхньої реконструкції.

#### **4.2 Аналіз вимог до забезпечення електробезпеки**

Захисні заходи безпеки електроустановок будинків повинні виконуватися відповідно до вимог глави 1.7 ПУЕ і додаткових вимог даного розділу.

У всіх приміщеннях необхідне приєднання відкритих провідних частин світильників загального освітлення і стаціонарних електроприймачів (електричних плит, кип'ятильників, побутових кондиціонерів, електрорушників тощо) до нульового захисного PE провідника

На групових лініях, які живлять штепсельні розетки для переносних електричних приладів, рекомендується передбачати ПЗВ з номінальним диференційним струмом спрацьовування не більше 30 мА.

У разі установки ПЗВ послідовно повинні виконуватися вимоги селективності. При дво- і багатоступеневих схемах ПЗВ, розміщений ближче до джерела живлення,

повинен мати уставку і час спрацьовування утричі більші ніж ПЗВ. розміщений ближче до споживача.

Установлення ПЗВ у лініях, які живлять стаціонарно встановлене обладнання і світильники, а також у загальних мережах освітлення, не обов'язкове. У житлових будинках ПЗВ рекомендується установлювати на квартирних щитках, допускається їх установлення на поверхових щитках.

Не дозволяється:

- проходження повітряних ліній електропередач та зовнішніх електропроводок над горючими покрівлями, навісами, штабелями лісу, складами паливно-мастильних матеріалів, торфу, дров та інших горючих матеріалів;

- відкрите прокладання електропроводів і кабелів транзитом через пожежонебезпечні і вибухонебезпечні зони будь-якого класу і ближче 1 м і 5 м від них відповідно, а також у сходових клітках;

- експлуатація кабелів і проводів з пошкодженою або такою, що в процесі експлуатації втратила захисні властивості, ізоляцією;

- залишення під напругою кабелів та проводів з неізольованими струмопровідними жилами;

- застосування саморобних подовжувачів, які не відповідають вимогам ПУЕ, що пред'являються до переносних (пересувних) електропроводок;

- застосування для опалення приміщення нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання або ламп розжарювання;

- користування пошкодженими розетками, відгалужувальними та з'єднувальними коробками, вимикачами та іншими електровиробами, а також лампами, скло яких має сліди затемнення або випинання;

- підвішування світильників безпосередньо на струмопровідні проводи, обгортання електроламп і світильників папером, тканиною та іншими горючими матеріалами, експлуатація їх зі знятими ковпаками (розсіювачами);

- використання електроапаратури та приладів в умовах, що не відповідають вказівкам (рекомендаціям) підприємств-виготовлювачів;

– застосування в пожежонебезпечних зонах складських приміщень люмінесцентних світильників з відбивачами і розсіювачами, виготовленими з горючих матеріалів;

– використання в пожежонебезпечних зонах світильників з лампами розжарювання без захисного суцільного скла (ковпаків), а також з відбивачами і розсіювачами, виготовленими з горючих матеріалів;

– залишення без догляду при виході з приміщення, квартири увімкнених в електромережу нагрівальних приладів, телевізорів, радіоприймачів тощо;

– складування горючих матеріалів на відстані 1 м від електроустаткування та під електрощитами;

– використання роликів, вимикачів, штепсельних розеток для підвішування одягу й інших предметів; заклеювання ділянок електропроводки папером, горючими тканинами;

– застосування для електромереж радіо- та телефонних проводів;

– використання побутових електронагрівальних приладів (прасок, чайників, кип'ятильників тощо) без негорючих теплоізоляційних підставок та в місцях (приміщеннях), де їх застосування не передбачено технологічним процесом або заборонено цими Правилами, іншими нормативними документами чи власником підприємства.

#### **4.3 Рекомендації по монтажу електропроводки**

Електропроводку потрібно прокладати відповідно до розробленого плану. В основу цього документа покладається два принципи: електробезпечність і зручність використання.

При розробці плану потрібно враховувати:

– електричні лічильники, розподільчі щити та коробки, розетки і вимикачі повинні розташовуватися в доступних для обслуговування і ремонту місцях, а струмоведучі частини повинні бути закриті;

– вимикачі розташовують при вході в кімнату на висоті 1,0 м так, щоб відкриті входні двері не перекривали доступ до них. Для зручності вимикачі в одній квартирі, як правило, розташовують у всіх приміщеннях з однієї і тієї ж сторони;

– розетки встановлюють у місцях передбачуваної установки електричного устаткування на висоті 0,3 – 0,5 м (для постійно ввімкнених електроприладів) від рівня підлоги. По протипожежних нормах кількість розеток повинна бути не менш однієї на кожні повні і неповні 6 квадратних метрів площі приміщення, а на кухні не менш трьох. Установка вимикачів і розеток усередині туалетів і ванних кімнат забороняється. Виключення складають розетки для електробритов і фенів, що живляться через розділовий трансформатор з подвійною ізоляцією. Останній монтується в спеціальному блоці за межами цих приміщень. Заборонено також встановлювати розетки ближче, чим у 50 см. від заземлених металевих пристроїв (труби, батареї, раковини, газові й електроплити). Розетки на стіні, що розділяє дві кімнати однієї квартири, зручно встановлювати з кожної сторони стіни, з'єднуючи їх паралельно через отвір у стіні;

– проводи прокладаються тільки по вертикальних і горизонтальних лініях, а їхнє розташування повинне бути точно відомо щоб уникнути ушкодження при свердленні отворів, забиванні цвяхів і т.д. Горизонтальна прокладка проводиться на відстані 50-100 мм від карниза і балок, на 150 мм від стелі і на 150-200 мм від плінтуса. Вертикально прокладені ділянки проводів повинні бути віддалені від кутів приміщення, віконних і дверних прорізів не менш чим на 100 мм. Необхідно простежити, щоб провід не стикався з металевими конструкціями будинку. Паралельна прокладка поблизу трубопроводів з горючими речовинами (газом) проводиться на відстані не менш чим 400 мм. При наявності гарячих трубопроводів (опалення і гаряча вода) проводка повинна бути захищена від впливу високої температури азбестовими прокладками, чи

необхідно застосувати провід із захисним покриттям. Забороняється прокладати проводу пучками, а також з відстанню між ними менш 3 мм.;

– у приміщеннях з'єднання і відгалуження проводів при усіх видах електропроводок виконуються в розподільчих коробках;

– жили заземлюючих і нульових захисних проводів з'єднуються між собою за допомогою зварювання. Приєднання цих провідників до електроприладів, що підлягають заземленню чи зануленню, виконуються болтовими з'єднаннями. Металеві корпуси електроплит (стаціонарних) зануляються, для чого від квартирної щитка прокладається окремий провідник перетином, рівним перетину фазного проводу, і приєднується до нульового захисного провідника мережі живлення перед лічильником. У провідниках, що забезпечують захисне заземлення чи занулення, не повинне бути запобіжників і вимикачів. У протилежному випадку при спрацьовуванні захисту всі прилади, включені в дану лінію, виявляться під небезпечним потенціалом мережі.

## РОЗДІЛ 5

### РОЗРАХУНОК ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

Сонячна система з акумуляторами може жити багато приладів за умови, що їх енергоспоживання не перевищує кількість енергії, виробленої генератором. Тому необхідно правильно визначити потужність системи. Перший крок в цьому напрямку – складання специфікації, тобто технічного опису системи.

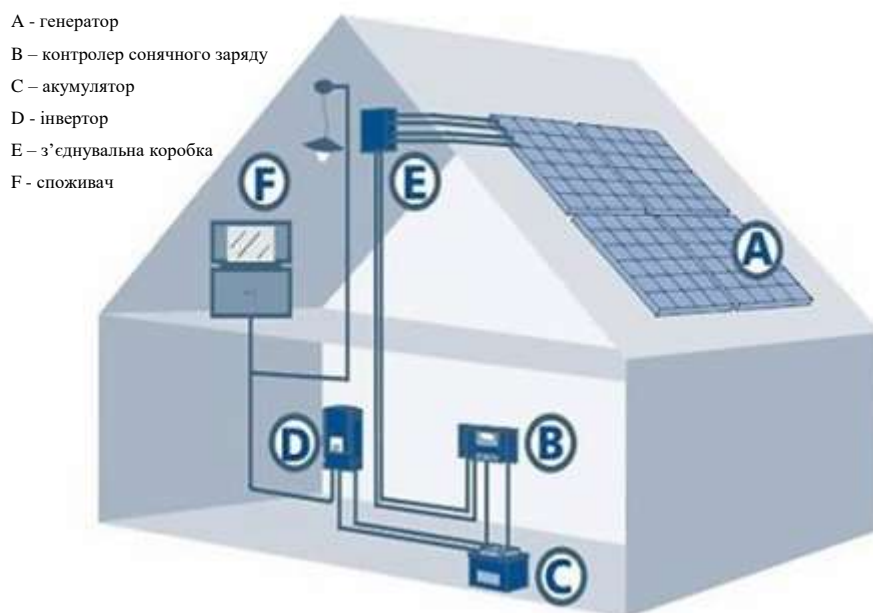


Рис. 5.1. Домашня фотоелектрична система

При проектуванні домашньої фотоелектричної системи (рис.5.1) спочатку потрібно скласти список всіх електроприладів в будинку, з'ясувати їх споживану потужність.

У табл. 5.1 приведені дані про середню споживаної потужності приладів. Однак необхідно пам'ятати, що це всього лише приблизні оцінки. Щоб розрахувати споживану потужність (E) системи з інвертором (для приладів змінного струму), потрібно внести поправку (помножити середнє споживання на поправочний



коефіцієнт, щоб отримати загальну потужність). Так само для того, щоб врахувати втрати в інвертор необхідно отриману потужність споживачів помножити на 1,2. Такі прилади, як холодильник, компресор в момент пуску споживають потужність в 5-6 разів більше паспортної, тому інвертор повинен короткочасно витримувати потужність в 2-3 рази вище номінальної потужності. Якщо споживачів з високою потужністю досить багато, але працюють вони дуже рідко, це може привести до того, що у нас вийде система з величезною вихідною потужністю інвертора, як результат, дуже дорогого. Тоді необхідно передбачити, щоб не відбувалося одночасного включення таких приладів, це здешевити систему.

Після чого потрібно оцінити, скільки часу протягом дня використовуються ті чи інші електроприлади. Наприклад, лампочка в вітальні горить 10 годин на добу, а в коморі - тільки 10 хвилин. Ці дані наведені в шостій колонці табл. 5.1. В останній колонці табл.5.1 вписано щоденну потребу в енергії. Щоб її визначити, потрібно помножити потужність приладу на час його роботи, наприклад: 20 Вт x 4 години = 80 Вт·год.

Таблиця 5.1

Перелік електроприймачів та їх паспортні дані

Назва приймача	Кількість	U, В	P, кВт	I <sub>n</sub> , А	$\frac{год}{день}$	$\frac{кВт \cdot год}{день}$	Коеф. викор.	кВт*год/день з к. викор	$\frac{кВт \cdot год}{місяць}$
Лампа накаливання	25	220	0,1	0,45	4	10	1	10	300
Бойлер	1	380	3,5	9,21	2	7	0,6	4,2	126
Холодильник	2	220	0,3	1,36	8	4,8	1	4,8	144
Кондиціонер	2	220	0,8	3,64	4	6,4	0,3	1,92	57,6
Світильник точковий світлодіодний	25	220	0,01	0,05	6	1,5	1	1,5	45
Електродвигун	6	220	1,5	6,82	0,5	4,5	1	4,5	135
Вентилятор потолковий	4	220	0,1	0,45	10	4	0,3	1,2	36
Водяний насос	2	220	0,75	3,41	2	3	0,5	1,5	45

## Продовження таблиці 5.1

Назва приймача	Кількість	U, В	P, кВт	Iн, А	$\frac{год}{день}$	$\frac{кВт \cdot год}{день}$	Коеф. викор.	кВт*год/день з к. викор	$\frac{кВт \cdot год}{місяць}$
Компресор	1	220	1,5	6,82	2	3	0,2	0,6	18
Тепло-вентилятор	3	220	1	4,55	1	3	0,5	1,5	45
DVD	3	220	0,3	1,36	3	2,7	0,5	1,35	40,5
Парогенератор сауни	1	380	2,2	5,79	1	2,2	0,5	1,1	33
Пральна машина	2	380	1	2,63	1	2	1	2	60
Електрокамін	1	380	2	5,26	1	2	0,7	1,4	42
Домашній кінотеатр	1	220	0,5	2,27	3	1,5	1	1,5	45
Душ з ел.підігрівом	1	380	1,5	3,95	1	1,5	1	1,5	45
Електрочайник	1	220	1,5	6,82	1	1,5	1	1,5	45
Насос високого тиску	1	380	1,5	3,95	1	1,5	1	1,5	45
Пилосос	2	220	0,7	3,18	1	1,4	1	1,4	42
Кухонний комбайн	1	220	1,3	5,91	1	1,3	1	1,3	39
Телевізор	2	220	0,2	0,91	3	1,2	1	1,2	36
Витяжка	2	220	0,15	0,68	4	1,2	1	1,2	36
Музичний центр	2	220	0,5	2,27	1	1	1	1	30
Магнітофон	2	220	0,5	2,27	1	1	1	1	30
Велотренажер	1	220	1	4,55	1	1	1	1	30
Персональний комп'ютер	2	220	0,1	0,45	4	0,8	1	0,8	24
Праска	1	220	1,5	6,82	0,5	0,75	1	0,75	22,5
Бра	2	220	0,06	0,27	6	0,72	1	0,72	21,6
Прожектор з датчиком руху	1	220	0,6	2,73	1	0,6	1	0,6	18
Бігова доріжка	1	220	0,6	2,73	1	0,6	1	0,6	18
Піч СВЧ	1	220	0,8	3,64	0,5	0,4	1	0,4	12
Лампа люмінесцентна	6	220	0,05	0,23	1	0,3	1	0,3	9

Далі необхідно визначити кількість сонячної енергії, на яку можна розраховувати в даній місцевості. Зазвичай ці дані можна отримати у місцевого постачальника сонячних батарей або на гідрометеостанції. Важливо врахувати два фактори: середньорічну сонячну радіацію, а також її середньомісячні значення при найгірших погодних умовах.

Таблиця 5.2

Середній місячний рівень сонячної радіації в містах України

Середнє значення за останні 22 роки	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Середнє річне значення
Київ широта 50.5 N довгота 30.5 E	1,69	2,56	3,15	3,49	4,71	4,19	4,48	4,4	3,14	2,4	1,39	1,44	3,1
Львів широта 49.5 N довгота 24 E	1,66	2,49	2,9	3,23	3,96	3,81	3,9	4,1	3,01	2,3	1,48	1,34	2,85
Харків широта 49.59 N довгота 46.13 E	1,19	2,18	3,42	4,48	5,65	5,89	5,83	5,1	3,71	2,2	1,27	0,93	3,49
Одеса широта 46.30 N довгота 30.46 E	1,08	1,78	2,68	3,87	5,4	5,7	6,39	5,6	3,96	2,5	1,06	0,87	3,41
Тернопіль широта 49.33 N довгота 25.5 E	1,09	1,86	2,85	3,85	4,84	5,00	4,93	4,5	3,08	1,9	1,09	0,85	2,99
Ялта широта 44.29 N довгота 34.9 E	1,27	2,06	3,05	4,3	5,44	5,84	6,2	5,3	4,07	2,7	1,55	1,07	3,58
Ужгород широта 48.37 N довгота 22.18 E	1,13	1,91	3,01	4,03	5,01	5,31	5,25	4,8	3,33	2	1,19	0,88	3,16
Хмельницький широта 49.25 N довгота 27.00 E	1,09	1,86	2,87	3,85	5,08	5,04	4,58	3,3	3,14	2	1,1	0,87	3,06
Дніпро широта 48.36 N довгота 34.58 E	1,21	1,99	2,98	4,05	5,55	5,57	5,7	5,1	3,66	2,3	1,2	0,96	3,36

За допомогою першого значення фотоелектричну систему можна розрахувати відповідно до середньорічної сонячної радіації, тобто в деякі місяці буде більше енергії, ніж потрібно, а в інші - менше. Якщо керуватися іншою цифрою, завжди буде як мінімум достатньо енергії для задоволення ваших потреб, крім хіба що надзвичайно тривалих періодів поганої погоди.

Тепер можна підрахувати номінальну потужність фотоелектричного модуля.

Взявши з таблиці 5.2 значення сонячної радіації за цікавий для нас період і розділивши його на 1000, одержимо так звану кількість пікогодин, тобто умовний час, протягом якого сонце світить як би з інтенсивністю тисяча Вт/м<sup>2</sup>.

Модуль потужністю  $P_w$  протягом обраного періоду виробить наступну кількість енергії:

$$W = k \cdot P_w \cdot E / 1000, \quad (5.1)$$

де  $E$  - значення інсоляції за обраний період,  $k$ - коефіцієнт рівний 0,5 влітку і 0,7 в зимовий період. Він робить поправку на втрату потужності сонячних елементів при нагріванні на сонці, а також враховує похиле падіння променів на поверхню модулів протягом дня. Різниця в його значенні взимку і влітку обумовлена меншим нагріванням елементів в зимовий період.

Виходячи з сумарної потужності споживаної енергії і наведеної вище формули (5.1) легко розрахувати сумарну потужність модулів. А знаючи її, простим поділом її на потужність одного модуля, одержимо кількість модулів.

Використовуючи фотомодулі різної потужності - 50 Вт, 70 Вт, 80 Вт, 100 Вт, 150 Вт і т.д., можна побудувати генератор з необхідною нам встановленою потужністю. Якщо потреба в енергії становить, наприклад, 84 Вт, найкраще їй відповідає система з двох модулів по 50 Вт. Якщо ж загальна потужність модулів сильно відрізняється від розрахункової величини, доведеться користуватися або недостатньо потужним, або занадто потужним генератором. У першому випадку сонячна батарея не зможе задовольнити загальну потребу в енергії. В такому разі

треба вирішувати, чи влаштує споживача часткове забезпечення його потреб. У другому випадку у споживача буде надлишок електроенергії.

Визначення ємності акумуляторної батареї залежить від потреби в енергії і від кількості фотоелектричних модулів - від зарядного струму. Так як в переважній більшості випадків використовуються свинцеві батареї, виготовлені за різними технологіями - AGM, gel, то для них оптимальним є 10% зарядний струм. У прикладі з ФМ 90 Вт мінімальна ємність батареї складе 60 ампер-година (А·год), а оптимальна - 100 А·год. Така батарея зможе зберігати 1200 Вт·год при 12 В. Цього достатньо для електропостачання, коли денне споживання енергії становить 280 Вт · год.

$$P_1 = \frac{W}{T \cdot t}, \quad (5.2.)$$

де  $P_1$  – потужність комплексу фотоелектричних модулів, кВт

$W$  – витрати електроенергії, кВт·год

$T$  – період роботи модуля, діб

$t$  – робочий час, при якому сонячні батареї працюють майже на всю потужність (09:00-16:00)

$$P_1 = \frac{W}{T \cdot t} = \frac{1675}{30 \cdot 7} = 7,98 \text{ кВт} \quad (5.3)$$

Тобто комплект фотоелектричних модулів за 1 годину повинен виробляти близько 8 кВт.

Вибираємо полікристалічний фотомодуль 330W JA SOLAR JAP6 (K) (рис.5.2).



Рис. 5.2. Полікристалічний фотомодуль 330W JA SOLAR JAP6 (К)

Таблиця 5.3

Характеристики полікристалічного фотомодуля 330W JA SOLAR JAP6 (К)

<b>Характеристики</b>	
Виробник панелі	JA SOLAR
Країна виробник панелі	Китай
Тип батареї (панелі)	полікристал
Потужність	330 Вт
Вага панелі	23 кг
Параметры размеров	1960*991*40 мм
Гарантия на панель	10 лет

Потужність комплекту з 25 полікристалічних фотомодулів 330W JA SOLAR JAP6 (K):

$$P_k = 25 \cdot 330 = 8250 \text{ Вт} = 8,25 \text{ кВт} \quad (5.4)$$

Сумарна потужність комплекту становить 8,25 кВт. За один місяць такий комплект приблизно виробить наступну кількість електроенергії:

$$W = P_k \cdot t \cdot T = 8.25 \cdot 7 \cdot 30 = 1732.5 \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (5.5)$$

Порівняємо чи покриває вироблена електроенергія споживану нами електроенергію за місяць:

$$\Delta W = 1732.5 - 1675.2 = 57.3 \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (5.6)$$

Бачимо, що вибраний комплект фотоелектричних модулів повністю покриває споживану нами електроенергію.

### **5.1. Вибір постійної напруги системи.**

У минулому майже у всіх фотоелектричних системах використовувалася постійна напруга 12 В. Широко застосовувалися прилади на 12 В, що живилися прямо від батареї. Тепер, з появою ефективних і надійних інверторів, все частіше в акумуляторах використовується напруга 24 і 48 В. В даний час напруга електричної системи визначається денним надходженням енергії протягом дня. Системи, що виробляють і споживають менше 1000-1500 Вт·год в день, краще всього поєднуються з напругою в 12 В. Системи, що виробляють 1000-3000 Вт·год в день, зазвичай використовують напругу 24 В. Системи, що виробляють понад 3000 Вт·год в день, використовують 48 В.

Напруга в системі – це дуже важливий фактор, який впливає на параметри інвертора, засобів управління, зарядного пристрою та електропроводки. Одного разу купивши всі ці компоненти, їх важко замінити. Деякі компоненти системи, наприклад, фотомодулі, можна переключити з 12 В на більш високу напругу, інші - інвертор, проводка і засоби контролю - призначені для певної напруги і можуть працювати тільки в його рамках.

Так як наша системи виробляє приблизно 58 кВт·год в день, то будемо використовувати 48 В.

## **5.2. Компоненти: акумуляторна батарея**

В акумуляторі накопичується енергія, вироблена сонячним модулем. Як компонент домашньої сонячної енергетичної установки, акумулятор виконує три завдання:

- покриває пікове навантаження, яку не можуть покрити самі фотоелектричні модулі (резервний запас);
- дає енергію в нічний час (короткочасне зберігання);
- компенсує періоди поганої погоди або занадто високого енергоспоживання (середньострокове зберігання).



Рис.5.2.1 Сонячні акумулятори

Найбільш доступні за ціною і наявні в усьому світі, автомобільні акумулятори. Однак вони призначені для передачі великого струму протягом короткого проміжку часу. Вони погано витримують тривалі цикли зарядки-розрядки, типові для



сонячних систем, а так само мають досить високий саморозряд. Промисловість випускає різноманітні акумуляторні батареї для систем резервного живлення, в тому числі так звані сонячні акумулятори, які відповідають даним вимогам (рис.5.2.1). Їх головна особливість – низька чутливість до роботи в циклічному режимі і низький саморозряд.

Для великої фотоелектричної системи ємності одного акумулятора може виявитися недостатньо. Тоді можна паралельно підключити декілька акумуляторів, з'єднавши всі позитивні і всі негативні полюси між собою. При зарядці акумулятор виділяє потенційно вибухонебезпечні гази. Тому потрібно остерігатися відкритого вогню. Однак виділення газів незначне, особливо якщо використовується регулятор заряду; так що ризик не перевищує звичайного, пов'язаного з використанням акумулятора в автомобілі. І все ж акумулятори потребують хорошої вентиляції. Тому не варто накривати їх і ховати в ящики.

Ємність акумулятора вказується в ампер-годинах. Наприклад, акумулятор на  $100 \text{ A} \cdot \text{год}$  і  $12 \text{ В}$  може зберігати  $1200 \text{ Вт} \cdot \text{год}$  ( $12 \text{ В} \times 100 \text{ A} \cdot \text{год}$ ). Однак кількість різниться залежно від тривалості процесу зарядки або розрядки. Період підзарядки вказують як індекс ємності  $C$ , наприклад, "C10" для 10 годин. Відзначимо, що виробники можуть виготовляти акумулятори для різних базових періодів розряду.

При зберіганні енергії в акумуляторі певна її кількість в процесі перетворення і зберігання втрачається. Ефективність автомобільних батарей становить близько 75%, тоді як спеціалізовані акумулятори мають трохи кращі показники – 80-85%. Так само з часом втрачається частина ємності акумулятора при кожному циклі заряд-розряд, поки не знижується настільки, що його доводиться замінювати. Спеціалізовані акумулятори для систем резервного живлення служать значно довше, ніж потужні автомобільні, термін служби яких становить всього 2-3 роки проти 8-10.

### **5.2.1. Розшифровка назв GEL і AGM акумуляторів**

GEL розшифровується як Gelled Electrolite. В якості електроліту використовується кислота, пов'язана стабілізатором, названа силікагелем. Силікагель в желеподібному вигляді знаходиться між металевими пластинами. Завдяки тому, що силікагель фактично займає весь порожній простір між металевими пластинами, осушення та осипання пластин стає неможливим.

AGM розшифровується як Absorption Glass Matt. У перекладі з англійської - "абсорбуючі скляні мати". За фактом, це спеціальна склотканина, просякнута електролітом і розташована між свинцевими пластинами. Завдяки тому, що електроліт знаходиться в порах склотканини, AGM АКБ можуть використовуватися в будь-якому положенні і безпечні в експлуатації.

### **5.2.2. Технологія виробництва GEL і AGM акумуляторів**

Акумулятори, виготовлені за технологією AGM, і акумулятори, виготовлені за технологією GEL, мають цілий ряд переваг перед звичайними свинцево-кислотними АКБ. Головна відмінність GEL і AGM акумуляторів від традиційних полягає в тому, що в вони не містять електроліт в рідкому вигляді.

У GEL акумуляторних батареях активна кислота зв'язується спеціальною речовиною – силікагелем. У таких АКБ електроліт доводиться до стану густої маси, тобто гелю. Часто в складі гелевого електроліту присутні кремнієва кислота, сірчана кислота і спеціальні добавки – стабілізатори.

У AGM акумуляторів рідка кислота просочує спеціальні пористі скловатні мати. Таким чином, сам електроліт знаходиться в порах матів. Тобто у вільному рідкому вигляді не присутній. Мати з кислотою розташовуються між металевими пластинами.

Конструкція GEL і AGM забезпечує головні споживчі переваги AGM і GEL акумуляторів:

- не вимагають обслуговування і доливання електроліту;
- відносно безпечні навіть при пошкодженні корпусу;

- не виділяють випарів, можна ставити навіть в житлове приміщення;
- низький саморозряд - всього 2% в місяць (при температурі 20С).

### **5.2.3. Порівняння характеристик GEL і AGM акумуляторів**

Акумуляторні батареї AGM є більш надійними в експлуатації. При нагріванні електроліту в таких батареях практично відсутня ймовірність сильного розбухання і вибуху. Чого не можна сказати про GEL АКБ, при кипінні в таких батареях можуть утворюватися великі бульбашки, які становитимуть реальну загрозу.

GEL АКБ були спроектовані на замовлення військових відомств і перш за все повинні були використовуватися а авіаційній техніці. Такі акумулятори можуть продовжувати функціонувати навіть при попаданні в них кулі. Так як електроліт знаходиться в стані гелю, то він не виливається, і батарея продовжує давати енергію. GEL АКБ мають високу ефективність.

При проектуванні акумуляторів за технологією AGM конструктори знову почали використовувати рідку кислоту. Тепер кислота знаходиться в спеціальних тонких пластинах чи матах, що складаються з пористої речовини. При цьому самі пори не заповнюються повністю, залишаючи місце для руху газів. При роботі AGM акумуляторів газу виділяються, але при цьому залишаються в вільних порах пластин. Така технологія дозволяє використання AGM акумуляторів в різних місцях без необхідності вертикального розміщення.

AGM і GEL АКБ дуже стійкі до глибоких розрядів, ця технологія істотно збільшує термін служби АКБ. При цьому, навіть при глибокому розряді батарея продовжує видавати електроенергію.

AGM і GEL акумулятори можуть витримувати велике число повних циклів заряду і розряду. Середній показник кількості допустимих циклів дорівнює приблизно 600 циклів. Деякі батареї, побудовані за технологією GEL, можуть витримувати до 1000 циклів заряду і розряду. Це істотно збільшує термін роботи АКБ в реальних умовах.

AGM і GEL АКБ мають низький саморозряд, це дає можливість зберігання зарядженої акумуляторної батареї тривалий час, до одного року. При цьому, заряд істотно не знижується.

Термін служби хорошого акумулятора, виконаного по AGM і GEL технології, доходить до п'яти - десяти років в залежності від умов експлуатації.

Важливим показником є вартість акумуляторних батарей.

При виробництві GEL АКБ застосовуються дорогі електроди з особливо чистого свинцю, в електроліт входить сірчана кислота високого ступеня очищення. З цієї причини вартість GEL акумуляторів вище, ніж AGM акумуляторних батарей.

Переваги GEL акумуляторних батарей:

- витримують велике число циклів заряду-розряду;
- повністю відновлюють ємність після глибокого розряду;
- менш чутливі до «поганого» заряду від нестабільної мережі;
- витримують розряд з недозарядженого стану без втрати ємності;
- можуть працювати в циклічному режимі;
- краще переносять роботу і в холоді, і при високій температурі;
- практично виключені теплові пробої між пластинами.

Переваги AGM акумуляторних батарей:

- при рівній ємності дешевше гелевих приблизно на 10-15%;
- витримують велике число циклів заряду-розряду;
- краще працюють на розряд великими струмами;
- вище максимальна швидкість заряду (6-8 годин AGM проти 8-10 годин

GEL);

- більш практичні в експлуатації;
- безпечніші в умовах перегріву електроліту;
- більш прості у виробництві, не вимагають використання особливо

чистих матеріалів.

Залежно від конкретної моделі і конструкції акумуляторних батарей характеристики і властивості можуть змінюватися.

### 5.3. Визначення ємності акумуляторної батареї

Уявімо собі систему, яка споживає потужність 2400 Вт·год в день. Розділивши цю цифру на напругу 12 вольт, отримаємо денне споживання 200 А·год. Якщо використовується свинцева батарея, до цієї цифри треба додати 20%, а краще 30-50%, щоб акумулятор ніколи не розряджався повністю. Значить, ємність нашого ідеального свинцевого акумулятора становить мінімально 300 А·год. Якщо ж використовується кадмієво-нікелева або залізо-нікелева батарея, додаткові 20-50% ємності не потрібні, тому що лужним акумуляторам не шкодить регулярна повна розрядка. Також при виборі АКБ не розглядався вплив температури зовнішнього середовища (особливо негативних температур) на ємність акумуляторів, що трохи б ускладнило розрахунки, але як показує практика зазвичай АКБ розміщують в опалюваному приміщенні і відповідно поправка на температуру не суттєва.

Наша система споживає близько 55 кВт·год, напруга в системі 48 В, тобто денне споживання:

$$C_D = \frac{W_D}{U} = \frac{55000}{48} = 1145.83 \text{ А} \cdot \text{год} \quad (5.3.1)$$

Обираємо гелевий акумулятор EverExceed Gellyte GL-12200, ємністю 229 А·год.

Для резервування 6 годин, таких акумуляторів знадобиться:

$$N_A = \frac{C_D}{C_A} = \frac{1145,83}{5 \cdot 229} = 1 \text{ шт} \quad (5.3.2)$$

Тобто для того, щоб акумулятори забезпечували енергією котедж протягом 6 годин при напрузі 48 Вольт, потрібно 4 таких акумуляторів.

Виключно витривалі і надійні гелеві акумуляторні батареї EverExceed (герметизовані, що не обслуговуються, рекомбінаційного типу з гелевим

електролітом) серії Gellyte Range – ідеальне автономне джерело електроенергії для застосування в телекомунікаціях, електротранспорті, системах сонячної і вітрогенерації, а також в інших додатках, що вимагають глибокого циклічного розряду і мінімального обслуговування. У них поєднуються вимоги ринку з оптимальним дизайном, ретельним вибором компонентів і матеріалів та сучасними технологіями виробництва, які включають в себе, зокрема, автоматизовану систему герметизації, комп'ютерний контроль заповнення акумуляторів електролітом, температурно-контрольовані процеси формування пластин.

Переваги акумулятору EverExceed Gellyte GL-12200:

- підвищений циклічний ресурс: до 900 циклів глибокого розряду;
- робота в широкому температурному діапазоні;
- вкрай низький саморозряд (менше 2% в місяць): термін зберігання акумуляторів - до 2 років;
- відмінні показники накопичуваної енергії разом з тривалим терміном служби;
- потовщені позитивні пластини для максимального терміну служби в буферному режимі - 12 років;
- повністю не обслуговуються, герметичні;
- вдосконалений свинцево-кальцієво-олов'яний сплав зменшує корозію решітки пластин і забезпечує більший термін служби акумуляторів;
- можливість роботи як в вертикальному, так і в горизонтальному положеннях.

Таблиця 5.3.1

Характеристики акумулятору EverExceed Gellyte GL-12200

Тип	GEL
Ємність	229 А * год
Струм КЗ	6195 А
Робоча напруга	12 V

Тип	GEL
Тип виводів	F-M8
Термін служби	12 років
Габарити	520 x 238 x 220 мм
Вага	61,3 кг
Виробництво	Китай

#### Особливості:

– процес заповнення батарей гелевим електролітом проводиться за допомогою виготовлених за спеціальним замовленням вакуумних машин. Це забезпечує 100% контакт гелю з активним матеріалом пластин, дозволяючи домогтися найкращих показників віддачі і терміну служби виробу;

– понад 99% газів, що виробляються в процесі нормальної роботи, рекомбінують всередині акумулятора, що виключає газовиділення і необхідність в обслуговуванні;

– застосовуються активні матеріали високої чистоти - 99.9999%. Склад пластин: свинець-кальцій-олово-алюміній;

– матеріали і комплектуючі для батарей виробляються з використанням новітніх світових технологій і поставляються провідними виробниками в цій області;

– сучасні матеріали сепараторів (мікропористий дюропластик) підвищують стійкість до високих температур і механічну міцність батарей, що дозволяє використовувати їх навіть в найважчих умовах;

– висока якість і чистота застосовуваних матеріалів, а також різного роду виробничі "ноу-хау", що застосовуються на підприємствах EverExceed, дозволяють досягти незрівнянно високих показників віддачі (розрядні і зарядні характеристики) і терміну служби гелевих акумуляторів.

## 5.4. Компоненти: інвертор

Інвертор перетворює постійний струм низької напруги в стандартний змінний (220 В, 50 Гц). Інвертори бувають від 250 Вт до понад 20 000 Вт. Інвертори потужністю 3000 Вт і вище часто здатні працювати до декількох штук в паралельному підключенні, збільшуючи загальну вихідну потужність до відповідної кількості раз. Так само їх можна об'єднувати для побудови 3-фазної мережі. Електрика, що виробляється сучасними синусоїдальними інверторами, відрізняється кращою якістю, ніж те, яке надходить до вас додому з місцевої енергосистеми. Існують також "модифіковані" синусоїдальні інвертори - вони не такі дорогі, але при цьому придатні для більшості домашніх завдань. Вони можуть створювати невеликі перешкоди, "шум" в електронному обладнанні і телефонах. Інвертор також може служити "буфером" між будинком і комунальної енергосистемою, дозволяючи продавати надлишок електроенергії в загальну електромережу (рис.5.4.1).



Рис.5.4.1 Інвертор

### 5.4.1. Що таке інвертор і для чого він потрібен?

Інвертор - пристрій для перетворення постійного струму (наприклад 12 В) в змінний струм (наприклад 220 В) зі зміною величини напруги або без. Зазвичай являє собою генератор періодичного напруги, за формою наближеного до синусоїди. Причому отримати на виході можна, теоретично, будь-який струм, з будь-якими необхідними параметрами. Струм, отриманий на виході, не залежить від



вхідного - інвертори дозволяють отримувати не статичні параметри струму на виході, а регулювати його від нуля до максимуму, будь-якої частоти і будь-якої напруги. Джерелами постійного струму 12 вольт, як правило, є акумуляторні батареї (АКБ).

Існують дві групи інверторів, які розрізняються за вартістю:

- перша група більш дорогих інверторів забезпечує синусоїдальну вихідну напругу;
- друга група забезпечує вихідну напругу спрощеної форми, що замінює синусоїду. Найчастіше використовується сигнал у вигляді трапецеїдального синуса.

#### **5.4.2. Принцип роботи інвертора**

Принцип роботи інвертора, якщо спростити сам процес, такий: це трансформатор, до первинної обмотки якого підключені 2 тиристора. Вони відкриваються по черзі. В результаті працює або ліва, або права обмотки. Вони спрямовані згідно і зустрічно. А, значить, у вторинній обмотці виникає поперемінно струм як позитивний, так і негативний. Струми в обмотці наростають і зменшуються, у вторинній обмотці також, але ще і змінюючи напрямок струму, в залежності від того, яка первинна обмотка зараз активна. Правда, на виході ми отримуємо модифіковану синусоїду, ступінчасту, а не плавну, але це не суттєво для роботи приладів. Головною проблемою в інверторах є не сама схема перетворення, а забезпечення злагодженої роботи всіх елементів перетворення. Процесів, по суті, три: прямий струм зменшується до нуля, потім відбувається затримка додатку прямої напруги, до відновлення замикаючої здатності, наростання струму в другому тиристорі. Ці процеси можуть бути як одночасними, так і послідовними. Але не допустити збоїв у послідовності процесів – це найскладніше завдання.

Для переважної більшості побутових приладів допустимо використовувати змінну напругу з спрощеною формою сигналу. Синусоїда важлива тільки для деяких телекомунікаційних, вимірювальних, лабораторних приладів, медичної апаратури, а також професійної (HI-FI, HI-END, ді-джей) аудіо-апаратури.

Вибір інвертора проводиться виходячи з пікової потужності енергоспоживання стандартної напруги 220В / 50Гц.

Існують три режими роботи інвертора:

– Режим тривалої роботи. Даний режим відповідає номінальній потужності інвертора.

– Режим перевантаження. В даному режимі більшість моделей інверторів протягом декількох десятків хвилин (до 30) можуть віддавати потужність в 1,2-1,5 рази більше номінальної.

– Режим пусковий. В даному режимі інвертор здатний віддавати підвищену миттєву потужність протягом декількох мілісекунд, для забезпечення запуску електродвигунів і ємкісних навантажень.

Протягом декількох секунд більшість моделей інверторів можуть віддавати потужність, яка в 1,5-2 рази перевищує номінальну. Сильне короткочасне перевантаження виникає, наприклад, при включенні холодильника.

### **5.4.3. Різновиди інверторів**

Існує три різновиди інверторів: автономний, мережевий та гібридний.

У чому різниця між автономним, мережевим і гібридним інвертором?

Автономні інвертори являють собою пристрій, до якого можуть підключатися сонячні панелі (або інші альтернативні джерела енергії) і/або бензо/дизельгенератори, а також акумуляторні батареї.

Працює такий інвертор наступним чином:

– протягом світлового дня сонячні панелі заряджають АКБ і живлять споживачів в будинку (квартирі, офісі);

– увечері електричне обладнання харчується від АКБ, а відсутня енергія добирається або з бензо/дизельгенератора або з міської електричної мережі;

– якщо АКБ розрядився, то споживання переноситься повністю на міську електромережу або бензо/дизельгенератор. Крім того в цей час від цих джерел

енергії може здійснюватися заряд акумуляторних батарей (пріоритети заряду і інші характеристики інвертора програмується виходячи з вимог користувача).

Мережеві інвертори – це перетворювачі, до яких можуть підключатися сонячні панелі (або інші альтернативні джерела енергії), а сам інвертор підключається в міську мережу і за допомогою двонаправленого лічильника ведеться облік згенерованої і спожитої електроенергії, а за підсумками місяця проводиться розрахунок: або споживач платить підприємству, що продає електроенергію, за чинним тарифом споживання (якщо спожитої енергії виявилось більше, ніж згенерованої), або обленерго оплачує споживачеві різницю (якщо згенерованої більше, ніж спожитої) по «зеленому» тарифу.

Працює такий інвертор наступним чином

- протягом світлового дня сонячні панелі живлять споживачів в будинку (квартирі, офісі), а надлишки виробленої альтернативними джерелами енергії продаються в мережу за «зеленим» тарифом;

- увечері електричне обладнання (будинки/квартири/офісу та ін.) живиться від міської електричної мережі.

Гібридні інвертори – це обладнання, що сполучає в собі плюси автономних і мережевих інверторів. До них можуть підключатися сонячні панелі (або інші альтернативні джерела енергії), акумуляторні батареї для резервного живлення, а також дані інвертори відправляють надлишки енергії в міську електричну мережу.

Працює такий інвертор наступним чином:

- протягом світлового дня сонячні панелі заряджають АКБ і живлять споживачів в будинку (квартирі, офісі), а надлишки виробленої альтернативними джерелами енергії продаються в мережу за «зеленим» тарифом;

- увечері електричне обладнання (будинку/квартири/офісу та ін.) живиться від міської електричної мережі або, щоб не жити з міської мережі, - від АКБ.

- якщо АКБ розрядився, то споживання переноситься повністю на міську електромережу або бензо/дизельгенератори. Крім того, в цей час від цих джерел

енергії може здійснюватися заряд акумуляторних батарей (пріоритети заряду і інші характеристики інвертора програмується виходячи з вимог користувача).

Табл.5.4.3.1

Порівняльна таблиця

Найменування	Автономний інвертор	Мережевий інвертор	Гібридний інвертор
Підключення АКБ	+	-	+
Підключення допоміжного бензо/дизельгенератора	+	-	+
Можливість нарощування потужності	+	+	+
Живлення пристроїв в разі відключення основної мережі	+	-	+
Частота періодичної заміни АКБ	+	-	--+
Можливість роботи без АКБ	-	+	+
Окупність	-	++	+
Ефективність	●	●●	●●●
Вартість	●●	●	●●●

Підсумки: найбільш ефективний в роботі і комфортний, на мій погляд, є гібридний інвертор, але це твердження вірне лише в тому випадку, якщо часто відключається міська мережа. При цьому це рішення найбільш дороге. Однак таким, що найбільш швидко окупається, буде обладнання з мережевим інвертором, оскільки він має найбільш низьку ціну і мінімальний набір комплектуючих. Ну а в разі повної відсутності основної електричної мережі - оптимальним вибором буде автономний інвертор.

Обираємо гібридний 3-х фазний мережевий інвертор OPTI-Solar SP10K Premium 10kW 48VDC / 400VAC.

Гібридний інвертор OPTI-Solar SP10K Premium є багатофункціональним пристроєм, який може працювати в якості мережевого (GRID-TIE) і автономного резервного (OFF-GRID) інвертора.

Інвертор OPTI-Solar SP10K Premium – це універсальне джерело живлення для дому та офісу. Він використовує сонячну енергію в денний час для живлення навантаження в будинку, зберігаючи заряд АКБ для нічного часу, а надлишок сонячної енергії качає назад в мережу. У похмурі дні, коли сонячної енергії виробляється недостатньо для живлення навантаження в будинку, інвертор додає потрібний обсяг з мережі, тим самим зводить споживання мережі до мінімуму. У темний час доби, коли енергія сонця не виробляється, інвертор живить навантаження від АКБ, і не використовує енергію з мережі, поки достатньо енергії АКБ.

Табл.5.4.3.2

Технічні характеристики гібридного мережевого інвертора  
Opti-Solar SP10K Premium

<u>Вхід сонячних панелей</u>	
Номінальна / максимальна напруга	720 В / 900 В
Напруга включення / початку роботи	320 В / 350 В
Діапазон напруги MPP	400 В ~ 800 В
Максимальний вхідний струм	2 x 18 А
<u>Вихід мережі</u>	
Номінальна вихідна напруга	208/220/230/240 В * 3ф
Діапазон вихідної напруги	184 - 264,5 В
Номінальний вихідний струм	13 А
<u>Вхід мережі</u>	
Напруга запуску / автоматичного перезапуску	120 - 140 В / 180 В
Прийнятний діапазон вхідної напруги	170 - 280 В
Максимальний вхідний струм	25 А
<u>Режим роботи від АКБ</u>	
Номінальна вихідна напруга	208/220/230/240 В
Ефективність (DC-AC)	93%
<u>АКБ і ЗУ</u>	
Номінальна напруга	48 В
Максимальний струм заряду	200А

## 5.5. Компоненти: контролер заряду

Акумулятор працює весь свій заявлений термін тільки в тому випадку, якщо він використовується разом з якісним контролером заряду, який захищає батарею від надмірної зарядки і глибокої розрядки. Якщо батарея повністю заряджена, регулятор знижує рівень струму, що виробляється сонячним модулем до величини, що компенсує саморозряд. І навпаки, регулятор перериває постачання енергії на споживані прилади, коли акумулятор розряджається до критичного рівня. Таким чином, раптове припинення енергопостачання може бути викликано не поломкою в системі, а результатом дії цього захисного механізму.



Рис.5.5.1 Контролер заряду

Контролери заряду – електронні пристрої, які обладнані запобіжниками для запобігання пошкодження регулятора та інших компонентів системи (рис.5.5.1). Серед них - запобіжники проти короткого замикання і зміни полярності (коли переплутані полюса «+» і «-»), блокувальний діод, який перешкоджає розрядці батареї в нічний час. Так само вони обладнані різноманітними індикаторами - світлодіодами, більш просунуті моделі - LCD-дисплеями, які відзначають стан роботи, режими і поломки системи. У деяких моделях відзначається рівень зарядки батареї, хоча його дуже важко визначити з точністю.

Вибираючи контролер заряду акумулятора необхідно керуватися наступними правилами.

**Вхідна напруга.** Виробниками регламентується напруга підключених сонячних батарей. Тому максимально допустима вхідна напруга, вказана в технічних даних контролера, повинна відповідати напрузі холостого ходу сонячної батареї (СБ) або сумі напруг холостого ходу групи сонячних модулів, з'єднаних послідовно, плюс запас не менше 20%. Запас зумовлений низкою причин:

- зазначена виробником вхідна напруга може бути завищена;
- при аномально високій сонячній активності напруга холостого ходу сонячної батареї може бути вище зазначеного виробником.

**Сумарна потужність** сонячних батарей повинна бути не більше добутку вихідного струму контролера на напругу системи. При цьому напругу системи потрібно брати для виряджених акумуляторів. Також необхідно взяти запас не менше 20% на випадок аномально високої сонячної активності.

У сучасних системах контролер заряду стоїть між сонячною батареєю і акумуляторами. Його головне завдання – це унормувати напругу, що виробляється панелями фотоелементів, до напруги, необхідного для заряду акумуляторів з урахуванням їх поточного стану, в тому числі відключаючи їх від фотоелементів при повній зарядці, щоб уникнути перезаряд (перезаряд запобігає по напрузі, але не по струму). Найпростіші варіанти просто підключають і відключають батареї, а самі просунуті здатні навіть «підтягти» занадто низьку напругу, що виробляється панелями фотоелементів при слабкому освітленні, до необхідного рівня за рахунок зменшення струму.

### **5.5.1. Типи контролерів заряду**

При правильному виборі панелей великої необхідності в підвищенні напруги немає. Набагато важливіше можливість знизити відносно високу «оптимальну» напругу фотоелектричної батареї, що відповідає максимальній потужності, що виробляється, до нижчого рівня, необхідного для зарядки акумуляторів, перетворивши надлишок напруги в додатковий струм і забезпечивши повне використання номінальної потужності батареї. Як вже говорилося вище, при прямій

комутації виходу панелі фотоелементів на акумулятори через неоптимальне навантаження напруга може «просідати» нижче оптимуму на 15 .. 40%, через що втрати потужності можуть досягати 25%.

Технологію, що запобігає такі втрати, деякі виробники контролерів називають MPPT (Maximum Power Point Tracking - відстеження точки максимальної потужності). Вона полягає в постійному вимірюванні вироблюваної панелями струму і напруги і забезпечення їх оптимального співвідношення, яке залежить, зокрема, і від часу доби, і від поточної ситуації на небі (виглянуло сонце або набігло хмара). Це дозволяє досягти оптимального використання потужності батарей практично у всіх режимах роботи і зменшити втрати до 3%. Однак вартість таких контролерів перевищує вартість найпростіших моделей в кілька разів. Тому в малопотужних системах може виявитися вигідніше придбати зайву панель на 100-200 Вт і обмежитися простим контролером заряду, але не переплачувати за MPPT.

В якості додаткової опції деякі контролери можуть відключати низьковольтне навантаження при занадто великому розряді акумуляторів. Однак ця функція також не надто актуальна, оскільки багато сучасних інверторів роблять те ж саме, але для всієї підключеної до них потужності, а потужність контролерів заряду вельми обмежена.

### **5.5.2. Вибір потужності контролера**

Найбільш поширені контролери, розраховані на струм в 10-20 А, іноді на 30 А. Більш потужні контролери зустрічаються рідше і коштують значно дорожче. Проте, цілком можливо об'єднати декілька не дуже потужних контролерів паралельно, підключивши кожен з них до своєї групи фотоелектричних панелей. Така схема має деякі незручності, але в більшості випадків цілком прийнятна. Втім, консультація у продавця (а краще – у виробника) не завадить, оскільки конкретні моделі контролерів можуть мати особливості, що не дозволяють подібне підключення (це особливо актуально для контролерів з MPPT та інтелектуальних контролерів, які змінюють режим заряду в міру зарядки акумулятора).



При підключенні панелей до контролера треба стежити, щоб їх сумарний максимальний струм не перевищував 75-85% від номінального струму контролера. Наприклад, для 20-амперного контролера сумарний струм повинен становити не більше 15 ... 17 А. Цей запас необхідний для того, щоб контролер міг витримати надмірне вироблення. Наприклад, в ясний зимовий день, коли білий сніг відмінно відображає світло, сприяє перезасвітці фотоелементів в порівнянні з розрахунковою, а помірний мороз трохи підвищує їх ККД. Таким чином, до одного 20-амперного контролера можна підключити панелі на 24 В сумарною потужністю 600 Вт, а на 12 В - всього 300 Вт.

Так як вибрано інвертор уже з вбудованим контролером заряду, то необхідність вибирати ще один контролер заряду зникає.

### **5.6. Фотоелектричні системи з резервними генераторами**

При спільній роботі фотоелектричні системи та інші генератори електроенергії можуть задовольняти більш різноманітний попит на електрику з великою зручністю і при менших витратах, ніж окремо. Коли електроенергія потрібна безперервно або виникають періоди, коли її потрібно більше, ніж може виробити одна тільки фотобатарея, її може ефективно доповнити генератор. У денні години фотоелектричні модулі задовольняють денну потребу в енергії і заряджають акумулятор. Коли акумулятор розряджається, дизель-генератор (або бензиновий, або газовий) включається і працює до тих пір, поки батареї не підзарядяться. У деяких системах генератор поповнює нестачу енергії, коли споживання електрики перевищує загальну потужність фотомодулів і акумуляторів. Системи, в яких використовуються різнотипні електрогенератори, об'єднують в собі переваги кожного з них. Двигун-генератор виробляє електрику в будь-який час доби. Таким чином, він є резервним джерелом живлення для дублювання фотоелектричних модулів, що залежать від погоди. З іншого боку, фотоелектричний модуль працює безшумно, не вимагає догляду і не викидає в атмосферу забруднюючі речовини. Комбіноване використання фотоелементів і генераторів здатне знизити початкову

вартість системи. Якщо резервної установки немає, фотоелектричні модулі і акумулятори повинні бути досить великими, щоб забезпечувати харчування вночі.

Однак, використання двигуна-генератора в якості резерву означає, що для забезпечення потреби в електриці потрібна менша кількість фотоелектричних модулів і батарей. Присутність генератора робить проект системи більш складним, але керувати нею все одно досить легко. Насправді сучасне електронне управління інверторів дозволяє цим системам працювати в автоматичному режимі. Інвертори можна запрограмувати на автоматичне перемикання або на генератор, або на підзарядку батарей, або комбінацію цих функцій. Крім двигуна-генератора, можна використовувати електрику від вітроустановки, малої ГЕС або від іншого джерела, формуючи таким чином гібридну електростанцію необхідного розміру.

### **5.7. Компоненти: кабелі**

Кращий спосіб уникнути непотрібних втрат – використання відповідних електричних кабелів і правильне їх підключення до приладів. Кабель повинен бути максимально коротким. Дроти, що з'єднують різні прилади, повинні мати площу поперечного перерізу не менше 4-6 мм<sup>2</sup>. Щоб падіння напруги не перевищувало 3%, кабель між сонячним модулем і акумулятором повинен мати поперечний переріз 0,35 мм<sup>2</sup> (12-вольтна система) або 0,17 мм<sup>2</sup> (24 В) на 1 метр на один модуль. Тобто, кабель довжиною 10 м для двох модулів повинен бути не тонше:  $10 \times 2 \times 0,35 \text{ мм}^2 = 7 \text{ мм}^2$ . Оскільки кабель більше 10 мм<sup>2</sup> в перерізі важко використовувати, іноді доводиться змиритися з більш високими втратами. Якщо частина кабелю пролягає під відкритим небом, він повинен бути стійким до поганих погодних умов. Дуже важлива також його стійкість до ультрафіолетового випромінювання.

Так як приміщення для сонячної електростанції знаходиться під дахом, відстань від сонячних панелей до інвертора складає близько 2 метрів. Напруга, яка проходить по цьому кабелі, дорівнює 48 В.

Розрахуємо струм: є комплект з 25 фотомодулів по 330 Вт кожен на 48 В, з'єднанні паралельно. Всього 8250 Вт. В характеристиках фотомодуля величина

робочого струму 2,84 А. При паралельному з'єднанні множимо цей струм на кількість фотомодулів:

$$I = n \cdot I_{роб} = 25 \cdot 2,84 = 71 \text{ А} \quad (5.7.1)$$

Вибираємо переріз кабелю за табл. 5.7.1. Найближче значення струму становить 100 А (вибираємо більше значення).

При струмі 100 А і довжині кабелю 2 метри вибираємо переріз кабелю, який становить 6 мм<sup>2</sup>.

Таблиця 5.7.1

Максимальна довжина кабелю в метрах від джерела енергії до споживача при падінні напруги менше 2% для 48В систем

Струм, А	Переріз кабелю (мм <sup>2</sup> )											
	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	75	100
1	28	43.64	70.6	114.28	171.44	282.4						
2	14.12	21.8	35.28	57.16	85.6	141.2	218					
4	7.04	10.92	17.64	28.56	42.8	70.4	109.2	176.4				
6	4.72	7.28	11.76	19.04	28.4	46.8	72.8	117.6	163.2	228.4		
8	3.52	5.44	8.8	14.28	21.6	35.2	54.4	88	122.4	171.6	261	
10	2.84	4	7.04	11.44	17.2	28.4	43.6	70.8	98	137.2	208.8	282.4
15	1.86	2.92	4.72	7.6	11.6	18.8	29.2	47.2	65.2	91.6	139.2	188.4
20	1.42	2	3.52	5.72	8.4	14	22	35.2	48.8	68.4	105	141.2
25	1.14	1.6	2.82	4.56	6.8	11.2	17.6	28.4	39.2	54.8	83.6	112.8
30	0.95	1.33	2.34	3.8	5.6	9.6	14.4	23.6	32.8	45.6	69.6	94
40		1.09	1.76	2.84	4.28	7.2	10.8	17.6	24.4	34	52	70.4
50			1.41	2.28	3.44	5.68	8.8	14	19.6	27.6	41.6	56.4
100				1.14	<b>1.72</b>	2.84	4.36	6.8	9.6	13.6	20.8	28.4
150					1.16	1.88	2.92	4.72	6.52	9.2	14	18.8
200						1.4	2.2	3.52	4.88	6.84	10.4	14

Обираємо мідний одножильний кабель в безгалогенній подвійній оболонці для фотогальванічних електричних установок TUV Solar Cable 6 мм (рис.5.7.1).



Рис. 5.7.1 Кабель TUV Solar Cable 6 мм

На відміну від звичайних побутових проводів, даний кабель має спеціальну двошарову ізоляцію, яка захищає від усіх типів впливу навколишнього середовища (дощ, сніг, ультрафіолетове випромінювання, температурні перепади). Застосування цього кабелю дозволить уникнути можливих проблем при експлуатації фотоелектричних станцій та систем. Ізоляція самозагасаюча і озоностійка. Кабель відповідає технічним стандартам TUV 2 Pfg 1169/08.2007; EN 60216-1-2; EN 50267-2-1.

Табл.5.7.2

Технічні характеристики кабелю TUV Solar Cable 6 мм

Країні виробник	Німеччина
Тип	Некоаксиальний, ізольований
Кількість жил	1
Переріз, мм <sup>2</sup>	6
Температура експлуатації, С	-40...+100
Максимальна напруга, В	1000
Ізоляція	Поліетилен
Колір	Чорний/червоний
Провідник	Мідь

Також для зменшення втрат будемо використовувати герметичні роз'єми для сонячних батарей МС-4. МС-4 – це стандарт герметичних роз'ємів сонячних батарей, який застосовується у всьому світі. Застосування таких коннекторів

полегшує монтаж сонячних панелей та забезпечує надійне герметичне всепогодне з'єднання (рис.5.7.2).



Рис. 5.7.2 Герметичний роз'єм для сонячної батареї

Для паралельного з'єднання сонячних батарей будемо використовувати МС-4 Y-коннектор. Такий перехідник дозволяє з'єднання сонячних батарей з однаковою напругою (рис.5.7.3).



Рис. 5.7.3 МС4 Y-коннектор для паралельного з'єднання двох сонячних батарей

## 5.8. Компоненти: пристрої стеження за сонцем



Рис.5.8.1 Пристрій стеження за Сонцем

Фотоелектричні модулі працюють найкраще тоді, коли фотоелементи розташовані перпендикулярно сонячним променям. Стеження за Сонцем може привести до збільшення щорічного виробництва енергії на 10% взимку і на 40% влітку в порівнянні з нерухомо закріпленим фотоелектричним модулем. "Стеження" реалізується за допомогою монтажу сонячного модуля на рухомій платформі, що обертається за Сонцем (рис.5.8.1). Перш за все, потрібно зіставити перевагу зайвої енергії, отриманої завдяки стеженню за Сонцем, з вартістю монтажу і техобслуговування системи стеження.

Пристрої стеження недешеві. У багатьох країнах не має економічного сенсу встановлювати стеження за Сонцем для менш ніж восьми сонячних панелей (наприклад, в США). При використанні восьми фотоелектричних модулів отримаємо більше енергії, якщо витратимо гроші на збільшення числа панелей, а не на установку стеження. Тільки при восьми і більше панелях пристрій стеження окупиться. У цього правила є й винятки: наприклад, коли фотоелектричні панелі безпосередньо живлять водяний насос, без акумулятора, - тоді стеження за Сонцем вигідно для двох і більше модулів. Це пов'язано з технічними характеристиками, наприклад, з максимальною напругою, необхідним для живлення двигуна насоса.

Так як встановлено сонячні панелі на даху, відмовляємося від пристрою стеження за сонцем, хоча це б підвищило кількість виробленої енергії.

## **5.9. Термін експлуатації компонентів і вартість**

Дуже важливим фактором економічного аналізу є термін експлуатації фотоелектричної системи. Терміни служби різних компонентів сонячного енергопостачання підраховані на основі досвіду, накопиченого за останні роки.

Термін служби фотоелектричних панелей без помітного зниження ККД оцінюється в 20-25 років.

Каркаси і кріплення з алюмінію і нержавіючої сталі (використовуються в більшості фотоелектричних систем) – термін служби не нижче фотоелектричних модулів.

Акумулятор. Залежно від характеру циклу заряд/розряд, або буферний режим роботи (розряд не більше, ніж на 30%), середній термін служби складає від 4 до 10-12 років.

Контролери заряду акумуляторів розраховані щонайменше на 10-15 років безремонтної експлуатації.

Інвертори зазвичай служать не менше 10-15 років. Багато виробників дають гарантійний термін експлуатації 5 років.

## РОЗДІЛ 6

### ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Життя на Землі існує за рахунок унікальних процесів, що відбуваються в біосфері – оболонці планети. Тому захист навколишнього середовища – пріоритетне завдання для кожного. Земля – тонкий організм, який давно хворий. Видобуток і використання викопних джерел енергії надають згубний вплив на природу. Врятувати ситуацію можуть альтернативні види електроенергетики. В тому числі, геліоенергетика.

Геліоенергетика - галузь енергетики, що вивчає і застосовує методи експлуатації енергії сонячного проміння для промислових і побутових потреб.

#### **6.1. Відновлювальні джерела енергії**

Додатком до добре відомих гідроелектростанцій (ГЕС) існує цілий ряд альтернативних та нетрадиційних джерел енергії, які належать до відновлюваних:

- вітрова енергія;
- сонячна енергія;
- геотермальна енергія;
- енергія припливів;
- енергія біомаси;
- вітрова енергія.

##### **6.1.1. Вітрова енергія**

Вітрова енергія виробляється з кінетичної енергії вітру, виникнення якої пов'язано з енергією Сонця. Люди почали використовувати вітер, як джерело енергії, сотні і тисячі років тому. Вітряки та парусні судна служать найкращим прикладом. Сучасні вітряні турбіни перетворюють вітрову енергію на електричну.



Електроенергія, вироблена таким способом, коштує не набагато більше енергії, виробленої на теплових електростанціях [15].

Вироблення вітрової електроенергії в усьому світі збільшилося на три тисячі відсотків, починаючи з 1980 року. Поширення вітрової енергетики відбувається переважно у Північній Америці та Західній Європі. Вітрові установки не забруднюють повітря токсичними викидами, але спричиняють шумове забруднення. Концентрація великої кількості агрегатів в одному місці є економічно вигідною, проте псує ландшафт. Чим сильніше вітер, тим продуктивнішою є робота вітряних установок. Але сильні шторми та урагани можуть їх знищити.

Вітрові генератори доцільно розміщувати в місцях, де постійно дують вітри: на узбережжях морів, великих озер і водосховищ, в степах, передгір'ях та у гірських районах, тобто в районах зі значним вітроенергетичним потенціалом. В Україні перспективними для вітрової енергетики районами вважаються Карпатські та Кримські гори.

### **6.1.2. Сонячна енергія**

Випромінювання Сонця є найпотужнішим джерелом енергії. Перешкодами на шляху використання цього джерела є необхідність великих ділянок для розміщення устаткування, а також сильні коливання потужності сонячного випромінювання залежно від географічної широти та погодних умов.

Існує два способи перетворення сонячної енергії в електричну.

Один з них — спорудження бойлерів. Сонячна енергія концентрується за допомогою системи дзеркал у бойлерній, де вода нагрівається і випаровується. Водяна пара, що утворилась, приводить у рух парову турбіну так само, як на теплових або атомних електростанціях. Для будівництва та експлуатації таких бойлерних станцій потрібні великі ділянки землі. Наприклад, одна станція потужністю 80 МВт налічує 852 бойлерів діаметром 100 м кожен (із системою дзеркал) [20].

Другий спосіб – безпосереднє перетворення сонячної енергії в електричну за допомогою сонячних батарей. Цей метод широко застосовується в космічних технологіях, побутових приладах. Країни Євросоюзу покладають велику надію на сонячну енергетику і активно впроваджують її в життя. Сонячні батареї не забруднюють довкілля, проте їх виробництво вимагає великих затрат енергії на вирощування монокристалів надчистого кремнію. Відходи, які утворюються після виведення сонячних батарей з експлуатації, важко руйнуються і засмічують довкілля.

Сонячні батареї можна ефективно застосовувати в домашньому господарстві. Особливо ефективне їхнє використання в посушливих районах, де багато сонячних днів, переважає безхмарна погода і є незаселені землі. Але поки ще електрична енергія, породжена сонячними променями, обходиться набагато дорожче, ніж одержувана традиційними способами [6].

### **6.1.3. Геотермальна енергія**

Тепло термальних вод можна також перетворювати на електроенергію за допомогою турбогенераторів. Використання геотермальної енергії зазвичай спричиняє теплове забруднення довкілля, але розсіяння енергії характерно для всіх джерел енергії. Великою проблемою, пов'язаною з використанням термальних вод є те, що вони часто мінералізовані, тобто містять велику кількість солей. Це робить їх агресивними, корозійно активними, що вимагає застосування корозійно стійких матеріалів і проведення профілактичних робіт. До того ж, якщо температура термальних вод недостатня для утворення перегрітої пари, необхідної для роботи турбін, доводиться використовувати проміжні теплоносії. Ці матеріали, наприклад розтоплений натрій, є дуже дорогими, корозійно-активними і самі по собі небезпечними для довкілля.

Джерела термальних вод є на Камчатці, Курильських островах, на Кавказі та інших місцях В Україні перспективними регіонами для вироблення геотермальної енергії є Закарпаття та Крим.

#### **6.1.4. Енергія припливів**

Морські та океанські припливи – могутнє природне явище, обумовлене силами тяжіння Місяця і Сонця. Ритмічний рух морських вод відбувається двічі на добу. Рівень води підвищується і знижується, причому амплітуда припливів та відливів складає 1-1,5 м. У вузьких затоках, (наприклад фьордах), ці коливання можуть сягати 10-12 метрів. В таких місцях може виявитися економічно виправданим перегороджування затоки греблею і встановлення водяної турбіни, тобто будівництво припливно-відливної електростанції.

Перевагою таких установок є невичерпність та дешевизна енергії. Недоліки: невелика потужність, а також втрата біологічних ресурсів через ізолювання затоки від акваторії моря. Інколи втрати обсягів вилову риби можуть набагато перевищувати вартість вироблюваної електроенергії.

Хід припливу і відливу дуже складний. На нього впливають особливості руху небесних тіл, характер берегової лінії, глибина води, морські течії та вітер. Якщо Місяць, Сонце і Земля знаходяться на одній прямій (так звана сизигія), Сонце своїм притягінням підсилює вплив Місяця, і тоді настає сильний приплив. Коли ж Сонце знаходиться під прямим кутом до відрізка Земля-Місяць, настає слабкий приплив. Сильний і слабкий припливи чергуються через сім днів.

Вироблення електроенергії стає рентабельним при амплітуді коливань рівня води не менше як шість метрів. У Чорному і Азовському морях такої амплітуди припливно-відливних коливань не спостерігаються [7].

#### **6.1.5. Енергія біомаси**

Енергію також можна отримувати шляхом спалювання рослинної біомаси. Цей метод не сприяє парниковому ефекту, оскільки в атмосферу виділяється лише та кількість діоксиду вуглецю, яка була спожита рослинами в процесі фотосинтезу.

Якщо цю біомасу не спалювати, така сама кількість буде вивільнена в результаті природного розпаду рослин. Коефіцієнт корисної дії таких енергоустановок невисокий через низьку калорійність палива. Здобута у такий спосіб енергія коштує досить дорого, а витрати біомаси виявляються великими.

Існує інший спосіб переробки біомаси: розкладання органічних залишків у спеціальних установках (метантенках) з подальшим використанням метану (біогазу). Цей метод доцільний там, де є великі об'єми сільськогосподарських, деревообробних або комунальних відходів. Якщо такі відходи переробляти на метиловий або етиловий спирти, їх можна використовувати безпосередньо як моторне паливо або як добавку до бензину.

Наприклад, в Бразилії відходи цукрової тростини зброджуються, а отриманий у такий спосіб спирт використовується як моторне паливо. Під час Першої світової війни через брак бензину автомобілі і літаки російської армії заправляли так званою «казанською сумішшю», до складу якої входив бензин і етиловий спирт. Зрештою, саме метиловий спирт, отримуваний з відходів деревини, слугував моторним паливом для гоночних автомобілів і мотоциклів. Україна має великі ресурси рослинних залишків. Тому використання енергії біопалива вважається одним із перспективних напрямів у забезпеченні країни доступними джерелами енергії.

#### **6.1.6. Недоліки відновлюваних джерел енергії**

Незважаючи на значні переваги, відновлювані джерела енергії мають певний негативний вплив на довкілля. Цей вплив, за винятком ГЕС, є порівняно обмеженим і має локальний характер.

Будівництво і експлуатація ГЕС призводить до радикальної зміни екосистем – руйнування природних ландшафтів. Екологічні наслідки в результаті цих дій мають комплексний характер, які важко заздалегідь передбачити. Дуже часто негативний вплив на довкілля є настільки значним, що стає неприйнятним. Це призводить до відмови від реалізації подібних гідроенергетичних проєктів.

### **6.1.7. Вплив ГЕС на довкілля:**

- втрата лісів і родючої землі, негативний вплив на дику природу;
- «цвітіння» води, втрата цінних порід риб через зарегульованість стоку;
- вилучення з обігу великих площ земель через підтоплення та заболочування берегів;
- необхідність переселення людей з районів майбутніх водосховищ;
- виникнення конфліктів з іншими користувачами на транскордонних ріках;
- втрата джерела доходів для людей, які займаються рибним ловом, землеробством і пов'язаними з цими видами діяльності роботами.

Будівництво енергетичних станцій, що працюють на відновлюваних джерелах енергії, потребує вилучення значних площ і певною мірою негативно впливає на довкілля. Такі установки (вітряні генератори, сонячні колектори) псують зовнішній вигляд ландшафту, підвищують рівень шуму (вітряні генератори), погіршують якість повітря (геотермальна енергія, спалювання біомаси).

Незважаючи на це, відновлювані джерела енергії мають свої переваги за рахунок скорочення викидів парникових і кислих газів, інших забруднювальних речовин.

За останнє десятиліття спостерігається зниження викидів парникових газів та забруднювальних речовин у повітря. У Західній Європі причиною цього є перехід на інші види палива (скорочення споживання вугілля і нафти), а в Східній Європі це зумовлено скороченням виробництва. Сприяють цьому і значні зусилля, спрямовані на підвищення енергоефективності, а також ширшого використання відновлюваних джерел енергії.

## **6.2. Екологічна безпека при експлуатації сонячних батарей**

Сонячна енергетика використовує поновлюване джерело енергії і в перспективі може стати екологічно чистою, тобто такою, що не виробляє шкідливих відходів.

### **6.2.1. Фундаментальні проблеми**

Через відносно невелику величину сонячної постійної для сонячної енергетики потрібне використання великих площ землі під електростанції (наприклад, для електростанції потужністю 1 ГВт це може бути декілька десятків квадратних кілометрів). Проте, цей недолік не такий великий, наприклад, гідроенергетика виводить з користування значно більші ділянки землі. До того ж фотоелектричні елементи на великих сонячних електростанціях встановлюються на висоті 1,8-2,5 метра, що дозволяє використовувати землі під електростанцією для сільськогосподарських потреб, наприклад, для випасу худоби.

Проблема знаходження великих площ землі під сонячні електростанції вирішується у разі застосування сонячних аеростатних електростанцій, придатних як для наземного, так і для морського і для висотного базування.

Потік сонячної енергії на поверхні Землі сильно залежить від широти і клімату. У різних місцевостях середня кількість сонячних днів в році може дуже сильно відрізнятися [21].

### **6.2.2. Технічні проблеми**

Сонячна електростанція не працює вночі і недостатньо ефективно працює у ранкових і вечірніх сутінках. При цьому пік електроспоживання припадає саме на вечірні години. Крім того, потужність електростанції може стрімко і несподівано коливатися через зміни погоди. Для подолання цих недоліків потрібно або використовувати ефективні електричні акумулятори (дотепер це невирішена проблема), або будувати гідроакумуляуючі станції, які теж займають велику територію, або використовувати концепцію водневої енергетики, яка також поки далека від економічної ефективності.

Проблема залежності потужності сонячної електростанції від часу доби і погодних умов вирішується у разі сонячних аеростатних електростанцій.

Одна з найбільших проблем – це висока ціна сонячних фотоелементів. Ймовірно, з розвитком технології цей недолік подолають. В 1990-2005 рр. ціни на фотоелементи знижувалися в середньому на 4 % на рік.

Поверхню фотопанелей потрібно очищати від пилу та інших забруднень. При їх площі в декілька квадратних кілометрів це може викликати утруднення.

Ефективність фотоелектричних елементів помітно падає при їх нагріванні, тому виникає необхідність в установці систем охолодження, зазвичай водяних.

З кожним роком експлуатації ефективність фотоелектричних елементів знижується.

### **6.2.3. Екологічні проблеми**

Незважаючи на екологічну чистоту отримуваної енергії, самі фотоелементи містять отруйні речовини, наприклад, свинець, кадмій, галій, миш'як та ін., а їх виробництво споживає масу інших небезпечних речовин. Сучасні фотоелементи мають обмежений термін служби (30-50 років), і масове їх застосування поставить найближчим часом складне питання їх утилізації.

Останнім часом починає активно розвиватися виробництво тонкоплівкових фотоелементів, у складі яких міститься всього близько 1 % кремнію. Завдяки низькому вмісту кремнію тонкоплівкові фотоелементи дешевші у виробництві, але поки мають меншу ефективність. Так, наприклад, у 2005 році компанія «Shell» ухвалила рішення сконцентруватися на виробництві тонкоплівкових елементів, і продала свій бізнес по виробництву кремнієвих фотоелектричних елементів [22].

## РОЗДІЛ 7

### ОХОРОНА ПРАЦІ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОНТЕРІВ

Електромонтери при проведенні робіт, відповідно до наявної кваліфікації, зобов'язані виконувати вимоги безпеки, викладені в «Типовій інструкції з охорони праці для працівників будівництва, промисловості будівельних матеріалів і житлово-комунального господарства», розробленої з урахуванням будівельних норм і правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів, а також вимоги інструкцій заводів-виготовлювачів устаткування, механізмів, пристосувань, інструменту і засобів захисту, застосовуваних у процесі роботи [19].

#### **7.1. Вимоги безпеки перед початком роботи**

Електромонтери, які пройшли відповідну підготовку, мають III групу з електробезпеки і професійні навички та не мають протипоказань за віком по виконуваній роботі, перед допуском до самостійної роботи повинні пройти:

- обов'язкові попередні (при вступі до роботи) і періодичні (протягом трудової діяльності) медичні огляди (обстеження) для визнання придатними до виконання робіт в порядку, встановленому Міністерством охорони здоров'я України;

- навчання безпечним методів і прийомів виконання робіт, інструктаж з охорони праці, стажування на робочому місці і перевірку знань вимог охорони праці [19].

Електромонтери зобов'язані дотримуватися вимог безпеки праці для забезпечення захисту від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, пов'язаних з характером роботи:

- підвищена напруга в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- підвищена температура поверхонь обладнання;



- розташування робочого місця поблизу перепаду по висоті 1,3 м і більше;
- гострі кромки, задирки і шорсткості на поверхні конструкцій та обладнання;
- підвищений вміст у повітрі робочої зони пилу, а також шкідливих і пожежонебезпечних речовин;
- рухомі машини, механізми та їх частини.

Для захисту від загальних виробничих забруднень і механічних впливів електромонтери зобов'язані використовувати комбінезон бавовняний, черевики шкіряні, рукавиці комбіновані, костюми на утеплювальній прокладці та валянки для зимового періоду, наданими роботодавцями безкоштовно [12].

При знаходженні на території будмайданчика електромонтери повинні носити захисні каски.

Допуск сторонніх осіб, а також працівників у нетверезому стані до місця роботи – забороняється.

У процесі повсякденній діяльності електромонтери повинні:

- застосовувати в процесі роботи інструмент за призначенням, відповідно до інструкцій заводів-виробників;
- підтримувати інструмент та обладнання в технічно справному стані, не допускаючи роботу з несправностями при яких експлуатації заборонена;
- бути уважними під час роботи і не допускати порушень вимог безпеки праці.

Електромонтери зобов'язані негайно сповіщати свого безпосереднього керівника робіт про будь-яку ситуацію, яка загрожує життю і здоров'ю людей, про кожний нещасний випадок, що стався на виробництві, або про погіршення стану свого здоров'я, у тому числі про появу гострого професійного захворювання (отруєння) [9].

Перш ніж приступити до роботи, електромонтери зобов'язані:

- пред'явити керівнику посвідчення про перевірку знань безпечних методів робіт;

- одержати завдання у бригадира або керівника та пройти інструктаж на робочому місці по специфіці виконуваних робіт;

- при виконанні робіт підвищеної небезпеки ознайомитися із заходами, що забезпечують безпечне провадження робіт, та розписатися в наряді-допуску, виданому на роботу, що доручається;

- надягти спецодяг, спецвзуття і каску встановленого зразка і, якщо потрібно, необхідні засоби захисту.

Після одержання завдання електромонтери зобов'язані:

- перевірити робоче місце, проходи до нього й огороження на відповідність вимогам безпеки, при необхідності виконати заходи, зазначені в наряді-допуску. Видалити сторонні предмети і матеріали;

- перевірити справність устаткування, пристосувань і інструменту, а також достатність освітленості робочих місць;

- підібрати, попередньо перевіривши справність і терміни останніх іспитів, засоби захисту і пристосування, застосовувані для роботи: діелектричні і вимірювальні штанги (кліщі), покажчики напруги, інструмент з ізольованими ручками, діелектричні рукавички, боти, калоші і килими, підмости, сходи, запобіжні пояси та ін.;

- перевірити справність редукторів і манометрів балонів з газами, герметичність сулій з електролітом, кислотою, лугом, цілісність упакування піротехнічних, термітних патронів і сірників, епоксидних і поліуретанових компаундів, отверджувачів і т.д. [19]

Електромонтери не повинні приступати до роботи при наступних порушеннях вимог безпеки:

- загазованості приміщень, де мають працювати;

- відсутності або несправності приточно-витяжної вентиляції, відсутності спеціальних розчинів для нейтралізації розлитого електроліту, кислоти або лугу при роботах в акумуляторній;

– відсутності або несправності лісів, настилів, риштування або інших засобів підкладання, наявності необгороджених прорізів і перепадів по висоті в зоні провадження робіт;

– несправності засобів захисту від падіння при роботі на висоті (запобіжні пояси, страхувальні канати і т.д.);

– несвоєчасному проходженні чергових іспитів (технічного огляду) засобів підкладання, сход, індивідуальних (колективних) засобів захисту;

– відсутності видимих розривів електричних ланцюгів, по яких може бути подана напруга на місце робіт, і захисного заземлення відключеної частини електроустановки;

– відсутності або закінченні терміну дії наряду-допуску при роботі в діючих електроустановках;

– перебуванні робочого місця в межах небезпечних зон.

Про виявлені порушення вимог безпеки електромонтери повинні повідомити керівника робіт [23].

## **7.2. Вимоги безпеки під час роботи**

При електромонтажних роботах повинні виконуватися наступні вимоги безпеки, загальні для окремих професій і робіт:

– не допускається виконання роботи поза приміщеннями на висоті, а також при застосуванні електроустаткування, вимірювальних приладів під час туману, дощу, грози, ожеледі і при вітрі силою 12 м/с і більш;

– свердління і пробивання отворів у цеглі і бетоні, протягання сталевого проводу і труби необхідно робити із використанням захисних окулярів з небиткими стеклами. При пробиванні отворів ручним інструментом (шлямбуром, оправленням і т.п.) необхідно перевірити, щоб довжина його робочої частини перевищувала товщину стіни не менш, ніж на 200 мм;

– при затягуванні проводу (кабелю) у трубу (канал) руки працюючого повинні бути на відстані не менш 1 м від торця труби (каналу);

– при вимірі опору ізоляції жил проводів і кабелів мегомметром (виконується персоналом із кваліфікаційною групою по електробезпеці не нижче III) кінці проводів (кабелів) із протилежної сторони повинні бути обгороджені або знаходитися під контролем спеціально виділеного для цих цілей чергового, атестованого за правилами електробезпеки;

– електромонтажному персоналу забороняється робити які-небудь роботи, що відносяться до експлуатації електроустановок на будівельному майданчику;

– при застосуванні вантажопідйомних кранів до стропування матеріалів, виробів і конструкцій допускаються електромонтажники, що мають посвідчення стропальника (такелажника) [16].

При роботі на висоті електромонтери повинні виконувати наступні вимоги безпеки:

– застосовувати інвентарні засоби підкладання, що пройшли іспити у встановлений термін;

– при роботі на висоті більш 1,3 м робітники місця повинні мати захисні огороження висотою 1,1 м;

– подавати предмети працюючому на висоті за допомогою мотузки. Щоб уникнути розгойдування предмет необхідно притримувати відтягненням:

– забороняється працювати на монтуємих конструкціях, шинопроводах, лотках, ходити по них, а також перелазити через огороження;

– обгороджувати місця установки приставних сход на ділянках руху транспорту або людей;

– забороняється застосовувати як засоби підкладання шухляди, бочки або інші випадкові предмети;

– при виконанні верхолазних робіт варто виконувати вимоги, викладені в «Типовій інструкції з охорони праці для працівників, що виконують верхолазні роботи».

У діючих електроустановках працювати по наряду-допуску, дотримуючи наступних вимог безпеки:

- перед початком робіт пред'явити допускаючому посвідчення по техніці безпеки на право провадження робіт у діючих електроустановках із указівкою кваліфікаційної групи по електробезпечності;

- одержати інструктаж від допускаючого, у якому чітко визначені границі робочого місця, види майбутніх робіт, міри безпеки і зазначене електроустаткування, що залишилося під напругою;

- роботи потрібно виконувати в межах робочого місця, передбаченого нарядом-допуском;

- виконувати роботи під наглядом виконавця робіт (наблюдаючого);

- електромонтажні роботи виконувати при знятій напрузі з усіх струмоведучих частин, що знаходяться в зоні провадження робіт, із забезпеченням видимих розривів електричного ланцюга і заземленні (занулені) від'єднаних струмоведучих частин. Зону, виділену для провадження робіт, необхідно відгородити. Схема огороження повинна виключати випадкове проникнення електромонтажників за межі виділеної зони;

- електромонтажні роботи, виконувані в охоронній зоні діючої ВЛ, робити під безпосереднім керівництвом відповідального за безпечне провадження робіт, при наявності наряду-допуску на зазначену роботу, розробленого з урахуванням інтересів і вимог експлуатуючої і монтажної організацій, а при роботі з застосуванням вантажопідйомних механізмів — і власника зазначеного механізму. Аналогічні вимоги безпеки варто дотримувати при монтажі ВЛ у зоні дії наведеної напруги, коли його величина більш 42 В. При цьому накладення захисного заземлення на проводи лінії варто виконувати безпосередньо в місцях провадження робіт;

- провід, що розгортається, варто заземлювати в місці приєднання його до тягового механізму. Заземлення його на барабані або в якому-небудь іншому місці забороняється. З погляду безпеки провід, що розгортається, варто прирівнювати до

проводів, що знаходиться під напругою, і не допускати дотику до нього без захисних засобів.

При роботі з електрифікованим інструментом забороняється:

- допуск до роботи осіб, що мають кваліфікаційну групу по електробезпечності нижче другої;
- передавати його для роботи (хоча б і на нетривалий час) неатестованим особам;
- виконувати роботи із приставних сход;
- залишати електроінструмент без нагляду і включеним в електричну мережу [17].

При монтажі кабельних ліній необхідно виконувати наступні вимоги безпеки:

- перед переміщенням барабана з кабелем ужити заходів, що виключають захоплення одягу робітників. Для цього необхідно видалити з барабана цвяхи, що стирчать, а кінці кабелю надійно закріпити;
- для розмотування кабелю барабан установити на домкрати відповідної вантажопідйомності або спеціальні візки і підняти на 0,15-0,2 м від поверхні;
- на трасах прокладки кабелів, що мають повороти, забороняється розміщатися усередині кутів повороту кабелю, підтримувати кабель на кутах повороту, а також відтягати його вручну. На прямолінійних ділянках траси електромонтерам варто знаходитися по одній стороні кабелю;
- при ручній прокладці кабелю кількість електромонтерів повинна бути такою, щоб на кожного з них приходилася ділянка кабелю масою не більш 35 кг;
- при масі кабелю більш 1 кг на 1 м його підйом і кріплення з приставних сход або сходів-драбин забороняються;
- відстань від краю траншеї до кабельних барабанів, механізмів і пристосувань повинне бути не менш її глибини;
- опускати останній виток кабелю з барабана в колодязь або тунель плавно за допомогою прядив'яного канату;
- розпалювати пальники, паяльні лампи, розігрівати кабельну масу і розплавляти припій на відстані не менш 2 м від колодязя (тунелю). Опускати в

колодязь розплавлений припій і розігріту кабельну масу в ковші або закритій посудині, підвішеній за допомогою карабіна до металевого тросика;

- при роботі з епоксидним компаундом і отверджувачем варто дотримувати міри безпеки, прийняті для робіт з токсичними речовинами;

- кабельну масу для заливання муфт варто розігрівати в металевому просушеному посуді з кришкою і носиком. Забороняється доводити масу до кипіння. Неприпустиме попадання води в гарячу масу,

- розігрівати і переносити ківш із припоєм, а також посудини з кабельною масою в захисних окулярах і брезентових рукавицях довжиною до ліктя. Передавати ківш із припоєм або посудину з кабельною масою з рук у руки забороняється (для передачі ємність необхідно ставити на землю або міцну підставу).

При монтажі силових і освітлювальних мереж необхідно виконувати наступні вимоги безпеки:

- розміщати труби і металоконструкції на землі або на підлозі на підкладках;

- кінці труб обпилювати й очищати від задирів;

- при виконанні робіт на фермах або тимчасових настилах по фермах у зоні працюючих мостових кранів забороняється опускати проводи, мотузки або такелажні пристосування, а також установлювати приставні сходи до тросової проводки;

- перед установкою групових щитків і апаратів перевірити надійність їхніх монтажно-заготівельних вузлів і зборок;

- перевірку збігу отворів у конструкціях, що з'єднуються, здійснювати за допомогою спеціальних монтажних пристосувань;

- при монтажі кранового електроустаткування на проектній висоті забороняється користатися електроінструментом напругою вище 42 В й переносними електролампами напругою вище 12 В;

– при монтажі тросових проводок їхній остаточний натяг здійснювати за допомогою натяжних пристроїв після пристрою проміжної підвіски;

– установку освітлювальної арматури масою більш 10 кг здійснювати вдвох. Допускається виконання цієї роботи одним робітником із застосуванням спеціального пристосування;

– монтувати шинопроводи посекційно або по одному блоці. Нагромадження секцій або блоків на лісах, естакадах і містках обслуговування забороняється;

– піднімати блоки шинопроводів вище 7,5 м спеціальними траверсами з швелера або сталевих труб з постійними стропами;

– при стикуванні двох секцій або блоків шинопроводів збіг отворів перевіряти металевим стрижнем;

– забивання електродів заземлення вручну робити кувалдою з довжиною ручки (тримача) не менш 0,7 м.

При монтажі розподільних пристроїв необхідно виконувати наступні вимоги безпеки:

– робити підйом, переміщення й установку роз'єднувачів і інших апаратів типу, що рубає, у положенні «Включене», а апаратів, оснащених поворотними пружинами або механізмами вільного розподільника, — у положенні «Відключене»;

– при регулюванні вимикачів і роз'єднувачів, з'єднаних із приводами, ужити заходів, що виключають їхнє мимовільне включення або відключення:

– перевірку одночасності включення контактів масляних вимикачів виконувати при напрузі не вище 12 В;

– при роботах на трансформаторах струму їхні вторинні обмотки до повного закінчення монтажу ланцюгів, що підключаються до них, замкнути на коротко безпосередньо на затискачах трансформатора і заземлити;

– стропити трансформатори за спеціально передбачені заводом-виготовлювачем піднімальні гаки (рим-болти);



– забороняється робити які-небудь роботи або знаходитися на трансформаторах під час їхнього переміщення. При установці переміщуваних трансформаторів у проектне положення обов'язкова установка упорів (клинів);

– щоб уникнути запалення парів олії зварювальні роботи на корпусі трансформатора виконувати після заливання його олією до рівня 200-250 мм вище місця зварювання;

– при сушінні трансформаторів перемінним і постійним струмом місце роботи відгородити;

– при монтажі силових трансформаторів їхні висновки на увесь час монтажних робіт закоротити та заземлити [19].

При монтажі вторинних ланцюгів необхідно дотримуватися наступних мір безпеки:

– електромонтерам переконатися, що зборки затисків, встановлені в камерах РУ, закриті кожухами і позначені попереджувальними написами з указівкою напруги;

– згинати жили мідних і алюмінієвих проводів і жили контрольних кабелів у кільце круглогубцями або спеціальними механізмами і пристосуваннями. Застосування плоскогубців забороняється;

– електропаяльник для пайки проводу і жил (для запобігання улучення флюсу і нагару на поверхню столу і проводів) застосовувати на металевій підставці з лотком;

– при пайці дрібних деталей і кінців проводів утримувати їх пінцетом або плоскогубцями;

– промивати місця пайки бензином і іншими легкозаймистими розчинами забороняється;

– тигель для лудіння проводів встановлювати в стійкому положенні в металевому листі з бортиком.

### **7.3. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях**

При виявленні під час роботи несправностей засобів підкладання, застосовуваного устаткування, інструменту, засобів захисту, при яких відповідно до вимог інструкцій заводів-виготовлювачів забороняється їхня експлуатація, роботу варто припинити та доповісти бригадиру або керівнику робіт.

При виникненні в зоні роботи небезпечних умов (несправності заземлення; появи запаху газів у кабельних спорудах; руйнування і течі баків акумуляторних батарей) електромонтери зобов'язані припинити роботи та повідомити бригадиру або керівнику робіт.

При втраті стійкості або порушенні цілісності конструкцій у зоні виконання робіт варто припинити роботи та доповісти керівнику [16].

### **7.4. Вимоги безпеки по закінченні роботи**

Після закінчення робіт необхідно:

- відключити електрифікований інструмент і інше використовуване в роботі устаткування;
- протерти і змазати тертьові частини інструменту і здати його на збереження;
- упорядкувати робоче місце, видаливши з проходів сторонні предмети;
- у випадку виконання робіт при знятті напруги повідомити особі, що допускає, про закінчення роботи;
- про всі порушення вимог безпеки, що мають місце в процесі роботи, повідомити бригадиру або керівнику робіт [19].

**РОЗДІЛ 8**  
**СПЕЦИФІКАЦІЯ НА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ МАТЕРІАЛИ**

№	Позначення	Назва	Кіл.	Прим.
		<i>Освітлення</i>		
1.	<i>ЛЛМ1-ЛЛМ6</i>	<i>Світильник з люмінесцентною лампою (ЛБ) на 50 Вт</i>	6	
2.	<i>Л1-Л8</i>	<i>Світильник з лампою розжарювання на 100 Вт</i>	25	
3.	<i>СВ1-СВ-25</i>	<i>Точковий світлодіодний світильник на 35 Вт</i>	25	
4.	<i>П</i>	<i>Прожектор з датчиком руху на 500 Вт</i>	1	
		<i>Розетки</i>		
1.	<i>X15, X21, X36</i>	<i>Розетка штепсельна однофазна потрійна із захисним контактом</i>	3	
2.	<i>X18, X22, X37</i>	<i>Розетка штепсельна однофазна подвійна із захисним контактом</i>	3	
3.	<i>X1-X5, X16, X17, X19, X20, X22-X25, X30-X35, X38</i>	<i>Розетка штепсельна однофазна одинарна із захисним контактом</i>	20	
4.	<i>X6-X8</i>	<i>Розетка трифазна одинарна із захисним контактом</i>	3	
5.	<i>X27-X29</i>	<i>Розетка трифазна одинарна із захисним контактом і з ступінню захисту IP64</i>	3	

№	Позначення	Назва	Кіл.	Прим.
6.	<i>X4, X9, X10, X11, X12-X14</i>	<i>Розетка штепсельна однофазна одинарна із захисним контактом і з ступінню захисту IP64</i>	<i>7</i>	
		<i>Вимикачі</i>		
1.	<i>QF1</i>	<i>Дифавтомат DPX3 160 4-пол. 160А 30-3000mA 16кА</i>	<i>1</i>	
2.	<i>QF2</i>	<i>Дифавтомат ВД1-63 4Р 100А 300mA</i>	<i>1</i>	
3.	<i>QF3</i>	<i>Дифавтомат АД-12 63А, 30mA</i>	<i>1</i>	
4.	<i>QF4, QF7-QF10, QF14, QF15</i>	<i>Дифавтомат 2Р С20А30mA 4,5кА</i>	<i>7</i>	
5.	<i>QF5, QF11</i>	<i>Дифавтомат 2Р С16А30mA 4,5кА</i>	<i>3</i>	
6.	<i>QF6, QF12</i>	<i>Дифавтомат 4Р С25А30mA 4,5кА</i>	<i>2</i>	
7.	<i>QF13</i>	<i>Дифавтомат 2Р С10А30mA 4,5кА</i>	<i>1</i>	
		<i>Провода</i>		
1.	<i>ВВГнг 3x1,5</i>	<i>Силовий провід</i>	<i>400 м</i>	
2.	<i>ВВГнг 3x2,5</i>	<i>Силовий провід</i>	<i>150 м</i>	
3.	<i>ВВГнг 5x2,5</i>	<i>Силовий провід</i>	<i>100 м</i>	
		<i>Коробки</i>		
1.		<i>Коробка розподільна</i>	<i>14 шт</i>	

## ВИСНОВОК

У даній дипломній роботі було проведено розрахунок електропроводки житлового будинку. Спочатку розроблено схему внутрішньої електропроводки житлового будинку в системі автоматизованого проектування і креслення AutoCAD 2015, визначено кількість ліній, які будуть відводитися від розподільчих щитів, розміщено розетки, від яких будуть живитися електроприймачі. Лінію на систему освітлення було проведено окремо.

Розміщення ліній проведено за усіма правилами та нормами, що під час експлуатації будуть безпечними для життя людей.

Вибрано режим нейтралі. Електропостачання електроприймачів буде виконуватись від мережі з глухо-заземленою нейтраллю 380/220 В з системою заземлення TN-C-S.

Проведено розрахунок для кожної лінії і за отриманими результатами обрано тип кабелю, а також для захисту лінії від перенавантажень і короткого замикання обрано автоматичний (диференційний) вимикач.

На першій лінії Л1, яка відходить від РЩ-1 було підключено п'ять приладів, такі як: пиросос, потолковий вентилятор, витяжка, водяний насос, вентилятор. Струмове навантаження на цій лінії дорівнює 17,1 (А). По знайденому струмовому навантаженню було вибрано трьохжильний мідний кабель пониженої горючості типу ВВГнг 3х1,5 мм<sup>2</sup>, а також диференційний автомат виробництва АД12 типу 2Р С20А зі струмом спрацювання диференційного захисту  $I_d=30$  (мА) та з допустимим струмом навантаження 20 (А), що якісно підходить для струмового навантаження на цій лінії - 17,1 (А).

Аналогічно до вибору кабелю та диференційного автомату на першій лінії Л1 вибрано кабель та автомат для наступних ліній: Л2, Л4, Л5, Л6 та Л7, які відходять від РЩ-1, та ліній Л8, Л10, Л11, Л12, які відходять від РЩ-2.

Третя лінія Л3 підключена до трьохфазної мережі п'ятижильним кабелем ВВГнг 5х2,5 мм<sup>2</sup> з номінальним струмом навантаження 25 (А). Цю лінію було захищено диференційним автоматичним вимикачем виробництва АД14 типу 4Р С25А зі струмом спрацювання диференційного захисту І<sub>д</sub>=30 (мА) та допустимим значенням струмового навантаження 25 (А). Аналогічно для лінії Л9, яка відходить від РЩ-2, який розташований на другому поверсі, вибрано п'ятижильний мідний кабель пониженої горючості типу ВВГнг 5х2,5 мм<sup>2</sup> та дифавтомат АД14 4Р С25А.

Ці лінії було підключено до трьохфазної мережі, тому що до цих ліній підключені електроприймачі з порівняно великою потужністю, наприклад: електрокамін потужністю Р=3 (кВт), насос високого тиску потужністю Р=2,5 (кВт), душ з електропідігрівом Р=3,5 (кВт) та інші потужні електроприймачі.

Після проведення розрахунків було підраховано сумарне струмове навантаження, яке для РЩ-1 склало  $\sum I_n=118,7$  (А), а для РЩ-2 –  $\sum I_n=74$ (А).

Наступним кроком був розподіл ліній та струмових навантажень по фазах. До першої фази L1 підведено 4 трипровідні лінії: Л1, Л2, Л4, Л9, до другої фази L2: Л5, Л6, Л7, Л10, а до третьої L3: Л8, Л11 та Л12. До всіх трьох фаз підключено дві п'ятипровідні лінії Л3 та Л9. Сумарне струмове навантаження на першу фазу дорівнює  $I_n=83,9$  (А), на другу –  $I_n=96,4$  (А), на третю –  $I_n=85,4$  (А).

Перевіримо, чи правильно було проведено розподіл по фазах. Нерівномірність навантаження при розподілі потужності по фазах не повинна перевищувати 15%.

$$\frac{I_{HL2}}{I_{HL1}} = \left( \frac{96,4}{83,9} - 1 \right) \cdot 100\% = 14,89\%$$

$$\frac{I_{HL2}}{I_{HL3}} = \left( \frac{96,4}{85,4} - 1 \right) \cdot 100\% = 12,88\%$$

$$\frac{I_{HL3}}{I_{HL1}} = \left( \frac{85,4}{83,9} - 1 \right) \cdot 100\% = 1,79\%$$

З розрахунків видно, що нерівномірність навантаження не перевищує 15%, що відповідає нормативам.

На наступному етапі дипломної роботи є вибір лічильника. Було вибрано лічильник «Энергия-9 СТКЗ» - електронний трифазний багатофункціональний лічильник, який має високу точність вимірювання, високу надійність, високі динамічні характеристики та може бути запрограмований на облік електроенергії по 12 сезонам, в кожному з яких може бути запрограмовано 8 тарифних зон. Крім того, лічильник «Энергия-9 СТКЗ» формує графік навантаження і журнал подій. Цей лічильник обладнаний двома типами інтерфейсу: токова петля та оптопорт. Це багатотарифний лічильник, який дозволяє проводити облік за часом доби, що дозволяє оптимізувати енергоспоживання і понизити витрати на електроенергію.

Далі було вибрано ввідний розподільчий щит ЩУРВ-342зо-1.

Після повного розрахунку електропостачання будинку було проведено розрахунок денного та місячного електроспоживання.

З розрахунків видно, що даний котедж споживає 1675 кВт·год в місяць. Тобто комплект фотоелектричних модулів за 1 годину повинен виробляти близько 8 кВт. Потужність комплексу з 25 полікристалічних фотомодулів 330W JA SOLAR JAP6 (K):  $P_k = 25 \cdot 330 = 8250 \text{ Вт} = 8,25 \text{ кВт}$

Наша система споживає близько 55 кВт·год, напруга в системі 48 В, тобто денне споживання:  $C_d = \frac{W_d}{U} = \frac{55000}{48} = 1145,83 \text{ А} \cdot \text{год}$

Обирали гелевий акумулятор EverExceed Gellyte GL-12200, ємністю 229 А·год. Для резервування 6 годин таких акумуляторів знадобиться:  $N_A = \frac{C_d}{C_A} = \frac{1145,83}{5 \cdot 229} = 1 \text{ шт.}$  Тобто для того, щоб акумулятори забезпечували енергією котедж протягом 6 годин при напрузі 48 Вольт, потрібно 4 таких акумуляторів.

Інвертор перетворює постійний струм низької напруги в стандартний змінний (220 В, 50 Гц). Обрали гібридний 3-х фазний мережевий інвертор OPTI-Solar SP10K Premium 10kW 48VDC / 400VAC. Гібридний інвертор OPTI-Solar SP10K Premium є багатофункціональним пристроєм, який може працювати в якості мережевого (GRID-TIE) і автономного резервного (OFF-GRID) інвертора.

Сонячні батареї з інвертором з'єднували за допомогою мідного одножильного кабелю в безгалогенній подвійній оболонці TUV Solar Cable 6 мм. Це спеціальний кабель для фотогальванічних установок.

На відміну від звичайних побутових проводів, даний кабель має спеціальну двошарову ізоляцію, яка захищає від усіх типів впливу навколишнього середовища (дощ, сніг, ультрафіолетове випромінювання, температурні перепади). Застосування цього кабелю дозволить уникнути можливих проблем при експлуатації фотоелектричних станцій та систем. Ізоляція самозагасаюча і озоностійка. Кабель відповідає технічним стандартам TUV 2 Pfg 1169/08.2007; EN 60216-1-2; EN 50267-2-1.

Для зменшення втрат використовували герметичні роз'єми для сонячних батарей MC-4. MC-4 – це стандарт герметичних роз'ємів сонячних батарей, який застосовується у всьому світі. Застосування таких коннекторів полегшує монтаж сонячних панелей та забезпечує надійне герметичне всепогодне з'єднання.

Для паралельного з'єднання сонячних батарей використовували MC-4 Y-коннектор. Такий перехідник дозволяє з'єднання сонячних батарей з однаковою напругою.

Незважаючи на екологічну чистоту отримуваної енергії, самі фотоелементи містять отруйні речовини, наприклад, свинець, кадмій, галій, миш'як та ін., а їх виробництво споживає масу інших небезпечних речовин. Сучасні фотоелементи мають обмежений термін служби (30-50 років), і масове їх застосування поставить найближчим часом складне питання їх утилізації.

В ході виконання дипломної роботи:

- отримано навички роботи в системі автоматизованого проектування і креслення AutoCAD 2015;
- покращено знання про основні вимоги щодо улаштування електричних мереж і електроприймачів;
- засвоєно методику вибору кабелю та його перерізу за струмом навантаження на лінії та методику вибору захисної та комутаційної апаратури;



- проведено аналіз вимог щодо установки приладів обліку;
- вибрано лічильник електроенергії та ввідний пристрій щитка будинку;
- засвоєно знання щодо безпеки експлуатації електроустановок житлових споруд;
- засвоєно методику проектування сонячної електростанції з вибором кожного її елементу;
- закріплено знання з безпеки експлуатації електроустановок житлових споруд.

В цілому всі завдання дипломної роботи були виконані.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <http://shop.avselectro.ru/> - вибір диференційних автоматичних вимикачів, розеток, розподільчих коробок та інших електромеханічних матеріалів.
2. <http://www.elektroschetchiki.com.ua/> - вибір приладу обліку електроенергії.
3. [http://www.eti.su/articles/kabel-i-provod/kabel-i-provod\\_32.html](http://www.eti.su/articles/kabel-i-provod/kabel-i-provod_32.html) - таблиця вибору типу проводу за струмом навантаження.
4. Відновлювані джерела електричної енергії (аналіз, перспективи, проекти) / І. О. Сінчук, С. М. Бойко, І. А. Луценко, Г. І. Ткаченко ; під ред. Сінчука О. М. - Кременчук : Вид-во ПП Щербатих О.В., 2013. - 102 с.
5. Відновлювані джерела енергії (досвід Польщі для України) : навч. посіб. / Р. Титко, В. М. Калініченко. – Варшава; Краків; Полтава : OWG, 2010. – 530 с.
6. Возобновляемая энергия : В 2 ч. Ч. 1. Термодинамика атмосферы и океана. Океанические электростанции / Б. А. Трошенькин; НАН Украины. Ин-т пробл. машиностроения им. А.Н.Подгорного. - Х. : Форт, 2003. - 104 с.
7. Возобновляемая энергия : В 2 ч. Ч. 2. Термодинамика литосферы. Геотермические электростанции / Б. А. Трошенькин; Ин-т пробл. машиностроения им. А.Н.Подгорного НАН Украины. - Х. : Форт, 2004. - 154 с.
8. Електроматеріалознавство - Л.В. Журавльова. - ПрофОбрІздат, 2002.
9. Електропостачання: Навчальний посібник. – Василега П.О. Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. – 415с.
10. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії - Бевз С. М. та ін.; під заг. ред. А. К. Шидловського ; НАН України, П-во «Укренергозбереження». — К. : Українські енциклопедичні знання, 2007. — 560 с.
11. Міністерство праці та соціальної політики України наказ про затвердження «Правил будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» (Правила, п.5.3.4) N 272 від 21.06.2001 м.Київ.

12. Монтаж електротехнічних установок М., Соколов Б.А. - М., 2003.
13. Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії : підруч. / С. О. Кудря. – К. : НТУУ «КПІ», 2012. – 492 с.
14. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії : навч. посіб. / О. І. Соловей, Ю. Г. Лега, В. П. Розен, О. О. Ситник, А. В. Чернявський, Г. В. Курбас; за заг. ред. О. І. Солов'я. – Черкаси : ЧДТУ, 2007. – 483 с.
15. Поновлювані джерела енергії : Навч. посіб. / М. І. Сиротюк ; за ред. С. І. Кукурудзи. – Л. : ЛНУ ім. І.Франка, 2008. – 248 с.
16. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів - Мукосеев Ю.Л. - М., 2005.
17. Правила улаштування електроустановок – К.:Мінпаливенерго України, 2010. – 736с.
18. Практические приемы чтения схем электроустановок. - Каминский Е.А. М.: Энергоатомиздат, 1988. – 368с.
19. Промислове навчання електромонтерів - Бредихін О. М. - М., 2006.
20. Сонячна енергетика: теорія та практика / Й. С. Мисак, О. Т. Возняк, О. С. Дацько, С. П. Шаповал ; Нац. ун-т "Львівська політехніка". - Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2014. - 340 с.
21. Сонячна енергетика: теорія та практика : монографія / Й. С. Мисак, О. Т. Возняк, О. С. Дацько, С. П. Шаповал ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2014. – 340 с.
22. Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики – Алфёров Ж. И., Андреев В. М., Румянцев В., 2004, Т.38, вып.8, с.937-948.
23. Технологія електромонтажних робіт 2-е вид. - В.М. Нестеренко, А.М. Мис'янів - Видавничий центр «Академія», 2005.
24. Энергетический менеджмент / Под общей ред. А. В. Праховника. — К.:ИЕЕ НТУУ «КПИ», 2001. — 472с.