

КАТАЛОГ ТИПОВИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Автори: Вадим Литвин, Марія Проконеко,
Сергій Купчак, Дмитро Прокопенкобзаца



АНОТАЦІЯ

Каталог типових технічних рішень для резервного живлення будівель з використанням відновлюваних джерел енергії" об'єднує результати аналітичних досліджень щодо сучасних підходів до впровадження систем резервного живлення у багатоквартирних і громадських будівлях. Документ висвітлює технічні, економічні та практичні аспекти використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні станції, для забезпечення стабільного енергопостачання та підвищення енергоефективності.

Особливу увагу приділено питанням економічної доцільності впровадження, стандартам безпеки та можливостям масштабування систем. У документі також описані реальні кейси успішного застосування цих технологій.

Каталог стане корисним інструментом для представників ОСББ, енергоменеджерів, проєктувальників, фахівців у сфері енергетики, а також для органів місцевого самоврядування та інвесторів, зацікавлених у розвитку стійкої та енергоефективної інфраструктури.

Ця публікація підготовлена Всеукраїнською громадською організацією Громадянська мережа ОПОРА за підтримки Фонду ім. Гайнріха Бьоля, Бюро Київ – Україна. Думки, висновки та рекомендації, викладені в даній публікації, належать її авторам і не обов'язково відображають погляди Фонду ім. Гайнріха Бьоля, Бюро Київ – Україна та уряду Німеччини.

ЗМІСТ

1. Розділ I. Підготовка технічних завдань на впровадження сонячних станцій для багатоквартирних будинків та розробка типових схем для проектування.
2. Розділ II. Системи резервного живлення на базі сонячних інверторів.
3. Розділ III. Аналіз ринку обладнання для резервного електропостачання на базі сонячної генерації.
4. Розділ IV. Вимірювання навантаження типових загальнобудинкових споживачів для формування профілю навантажень і вибору обладнання.

РОЗДІЛ І. ПІДГОТОВКА ТЕХНІЧНИХ ЗАВДАНЬ НА ВПРОВАДЖЕННЯ СОНЯЧНИХ СТАНЦІЙ ДЛЯ БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДИНКІВ ТА РОЗРОБКА ТИПОВИХ СХЕМ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ

ЗМІСТ РОЗДІЛУ I.

ВСТУП	6
1. Сонячні системи початкового рівня	7
2. Сонячні системи базового рівня	16
3. Сонячні системи що передбачають підключення ліфтового обладнання	25
4. Сонячні системи інтегровані з системою гарячого водопостачання	33

ВСТУП

Останнім часом значно зросла популярність сонячних електростанцій для багатопверхових будівель. Це викликано як необхідністю забезпечення резервного живлення електропостачання, так і зростанням вартості електроенергії, що дозволяє говорити про окупність таких систем, а також через наявність співфінансування за державними програмами (ГрінДім від Фонду енергоефективності) та міськими програмами. Відповідно, однією з основних задач на початковому етапі є формулювання завдання на впровадження цих систем. Правильно сформульоване технічне завдання дозволить ОСББ та управляючим компаніям замовляти роботи з проектування та монтажу обладнання, що максимально відповідатиме потребам будинку. Водночас наявність стандартизованих замовлень дасть змогу продавцям та монтажникам підготувати "пакетні пропозиції", які будуть оптимізовані за вартістю та швидкістю впровадження.

Нижче наведені технічні завдання для найбільш розповсюджених сонячних систем для багатоквартирних будівель:

1. Початковий рівень для забезпечення базових потреб місць загального користування (освітлення, офіс ОСББ, системи безпеки та малопотужне однофазне насосне обладнання).
2. Базовий рівень, що додатково до попереднього передбачатиме забезпечення роботи потужного насосного обладнання.
3. Розширений варіант, що передбачатиме також системи резервування для ліфтового господарства.
4. Дооснащення сонячної станції системою акумулювання надлишків енергії на потреби гарячого водопостачання.

Для всіх трьох варіантів передбачається можливість покрокової реалізації проєкту, починаючи з системи резервування, з подальшим підключенням сонячних панелей та розширенням системи за потужністю та ємністю батарей, а також з можливістю додаткового включення в систему теплових акумуляторів для потреб гарячого водопостачання.

1. Сонячні системи початкового рівня

Опис можливостей: забезпечення резервного живлення критичного обладнання для потреб місць загального користування.

Обсяг робіт:

- 1) проведення обстеження несучої здатності покрівлі та за необхідності розробка рекомендацій щодо підсилення покрівлі;
- 2) розробка проєктної документації та проходження експертизи (за необхідності);
- 3) поставка обладнання;
- 4) виконання монтажних робіт;
- 5) виконання пусконаладжувальних робіт та налаштування інвертора під потреби будинку (з пріоритетом по надійності енергопостачання, або по зниженню споживання з зовнішньої мережі);
- 6) навчання замовника;
- 7) безоплатне сервісне обслуговування (включно з налаштуванням) протягом 1 року;
- 8) надання доступу до онлайн-системи конфігурації та моніторингу інвертору.

Детальні вимоги щодо обладнання наведені в завданні на проєктування (Додаток 1).

Попередня схема включення наведена на рис. 1

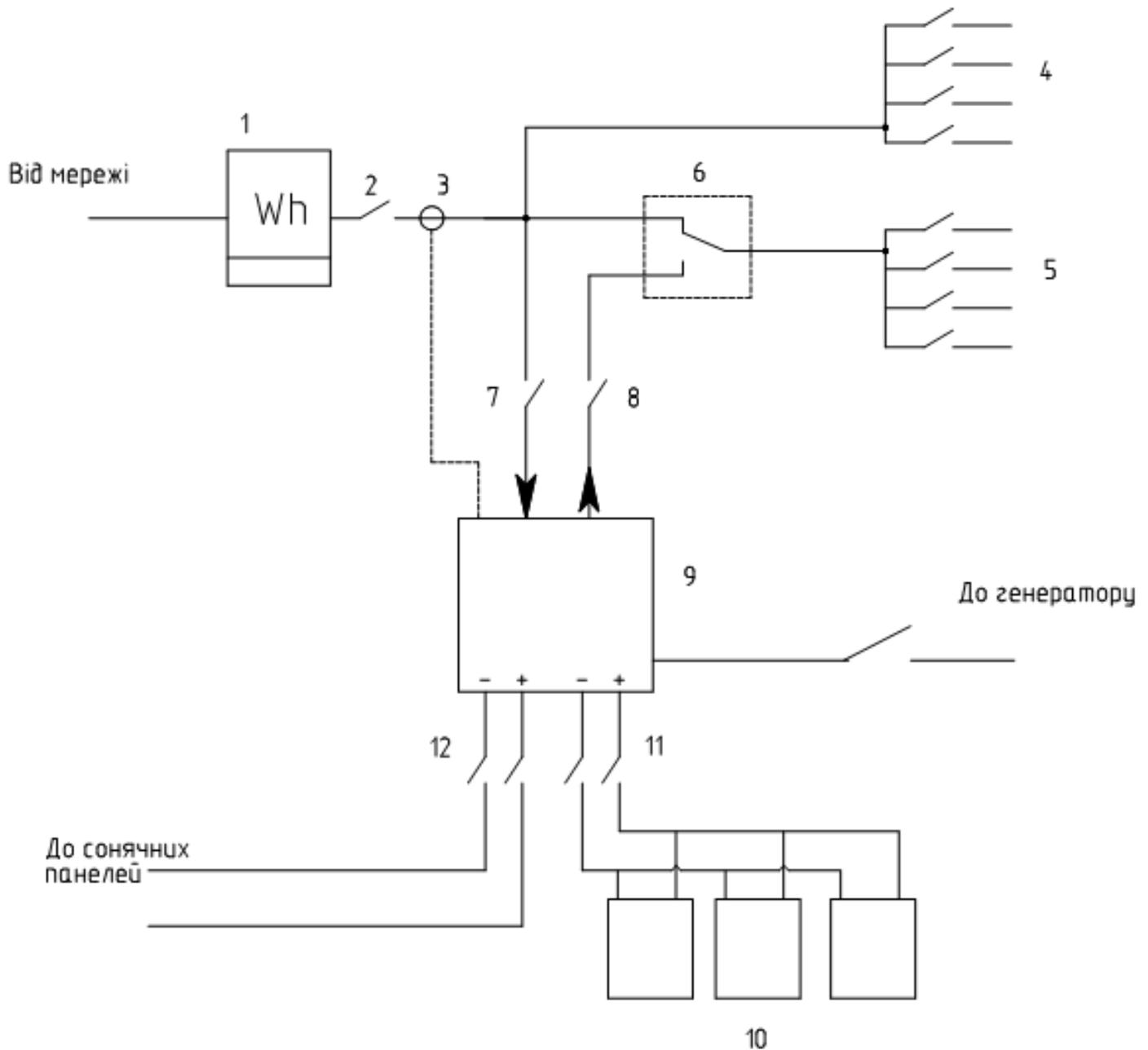


Рис. 1. Схема включення гібридного інвертора в схему живлення загальнобудинкових потреб

1 – лічильник електричної енергії на вводі;
2. – головний вимикач на вводі;
3 – трансформатор струму (лічильник) для контролю перетоків;
4 – споживачі, що не резервуються;
5 – критичні споживачі, що резервуються;
6 – двохпозиційних перемикач (живлення через інвертор чи напряму від мережі);
7 – автоматичний вимикач на вводі в інвертор;

8 – автоматичний вимикач на виході з інвертора (до споживачів, що резервуються);
9 – гібридний інвертор;
10 – акумуляторні батареї;
11 – автоматичний вимикач постійного струму або запобіжники для підключення акумуляторів;
12 – автоматичний вимикач або запобіжних для підключення сонячних панелей.

Додаток 1
 до Технічного завдання
 до Договору № _____
 від _____

ПОГОДЖЕНО

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завдання на проектування
«Капітальний ремонт системи електропостачання житлового будинку
_____ за адресою _____»

Складено відповідно до вимог: ДБН А.2.2-3-2014 (зміна 1) «Склад та зміст проектної документації на будівництво»

№	Найменування даних та основних вимог	Основні дані та вимоги
1	Назва та місце розташування об'єкта	«Капітальний ремонт системи електропостачання житлового будинку _____ за адресою _____»
2	Підстава для проектування	Договір на виконання робіт
3	Вид будівництва	Капітальний ремонт
4	Дані про замовника	ОСББ «_____»
5	Джерело фінансування	Кошти ОСББ (або вказати кошти якого бюджету)
6	Дані про генерального проектувальника	

7	Стадійність проектування	<p>Згідно п.4.6.3 ДБН А.2.2-3:2014 (зміна 1) «Склад та зміст проектної документації на будівництво», узгодженим рішенням Замовника та Проектувальника, проектування виконувати в одну стадію – Робочий проект (РП).</p> <p>Склад проекту:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Розробка розділу пояснювальна записка (ПЗ); 2. Розробка розділу архітектурно-будівельні рішення (АБ); 3. Розробка розділу електротехнічні рішення (ЕТР); 4. Розробка розділу блискавкозахист (БЗ) (перевірка відповідності існуючої системи блискавкозахисту); 5. Розробка розділу проект організації будівництва (ПОБ); 6. Розробка розділу кошторисна документація (К).
8	Вихідні дані для проектування	<ol style="list-style-type: none"> 1. Технічне завдання. 2. Акт обстеження даху (виконується в межах розробки проектних робіт).
9	Основні архітектурно-планувальні вимоги і характеристики об'єкту. Потужність або характеристика об'єкту	<p>Архітектурно-будівельні рішення:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Потужність інвертора (ів) сонячної станції ___ кВт;

9		<p>2. Кількість інверторів визначається проектним рішенням, передбачити можливість моніторингу інверторів через мережу інтернет та можливість інверторів працювати паралельно в 3 фазній мережі та однофазній мережі для подальшого розширення станції;</p> <p>3. Потужність сонячних панелей повинна мати відхилення не більше _____ кВт; (рекомендовано від 50 до 120% від потужності інвертора);</p> <p>4. Акумуляторні батареї загальною ємністю ___ кВт-год (рекомендовано використовувати акумуляторні батареї ємністю в кВт-год, що вдвічі перевищує потужність інвертора в кВт, допускається ємність, що дорівнює потужності в кВт). Тип акумуляторних батарей LiFePo4;</p> <p>5. Спроектувати прилад обмеження генерації сонячної електростанції в мережу;</p> <p>6. Врахувати спеціальні кріплення для закріплення конструкцій до покрівлі будівлі (баластна система для плоских покрівель);</p> <p>7. Забезпечити доступ для можливості технічного обслуговування сонячної станції;</p> <p>8. Передбачити розташування опорного каркасу сонячної електростанції в місцях, де немає затемнення від конструктивних елементів будівлі;</p>
---	--	--

9

9. Виконати з'єднання сонячної електростанції з внутрішньою системою об'єкта;
10. Врахувати пусконаладжувальні роботи;
11. Передбачити облаштування захисних пристроїв (автоматичні вимикачі, пристрої захисного відключення, запобіжники, роз'єднувачі тощо) для захисту по постійному струму DC та змінному струму AC кабельних ліній від струмів короткого замикання кабельних ліній, захисту від комутаційних та атмосферних перенапруг;
12. Передбачити та виконати розрахунок захисного заземлення. Від існуючих заземлювальних систем (контурів заземлення) та/або при необхідності, будівництво нових заземлювальних систем для забезпечення нормальної роботи обладнання відповідно вимогам виробників;
13. Передбачити розподіл існуючих споживачів на «критичні», що будуть живитися за відключеного зовнішнього електропостачання та «не критичних», що отримуватимуть живлення лише в період наявності зовнішнього електропостачання;
14. Деталізувати робочі креслення металевих конструкцій системи кріплення для скатного даху;
15. Передбачити проектом моніторинг генерації електричної енергії;
Передбачити виділення резервних ліній від інверторів для живлення критичних споживачів відповідно до ТУ Замовника з відповідним розподілом ємності акумуляторних батарей;

9		<p>16. Передбачити виділення резервних ліній від інверторів для живлення критичних споживачів відповідно до ТУ Замовника з відповідним розподілом ємності акумуляторних батарей;</p> <p>17. Передбачити підключення до інвертора паливного генератора (виведення відповідного штекеру та сигнальної лінії назовні будинку) та встановлення додаткової комутаційної апаратури та автоматики (в разі, коли це не передбачено штатною конструкцією інвертора).</p> <p>Перелік обладнання:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Сонячний фотоелектричні модулі загальною потужністю від ___ кВт.2. Однофазний гібридний інвертор з можливістю нарощування потужності як шляхом підключення додаткового інвертора в однофазну мережу, так і шляхом об'єднання інверторів в трифазну мережу.3. LiFePo4 Акумуляторні батареї, загальною ємністю не менше ___ кВт-год.4. Сонячний кабель – перетин відповідно до розрахунку.5. MC4 конектори.6. Щит змінного струму.7. Щит постійного струму.8. Комплект Системи кріплення фотоелектричних модулів, спосіб кріплення визначається проектними рішеннями9. Комплект для підключення паливного генератора.
---	--	--

10	Черговість проектування та будівництва, необхідність виділення пускових комплексів	Без виділення пускових комплексів або пусковий комплекс 1 – система резервування на базі акумуляторів та гібридного інвертора; пусковий комплекс 2 – встановлення та підключення до інвертора сонячних батарей;
11	Клас наслідків (відповідальності) згідно ДБН В.1.2-14:2018.	Відповідно ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності) будівель і споруд» попередньо визначений клас (наслідків) відповідальності – СС1, уточнюється розрахунком
12	Вимоги з енергозбереження та енергоефективності.	Відсутні
13	Вимоги щодо розроблення розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони)	Відсутні
14	Вимоги до розроблення спеціальних заходів	Відсутні
15	Вимоги до розроблення спеціальних заходів	Відсутні
16	Перелік документації і порядок прийому робіт	Проектно-кошторисна документація передається у 4-х примірниках та в електронному вигляді PDF

17	Забезпечити можливість вільного доступу для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення	Відсутні
----	---	----------

Погоджено:

Головний інженер проекту

2. Сонячні системи базового рівня

Опис можливостей: забезпечення резервного живлення критичного обладнання для потреб місць загального користування та насосного обладнання систем водопостачання та теплопостачання

Обсяг робіт:

- 1) проведення обстеження несучої здатності покрівлі та за необхідності розробка рекомендацій щодо підсилення покрівлі;
- 2) розробка проєктної документації та проходження експертизи (за необхідності);
- 3) поставка обладнання;
- 4) виконання монтажних робіт;
- 5) виконання пусконаладжувальних робіт та налаштування інвертора під потреби будинку (з пріоритетом по надійності енергопостачання, або по зниженню споживання з зовнішньої мережі);
- 6) навчання замовника;
- 7) безоплатне сервісне обслуговування (включно з налаштуванням) протягом 1 року;
- 8) надання доступу до онлайн-системи конфігурації та моніторингу інвертору.

Детальні вимоги щодо обладнання наведені в завданні на проєктування (Додаток 2).

Основні елементи наведені на схемі (рис. 2)

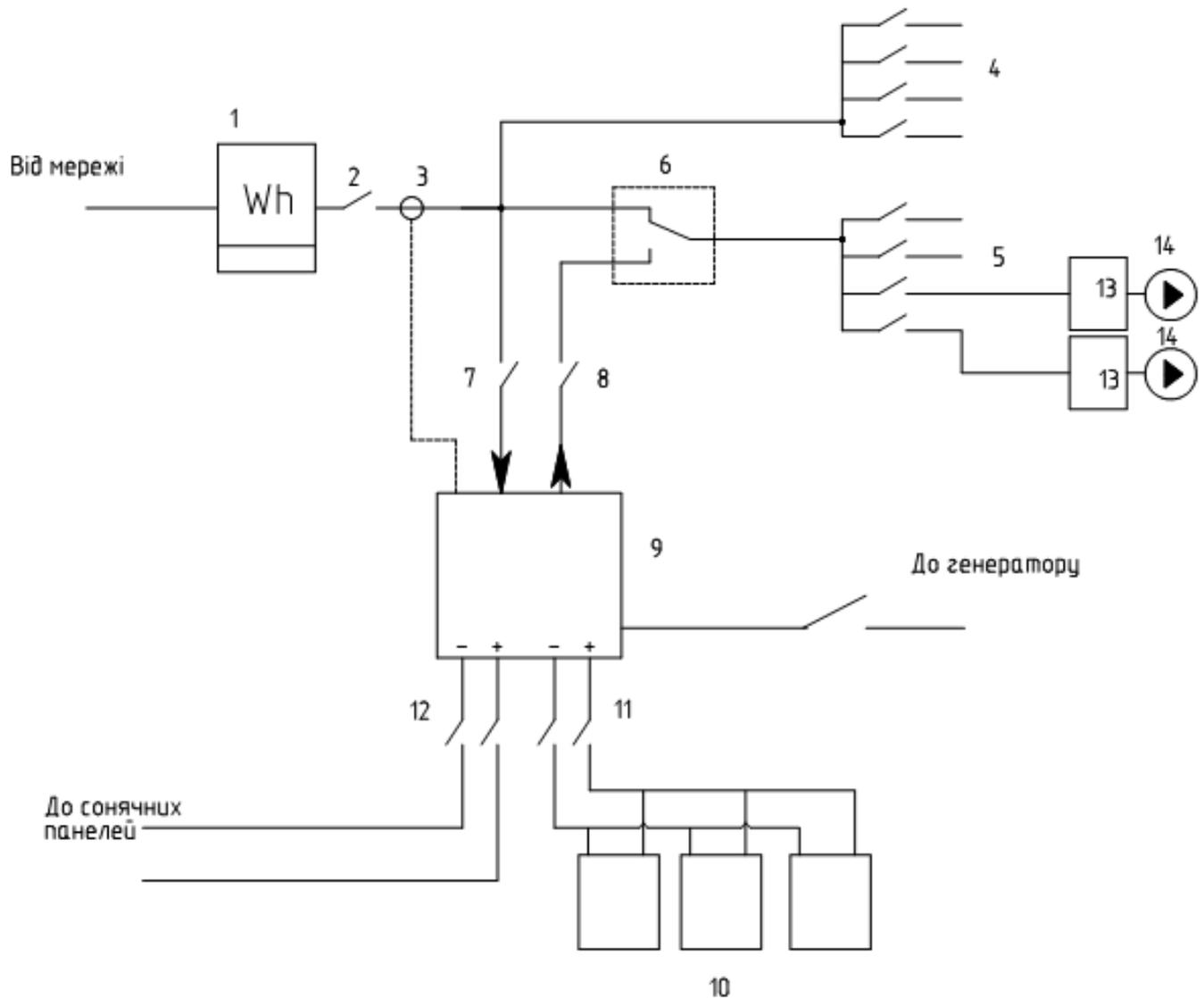


Рис. 2. Схема включення гібридного інвертора в схему живлення загальнобудинкових потреб з дооснащенням насосного обладнання частотними перетворювачами

1 – лічильник електричної енергії на вводі
2 – головний вимикач на вводі
3 – трансформатор струму (лічильник) для контролю перетоків
4 – споживачі, що не резервуються
5 – критичні споживачі, що резервуються
6 – двохпозиційних перемикач (живлення через інвертор чи напряму від мережі)
7 – автоматичний вимикач на вводі в інвертор

8 – автоматичний вимикач на виході з інвертора (до споживачів, що резервуються);
9 – гібридний інвертор
10 – акумуляторні батареї
11 – автоматичний вимикач постійного струму або запобіжники для підключення акумуляторів
12 – автоматичний вимикач або запобіжних для підключення сонячних панелей
13 – частотний перетворювач для насоса
14 – насоси систем опалення та гарячого водопостачання

Додаток 2
 до Технічного завдання
 до Договору № _____
 від _____

ПОГОДЖЕНО

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завдання на проектування
«Капітальний ремонт системи електропостачання житлового будинку
_____ за адресою _____»

Складено відповідно до вимог: ДБН А.2.2-3-2014 (зміна 1) «Склад та зміст проектної документації на будівництво»

№	Найменування даних та основних вимог	Основні дані та вимоги
1	Назва та місце розташування об'єкта	«Капітальний ремонт системи електропостачання житлового будинку _____ за адресою _____»
2	Підстава для проектування	Договір на виконання робіт
3	Вид будівництва	Капітальний ремонт
4	Дані про замовника	ОСББ «_____»
5	Джерело фінансування	Кошти ОСББ (або вказати кошти якого бюджету)
6	Дані про генерального проектувальника	

7	Стадійність проектування	<p>Згідно п.4.6.3 ДБН А.2.2-3:2014 (змiна 1) «Склад та змiст проектної документацiї на будiвництво» , узгодженим рiшенням Замовника та Проектувальника, проектування виконувати в одну стадiю – Робочий проект (РП).</p> <p>Склад проекту:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Розробка роздiлу пояснювальна записка (ПЗ); 2. Розробка роздiлу архiтектурно-будiвельнi рiшення (АБ); 3. Розробка роздiлу електротехнiчнi рiшення (ЕТР); 4. Розробка роздiлу блискавкозахист (БЗ) (перевiрка вiдповiдностi iснуючої системи блискавкозахисту); 5. Розробка роздiлу проект органiзацiї будiвництва (ПОБ); 6. Розробка роздiлу кошторисна документацiя (К).
8	Вихiднi данi для проектування	<ol style="list-style-type: none"> 1. Технiчне завдання. 2. Акт обстеження даху (виконується в межах розробки проектних робiт). 3. Акт обстеження насосного обладнання (виконується в межах розробки проектних робiт).
9	<p>Основнi архiтектурно-планувальнi вимоги i характеристики об'єкту.</p> <p>Потужнiсть або характеристика об'єкту</p>	<p>Архiтектурно-будiвельнi рiшення:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Потужнiсть iнвертора (iв) сонячної станцiї ___ кВт;

9		<ol style="list-style-type: none">2. Кількість інверторів визначається проектним рішенням, передбачити можливість моніторингу інверторів через мережу інтернет та можливість інверторів працювати паралельно в 3 фазній мережі та однофазній мережі для подальшого розширення станції;3. Потужність сонячних панелей повинна мати відхилення не більше _____ кВт; (рекомендовано від 50 до 120% від потужності інвертора);4. Акумуляторні батареї загальною ємністю ___ кВт-год (рекомендовано використовувати акумуляторні батареї ємністю в кВт-год, що вдвічі перевищує потужність інвертора в кВт, допускається ємність, що дорівнює потужності в кВт). Тип акумуляторних батарей LiFePo4;5. Спроекувати прилад обмеження генерації сонячної електростанції в мережу;6. Врахувати спеціальні кріплення для закріплення конструкцій до покрівлі будівлі (баластна система для плоских покрівель);7. Забезпечити доступ для можливості технічного обслуговування сонячної станції;8. Передбачити розташування опорного каркасу сонячної електростанції в місцях, де немає затемнення від конструктивних елементів будівлі;9. Виконати з'єднання сонячної електростанції з внутрішньою системою об'єкта;
---	--	--

9

10. Врахувати пусконаладжувальні роботи;
11. Передбачити облаштування захисних пристроїв (автоматичні вимикачі, пристрої захисного відключення, запобіжники, роз'єднувачі тощо) для захисту по постійному струму DC та змінному струму AC кабельних ліній від струмів короткого замикання кабельних ліній, захисту від комутаційних та атмосферних перенапруг;
12. Передбачити та виконати розрахунок захисного заземлення. Від існуючих заземлювальних систем (контурів заземлення) та/або при необхідності, будівництво нових заземлювальних систем для забезпечення нормальної роботи обладнання відповідно вимогам виробників;
13. Передбачити розподіл існуючих споживачів на «критичні», що будуть житися за відключеного зовнішнього електропостачання та «не критичних», що отримуватимуть живлення лише в період наявності зовнішнього електропостачання;
- 14. Передбачати встановлення частотних регуляторів на насосне обладнання потужністю від 1 кВт (за відсутності).**
- 15. Передбачити виконання перекомутації внутрішньобудинкових електричних мереж (модернізації силових електричних щитів) для забезпечення живлення критичного обладнання від одного інвертора(групи інверторів);**

9

16. Деталізувати робочі креслення металевих конструкцій системи кріплення для скатного даху;
17. Передбачити проектом моніторинг генерації електричної енергії;
18. Передбачити виділення резервних ліній від інверторів для живлення критичних споживачів відповідно до ТУ Замовника з відповідним розподілом ємності акумуляторних батарей;
19. Передбачити підключення до інвертора паливного генератора (виведення відповідного штекеру та сигнальної лінії назовні будинку) та встановлення додаткової комутаційної апаратури та автоматики (в разі, коли це не передбачено штатною конструкцією інвертора).

Перелік обладнання:

1. Сонячний фотоелектричні модулі загальною потужністю від ___ кВт.
2. Однофазний гібридний інвертор з можливістю нарощування потужності як шляхом підключення додаткового інвертора в однофазну мережу, так і шляхом об'єднання інверторів в трифазну мережу.
3. LiFePo4 Акумуляторні батареї, загальною ємністю не менше ___ кВт-год.
4. Сонячний кабель – перетин відповідно до розрахунку.
5. MC4 конектори.
6. Щит змінного струму.
7. Щит постійного струму.

9		<p>8. Комплект обладнання для модернізації електроцитів та перекомутації споживачів.</p> <p>9. Комплект Системи кріплення фотоелектричних модулів, спосіб кріплення визначається проектними рішеннями.</p> <p>10. Комплект для підключення паливного генератора.</p>
10	Черговість проектування та будівництва, необхідність виділення пускових комплексів	<p>Без виділення пускових комплексів або пусковий комплекс 1 – система резервування на базі акумуляторів та гібридного інвертора;</p> <p>пусковий комплекс 2 – встановлення та підключення до інвертора сонячних батарей;</p>
11	Клас наслідків (відповідальності) згідно ДБН В.1.2-14:2018.	<p>Відповідно ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності) будівель і споруд» попередньо визначений клас (наслідків) відповідальності – СС1, уточнюється розрахунком</p>
12	Вимоги з енергозбереження та енергоефективності.	Відсутні
13	Вимоги щодо розроблення розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони)	Відсутні
14	Вимоги до розроблення спеціальних заходів	Відсутні

15	Перелік документації і порядок прийому робіт	Проектно-кошторисна документація передається у 4-х примірниках та в електронному вигляді PDF
16	Забезпечити можливість вільного доступу для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення	Відсутні

Погоджено:

Головний інженер проекту

3. Сонячні системи що передбачають підключення ліфтового обладнання

Опис можливостей: забезпечення резервного живлення критичного обладнання для потреб місць загального користування, насосного обладнання систем водопостачання та тепlopостачання, а також ліфтового обладнання

Обсяг робіт:

- 1) проведення обстеження несучої здатності покрівлі та за необхідності розробка рекомендацій щодо підсилення покрівлі;
- 2) розробка проєктної документації та проходження експертизи (за необхідності);
- 3) поставка обладнання;
- 4) виконання монтажних робіт;
- 5) виконання пусконаладжувальних робіт та налаштування інвертора під потреби будинку (з пріоритетом по надійності енергопостачання, або по зниженню споживання з зовнішньої мережі);
- 6) навчання замовника;
- 7) безоплатне сервісне обслуговування (включно з налаштуванням) протягом 1 року;
- 8) надання доступу до онлайн-системи конфігурації та моніторингу інвертору.

Детальні вимоги щодо обладнання наведені в завданні на проєктування (Додаток 3).

Додаток 3
 до Технічного завдання
 до Договору № _____
 від _____

ПОГОДЖЕНО

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завдання на проектування
«Капітальний ремонт системи електропостачання житлового будинку
_____ за адресою _____»

Складено відповідно до вимог: ДБН А.2.2-3-2014 (зміна 1) «Склад та зміст проектної документації на будівництво»

№	Найменування даних та основних вимог	Основні дані та вимоги
1	Назва та місце розташування об'єкта	«Капітальний ремонт системи електропостачання житлового будинку _____ за адресою _____»
2	Підстава для проектування	Договір на виконання робіт
3	Вид будівництва	Капітальний ремонт
4	Дані про замовника	ОСББ «_____»
5	Джерело фінансування	Кошти ОСББ (або вказати кошти якого бюджету)
6	Дані про генерального проектувальника	

7	Стадійність проектування	<p>Згідно п.4.6.3 ДБН А.2.2-3:2014 (змiна 1) «Склад та змiст проектної документацiї на будiвництво» , узгодженим рiшенням Замовника та Проектувальника, проектування виконувати в одну стадiю – Робочий проект (РП).</p> <p>Склад проекту:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Розробка роздiлу пояснювальна записка (ПЗ); 2. Розробка роздiлу архiтектурно-будiвельнi рiшення (АБ); 3. Розробка роздiлу електротехнiчнi рiшення (ЕТР); 4. Розробка роздiлу блискавкозахист (БЗ) (перевiрка вiдповiдностi iснуючої системи блискавкозахисту); 5. Розробка роздiлу проект органiзацiї будiвництва (ПОБ); 6. Розробка роздiлу кошторисна документацiя (К).
8	Вихiднi данi для проектування	<ol style="list-style-type: none"> 1. Технiчне завдання. 2. Акт обстеження даху (виконується в межах розробки проектних робiт). 3. Акт обстеження насосного обладнання (виконується в межах розробки проектних робiт). 4. Акт обстеження лiфтового господарства.
9	<p>Основнi архiтектурно-планувальнi вимоги i характеристики об'єкту. Потужнiсть або характеристика об'єкту</p>	<p>Архiтектурно-будiвельнi рiшення:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Потужнiсть iнвертора (iв) сонячної станцiї ___ кВт;

9		<ol style="list-style-type: none">2. Кількість інверторів визначається проектним рішенням, передбачити можливість моніторингу інверторів через мережу інтернет та можливість інверторів працювати паралельно в 3 фазній мережі та однофазній мережі для подальшого розширення станції;3. Потужність сонячних панелей повинна мати відхилення не більше _____ кВт; (рекомендовано від 50 до 120% від потужності інвертора);4. Акумуляторні батареї загальною ємністю ___ кВт-год (рекомендовано використовувати акумуляторні батареї ємністю в кВт-год, що вдвічі перевищує потужність інвертора в кВт, допускається ємність, що дорівнює потужності в кВт). Тип акумуляторних батарей LiFePo₄;5. Спроекувати прилад обмеження генерації сонячної електростанції в мережу;6. Врахувати спеціальні кріплення для закріплення конструкцій до покрівлі будівлі (баластна система для плоских покрівель);7. Забезпечити доступ для можливості технічного обслуговування сонячної станції;8. Передбачити розташування опорного каркасу сонячної електростанції в місцях, де немає затемнення від конструктивних елементів будівлі;9. Виконати з'єднання сонячної електростанції з внутрішньою системою об'єкта;
---	--	---

9

10. Врахувати пусконаладжувальні роботи;
11. Передбачити облаштування захисних пристроїв (автоматичні вимикачі, пристрої захисного відключення, запобіжники, роз'єднувачі тощо) для захисту по постійному струму DC та змінному струму AC кабельних ліній від струмів короткого замикання кабельних ліній, захисту від комутаційних та атмосферних перенапруг;
12. Передбачити та виконати розрахунок захисного заземлення. Від існуючих заземлювальних систем (контурів заземлення) та/або при необхідності, будівництво нових заземлювальних систем для забезпечення нормальної роботи обладнання відповідно вимогам виробників;
13. Передбачити розподіл існуючих споживачів на «критичні», що будуть жити за відключеного зовнішнього електропостачання та «не критичних», що отримуватимуть живлення лише в період наявності зовнішнього електропостачання;
14. Передбачити встановлення частотних регуляторів на насосне обладнання потужністю від 1 кВт (за відсутності).
15. Передбачити виконання перекомутації внутрішньобудинкових електричних мереж (модернізації силових електричних щитів) для забезпечення живлення критичного обладнання від одного інвертора(групи інверторів);

9		<p>16. Передбачити систему автоматики, що не дозволяла б роботу ліфтів, які резервуються за умови, що заряд батарей нижчий ніж необхідно для відпрацювання 5 циклів роботи ліфта. При цьому має бути забезпечено штатне «паркування» ліфта та уникнення блокування пасажирів всередині кабіни.</p> <p>17. Підбір інверторів та акумуляторів здійснити з урахуванням пускових струмів ліфтів (провести додаткові заміри).</p> <p>18. Передбачити модернізацію системи керування ліфтами за погодженням з виробником ліфтів, або компанією, відповідальною за експлуатацію ліфтів.</p> <p>19. Деталізувати робочі креслення металевих конструкцій системи кріплення для скатного даху.</p> <p>20. Передбачити проектом моніторинг генерації електричної енергії.</p> <p>21. Передбачити виділення резервних ліній від інверторів для живлення критичних споживачів відповідно до ТУ Замовника з відповідним розподілом ємності акумуляторних батарей.</p> <p>22. Передбачити підключення до інвертора паливного генератора (виведення відповідного штекеру та сигнальної лінії назовні будинку) та встановлення додаткової комутаційної апаратури та автоматики (в разі, коли це не передбачено штатною конструкцією інвертора).</p>
---	--	--

9		<p>Перелік обладнання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сонячний фотоелектричні модулі загальною потужністю від ___ кВт. 2. Трифазний гібридний інвертор з можливістю нарощування потужності як шляхом підключення додаткового інвертора. Дозволяється застосовувати три (або більше) однофазних інверторів, що можуть реалізовувати трифазну мережу. 3. LiFePo4 Акумуляторні батареї, загальною ємністю не менше ___ кВт-год. 4. Сонячний кабель– перетин відповідно до розрахунку. 5. MC4 конектори 6. Щит змінного струму 7. Щит постійного струму 8. Комплект обладнання для модернізації електрощитів та перекомутації споживачів 9. Комплект Системи кріплення фотоелектричних модулів, спосіб кріплення визначається проектними рішеннями 10. Комплект для підключення паливного генератора.
10	<p>Черговість проектування та будівництва, необхідність виділення пускових комплексів</p>	<p>Без виділення пускових комплексів або пусковий комплекс 1 – система резервування на базі акумуляторів та гібридного інвертора; пусковий комплекс 2 – встановлення та підключення до інвертора сонячних батарей</p>

11	Клас наслідків (відповідальності) згідно ДБН В.1.2-14:2018.	Відповідно ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності) будівель і споруд» попередньо визначений клас (наслідків) відповідальності – СС1, уточнюється розрахунком
12	Вимоги з енергозбереження та енергоефективності.	Відсутні
13	Вимоги щодо розроблення розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони)	Відсутні
14	Вимоги до розроблення спеціальних заходів	Відсутні
15	Перелік документації і порядок прийому робіт	Проектно-кошторисна документація передається у 4-х примірниках та в електронному вигляді PDF
16	Забезпечити можливість вільного доступу для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення	Відсутні

Погоджено:

Головний інженер проекту _____

4. Сонячні системи інтегровані з системою гарячого водопостачання

Опис можливостей: забезпечення утилізації надлишків сонячної енергії на потреби гарячого водопостачання, моніторинг роботи теплового пункта та систем опалення та гарячого водопостачання

Обсяг робіт:

- 1) проведення обстеження системи гарячого водопостачання;
- 2) розробка проєктної документації та проходження експертизи (за необхідності);
- 3) поставка обладнання;
- 4) виконання монтажних робіт;
- 5) виконання пусконаладжувальних робіт та налаштування системи автоматики;
- 6) навчання замовника;
- 7) безоплатне сервісне обслуговування (включно з налаштуванням) протягом 1 року;
- 8) надання доступу до онлайн-системи конфігурації та моніторингу інвертору.

Детальні вимоги щодо обладнання наведені в завданні на проєктування (Додаток 4).

Схема включення в систему гарячого водопостачання наведена на рис. 3, схема включення в електричну мережу наведена на рис. 4.

Опис роботи схеми:

Система керування нагрівачем баку-акумулятора (електричним або тепловим насосом) відслідковує наявність надлишку сонячної генерації (в період, коли акумулятори повністю заряджені, а споживана потужність нижча ніж потенційна потужність генерації). В разі коли надлишко наявний – вмикається електронагрівач баку акумулятора. При цьому температура в баку може сягати 80-90 градусів. Через байпас в лінії циркуляції гарячого водопостачання охолоджена вода потрапляє в бак, де нагрівається і поступає на вхід теплообмінника. Змішувачий клапан забезпечує температуру на вході не вище ніж 55-60 градусів. За рахунок того, що температура на вході в теплообмінник підвищується – зменшується (або повністю зникає) необхідність догріву гарячої води теплоносієм з теплової мережі, що дозволяє економити теплову енергію.

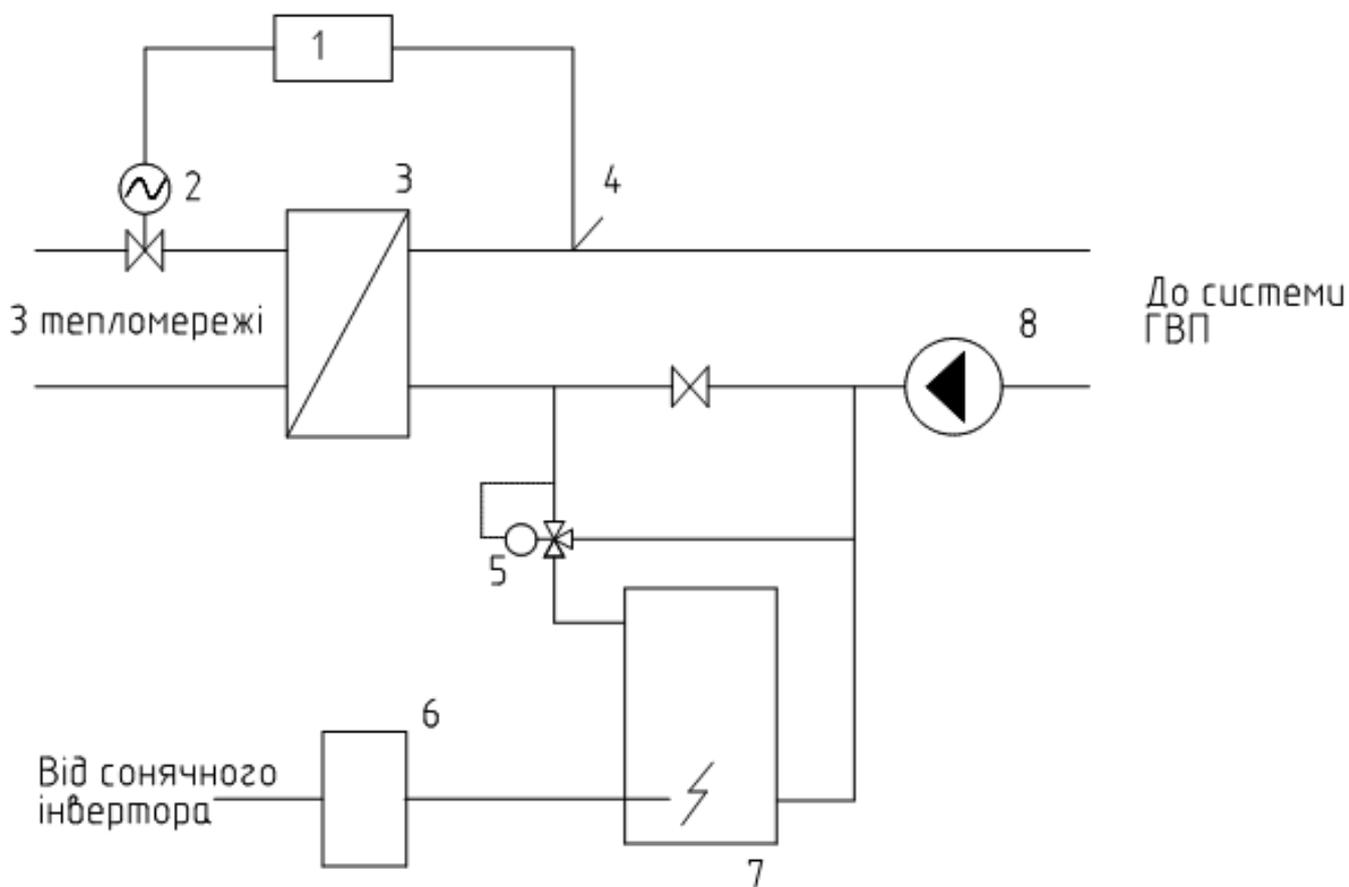


Рис. 3. Схема включення системи підігріву гарячої води від сонячної електростанції

1 – контролер системи гарячого водопостачання для регулювання температури
2 – регулятор температури гарячої води
3 – теплообмінник системи ГВП (існуючий)
4 – датчик температури ГВП
5 – змішувачий клапан для запобігання перегріву води в системі ГВП

6 – шафа підключення електронагрівача для теплоаккумулятора гарячого водопостачання з системою керування
7 – ємнісний водонагрівач для акумулювання надлишків сонячної енергії
8 – циркуляційний насос гарячого водопостачання;

Додаток 4
 до Технічного завдання
 до Договору № _____
 від _____

ПОГОДЖЕНО

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завдання на проектування
«Капітальний ремонт системи гарячого водопостачання житлового будинку
_____ за адресою _____»

Складено відповідно до вимог: ДБН А.2.2-3-2014 (зміна 1) «Склад та зміст проектної документації на будівництво»

№	Найменування даних та основних вимог	Основні дані та вимоги
1	Назва та місце розташування об'єкта	«Капітальний ремонт системи електропостачання житлового будинку _____ за адресою _____»
2	Підстава для проектування	Договір на виконання робіт
3	Вид будівництва	Капітальний ремонт
4	Дані про замовника	ОСББ «_____»
5	Джерело фінансування	Кошти ОСББ (або вказати кошти якого бюджету)
6	Дані про генерального проектувальника	

7	Стадійність проектування	<p>Згідно п.4.6.3 ДБН А.2.2-3:2014 (змiна 1) «Склад та змiст проектної документацiї на будiвництво» , узгодженим рiшенням Замовника та Проектувальника, проектування виконувати в одну стадiю – Робочий проект (РП).</p> <p>Склад проекту:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Розробка роздiлу пояснювальна записка (ПЗ); 2. Розробка роздiлу архiтектурно-будiвельнi рiшення (АБ); 3. Розробка роздiлу електротехнiчнi рiшення (ЕТР); 4. Розробка роздiлу блискавкозахист (БЗ) (перевiрка вiдповiдностi iснуючої системи блискавкозахисту); 5. Розробка роздiлу проект органiзацiї будiвництва (ПОБ); 6. Розробка роздiлу кошторисна документацiя (К).
8	Вихiднi данi для проектування	<ol style="list-style-type: none"> 1. Технiчне завдання; 2. Акт обстеження системи гарячого водопостачання;
9	<p>Основнi архiтектурно-планувальнi вимоги i характеристики об'єкту.</p> <p>Потужнiсть або характеристика об'єкту</p>	<p>Архiтектурно-будiвельнi рiшення:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановлення бакiв акумуляторiв для кожної зони гарячого водопостачання, 2. Ємнiсть бакiв визначається виходячи з надлишкiв сонячної генерацiї в лiтнiй перiод та потреб в гарячому водопостачання. Робочий температурний дiапазон бакiв 50-800С;

9	<p>3. Передбачити встановлення автоматичного змішувача для недопущення подачі в систему гарячої води температурою вище 600С.</p> <p>4. Передбачити систему нагріву з використанням ТЕНів (або теплових насосів), що включатиметься лише за наявності надлишків сонячної генерації з можливістю обмеження використання на нагрів електричної енергії з зовнішньої мережі або від електричних акумуляторів.</p> <p>5. Передбачити інтеграцію баків акумуляторів в існуючу систему гарячого водопостачання з догрівом від існуючого джерела.</p> <p>6. Передбачити систему енергомоніторингу, що включає контроль за:</p> <ul style="list-style-type: none">- споживання електроенергії з мережі на загальнобудинкові потреби;- споживання холодної та гарячої води на загальнобудинкові потреби- споживанням теплової енергії на загальнобудинкові потреби (включно з показниками температури та витрат);- генерацією енергії сонячною електростанцією;- температурою в баках накопичувачах та в подавальному та циркуляційному трубопроводах систем гарячого водопостачання та опалення. <p>7. Врахувати пусконаладжувальні роботи.</p>
---	--

9		<p>Перелік обладнання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Баки-теплоаккумулятори з електричними водонагрівачами та теплоізоляцією. 2. Система керування електронагрівачами по пріоритету надлишку сонячної генерації. 3. Система моніторингу енергоспоживання та технологічних параметрів. 4. Програмне забезпечення для системи моніторингу. 5. Трубопроводи, запірні та регулююча арматура, фітинги.
10	Черговість проектування та будівництва, необхідність виділення пускових комплексів	Без виділення пускових комплексів
11	Клас наслідків (відповідальності) згідно ДБН В.1.2-14:2018	Відповідно ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності) будівель і споруд» попередньо визначений клас (наслідків) відповідальності – СС1, уточнюється розрахунком
12	Вимоги з енергозбереження та енергоефективності	Відсутні
13	Вимоги щодо розроблення розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони)	Відсутні

14	Вимоги до розроблення спеціальних заходів	Відсутні
15	Перелік документації і порядок прийому робіт	Проектно-кошторисна документація передається у 4-х примірниках та в електронному вигляді PDF
16	Забезпечити можливість вільного доступу для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення	Відсутні

Погоджено:

Головний інженер проекту

РОЗДІЛ II. СИСТЕМИ РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ НА БАЗІ СОНЯЧНИХ ІНВЕРТОРІВ ОПИС ВАРІАНТІВ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ БАГАТОКВАРТИРНИХ БУДІВЕЛЬ



ЗМІСТ РОЗДІЛУ II.

ВСТУП	42
1. Загальні підходи до забезпечення резервного живлення на базі сонячних інверторів	43
2. Використання сонячних інверторів для забезпечення резервування систем освітлення та безпеки	45
3. Використання сонячних інверторів для резервування насосного обладнання	46
4. Використання сонячних інверторів для забезпечення живлення ліфтового господарства	47
5. Можливості використання надлишків сонячної генерації та ємності акумуляторних батарей	48
ВИСНОВКИ	50



ВСТУП

Виклики воєнного часу, зокрема руйнування енергетичної інфраструктури, стали поштовхом для співвласників багатоквартирних будинків до впровадження різноманітних систем резервного живлення. Якщо у 2022-2023 роках основними резервними джерелами розглядалися бензинові та дизельні генератори, то в 2024 році акценти почали зміщуватися в бік систем з акумуляуванням енергії, насамперед сонячних гібридних інверторів. Ці системи дозволяли не лише вирішувати поточні завдання резервування, а й у перспективі забезпечувати зниження споживання електроенергії та виконувати функції балансування електромереж.

Цьому сприяло також зниження вартості таких сонячних станцій, хоча спостерігалися пікові періоди, пов'язані з тимчасовим дефіцитом обладнання в Україні.

У цьому дослідженні систематизовано досвід використання сонячних гібридних інверторів для багатоквартирних будинків у контексті забезпечення резервного живлення, а також окреслено перспективи розвитку зазначених систем як у воєнний період, так і в мирний час.

1. Загальні підходи до забезпечення резервного живлення на базі сонячних інверторів

Першочерговим завданням при виборі та впровадженні гібридної системи резервування є визначення споживачів, які потребують пріоритетного живлення, та оптимізація їхнього енергоспоживання. Це дозволяє суттєво зменшити капіталовкладення і підвищити ефективність всієї системи електропостачання загалом.

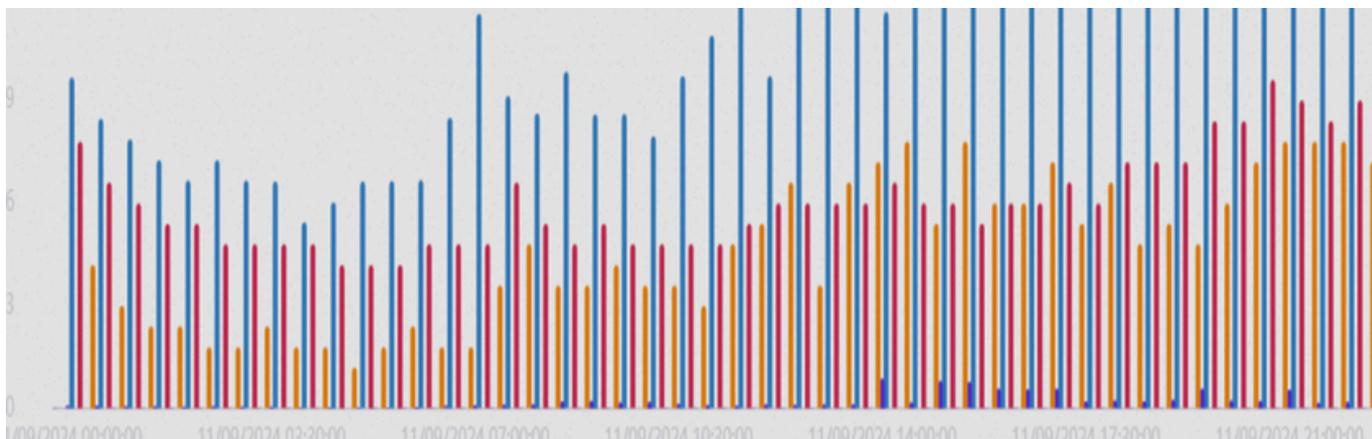


Рис. 1. Аналіз графіків споживання електричної енергії для оптимізації витрат

Отже, насамперед необхідно провести ревізію енергоспоживачів, максимально знизити їхню потужність, час роботи та пускові струми. Серед найочевидніших заходів для цього можна виділити:

- заміну ламп розжарювання та люмінесцентних ламп на світлодіодні;
- встановлення сутінкових датчиків і датчиків руху на освітлювальні прилади для зменшення часу їхньої роботи (з дотриманням вимог безпеки);
- встановлення частотних регуляторів на потужні (від 1 кВт) насоси;
- відключення або переключення електронагрівального обладнання (електробойлерів, електронагрівачів) на окремі лінії;
- ревізію ліній електромережі та автоматичних вимикачів із подальшим зниженням їхнього номіналу, якщо це необхідно, щоб уникнути перевантажень.

Після виконання зазначених робіт наступним кроком має бути визначення профілю навантаження. Це можна зробити розрахунковим шляхом, маючи дані про потужність і періоди роботи підключеного обладнання, або шляхом замірів за допомогою встановлених загальнобудинкових лічильників чи портативних аналізаторів параметрів електроенергії.

На цьому етапі необхідно визначити дві ключові характеристики майбутньої системи резервування:

- максимальна потужність (для вибору інвертора) – вимірюється у кВт;
- середньогодинне споживання (для підбору ємності батарей) – вимірюється у кВт·год.

З огляду на попередній досвід, рекомендується розраховувати ємність батарей на щонайменше 4 години автономної роботи найбільш критичних споживачів, таких як насосне обладнання систем опалення та водопостачання, аварійне освітлення й системи безпеки.

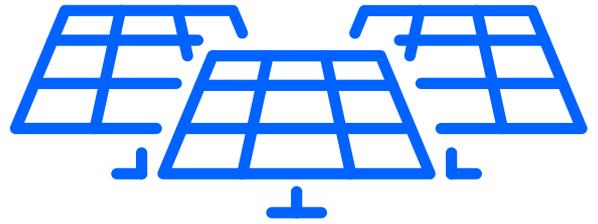
Наступний крок – визначення точки або точок підключення систем резервування. У ряді випадків обладнання може живитися від різних джерел через окремі лічильники, що, відповідно, може вимагати прокладання додаткових кабелів і встановлення захисної автоматики.

Важливим аспектом вибору точки підключення є також врахування підключення сонячних панелей до інвертора та вибору оптимального місця його розташування. Це можуть бути приміщення ближче до горища (щоб мінімізувати довжину лінії постійного струму між інвертором і сонячними панелями) або приміщення ближче до джерела електроенергії чи основних споживачів. Водночас важливо врахувати наявність достатнього місця для встановлення обладнання.

Під час вибору обладнання слід забезпечити відповідність потужності інвертора та підключених споживачів ємності й потужності акумуляторів. Виходячи з досвіду експлуатації таких систем та обмежень щодо максимальних струмів для акумуляторів, рекомендується, щоб ємність акумуляторних батарей у кВт·год була вдвічі більшою за потужність інвертора у кВт.

Таке співвідношення дозволяє максимально ефективно використовувати електроенергію від сонячних панелей, «розтягуючи» денну сонячну енергію на всю добу влітку. У періоди з недостатньою сонячною інсоляцією це мінімізує споживання електроенергії з мережі в пікові години.

Щодо потужності сонячних панелей, то з огляду на суттєве зниження їхньої вартості основним обмеженням зазвичай є доступна площа даху та можливість розмістити панелі поза зонами затінення.



Ще одним важливим аспектом вибору систем резервування на базі сонячних гібридних інверторів є можливість їх заряджання за допомогою паливного генератора (стаціонарного або пересувного). Інвертор повинен мати штатне підключення до генератора або забезпечувати можливість такого підключення через відповідну систему.

Система генератор-інвертор-акумулятор-навантаження є значно ефективнішою за систему генератор-навантаження, оскільки вона дозволяє генератору працювати в номінальному навантаженні (заряджаючи акумулятори) та вимикатися після завершення зарядки. Це сприяє мінімізації витрат на дороге паливо під час тривалих відключень електроенергії та за відсутності достатньої сонячної інсоляції. Крім того, така система дозволяє використовувати один мобільний генератор для обслуговування кількох будинків.

2. Використання сонячних інверторів для забезпечення резервування систем освітлення та безпеки

Для 5- та 9-поверхових будівель основними споживачами електричної енергії зазвичай є пристрої в місцях загального користування (за винятком ліфтів у дев'ятиповерхівках). У більшості випадків для резервування достатньо однофазного гібридного інвертора.

З огляду на те, що основне споживання припадає на вечірні та нічні години й здебільшого стосується освітлення (для будівель до 10 поверхів, які не мають закритих коридорів), під час підбору важливо забезпечити достатню ємність акумулятора для покриття вечірньо-нічного піку.

Сонячні панелі доцільно обирати з розрахунку повного покриття споживання у вересні-жовтні. Це дозволить у зимовий період забезпечити значний час резервування (з урахуванням рівня сонячної інсоляції), а в літній час – мати певний надлишок генерації, який можна спрямувати на інші потреби.

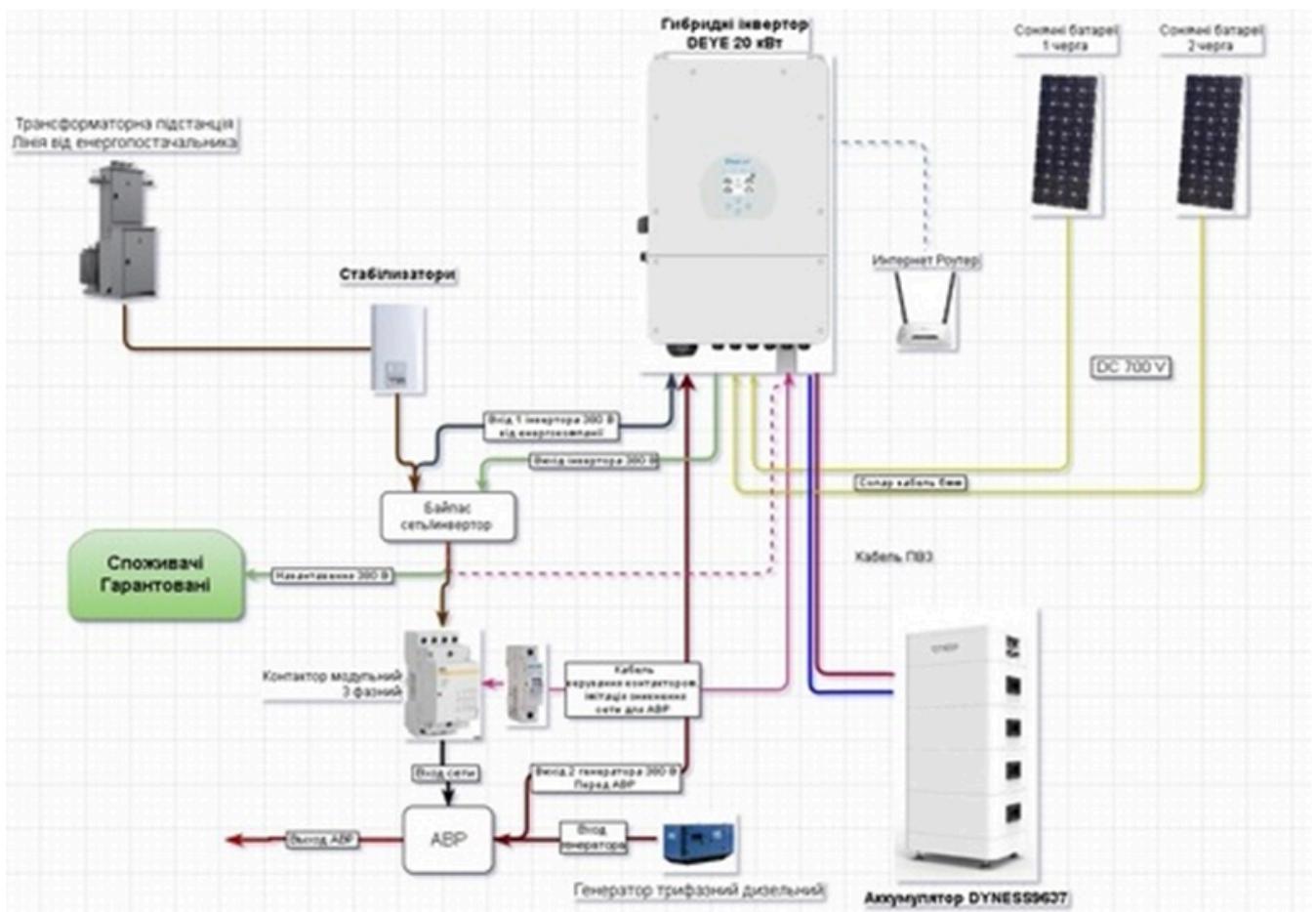


Рис. 2. Узагальнена схема включення гібридного інвертору в загальнобудинкову мережу

3. Використання сонячних інверторів для резервування насосного обладнання

У будинках, де встановлені насоси в системах опалення та водопостачання, необхідно врахувати наступні аспекти:

- **Тип насосів** – якщо хоча б один з них є трифазним, слід встановлювати трифазний інвертор або організувати систему з трьох однофазних інверторів, що можуть працювати у трифазному режимі.
- **Наявність частотних регуляторів** – для насосів потужністю понад 1 кВт рекомендовано передбачити встановлення частотних регуляторів. Це дозволить використовувати інвертор і батарею меншої потужності та зменшити споживання електроенергії в період штатної роботи системи електропостачання.

- **Відсутність частотних регуляторів** – якщо встановлення частотного приводу неможливе, а резервується одночасно кілька насосів, для зменшення сумарного пускового струму потрібно передбачити встановлення таймерів. Це дозволить уникнути одночасного увімкнення кількох насосів і запобігти перевантаженню інвертора.



Рис. 3 Підключення насосного обладнання через частотні регулятори

4. Використання сонячних інверторів для забезпечення живлення ліфтового господарства

Забезпечення резервного живлення ліфтів є, мабуть, найскладнішим завданням, оскільки воно пов'язане з питаннями безпеки. Проте результати проведених замірів та досвід реалізації дозволяють стверджувати про можливість такого резервування за умови дотримання наступних рекомендацій:

- **старі ліфти з двоступеневими двигунами без частотного приводу** – необхідно забезпечити 3–4-кратний запас потужності інвертора порівняно з номінальним струмом ліфта;

- **ліфти з частотним приводом та системою рекуперації** – важливо враховувати можливість повернення енергії до мережі під час гальмування. Це може спричинити аварійну ситуацію для інвертора (аж до виходу з ладу). У такому випадку слід адаптувати систему керування ліфтом, використовуючи гальмівні резистори. Зміна схеми керування має виконуватися лише спеціалізованими підприємствами за погодженням із виробниками ліфтів;
- **ліфти з частотним приводом без системи рекуперації** – для таких ліфтів значний запас потужності інвертора не є необхідним;
- **вибір ліфта для резервування** – через високе споживання електроенергії ліфтами та наявність декількох ліфтів у під'їзді важливо правильно обрати той, що буде резервуватися. Зазвичай вантажний ліфт, здатний перевозити в 2–3 рази більше пасажирів, має потужність лише на 50–70% вищу порівняно з пасажирським.

5. Можливості використання надлишків сонячної генерації та ємності акумуляторних батарей

З огляду на суттєве здешевлення сонячних панелей, доцільно збільшувати їх кількість для забезпечення повного покриття потреб в електропостачанні місць загального користування не лише в літній, а й в осінній та весняний періоди. При цьому в літній час виникатиме надлишок генерації, який необхідно використовувати з максимальною користю.

Продаж надлишків в мережу має свої обмеження, як організаційні – необхідність укласти додаткові договори, так і фінансові – вартість електроенергії на ринку в години максимальної сонячної інсоляції, як правило, низька. Крім того, продаж електроенергії на потреби квартир наразі не є законодавчо врегульованим.

Проте залишається можливість використання надлишків для гарячого водопостачання (за умови наявності централізованого підігріву гарячої води). Це дозволить знизити вартість гарячого водопостачання (якщо житловий будинок є колективним споживачем теплової енергії) або витрати на «функціонування системи гарячого водопостачання» (незалежно від форми договірних відносин з теплопостачальною організацією).

Технічно це може бути реалізовано як за рахунок прямого нагріву ємнісних водонагрівачів (своєрідна система акумуляції, що значно дешевша за акумуляторні батареї), так і з використанням теплових насосів, що дозволить суттєво підвищити відсоток покриття потреб в гарячому водопостачанні або навіть повністю закрити потребу в ГВП.

З огляду на співвідношення між вартістю газу та електроенергії (як для побутових, так і для комерційних тарифів), що склалося у 2024 році, використання теплових насосів саме разом із сонячними батареями є чи не єдиним варіантом, що забезпечує прийнятну окупність проєктів із застосування теплових насосів. В інших випадках вартість теплової енергії, виробленої тепловими насосами, наближається до вартості теплової енергії від газових котлів.



Рис. 4. Баки акумулятори для утилізації надлишків сонячної енергії

Наявність акумуляторних батарей у перспективі (після переходу на комерційну вартість електроенергії для житлових будинків та можливості працювати на ринку електроенергії) дозволить брати участь у балансуванні електричної мережі, оптимізуючі пікові навантаження та використовуючи дешеву "нічну" електричну енергію.

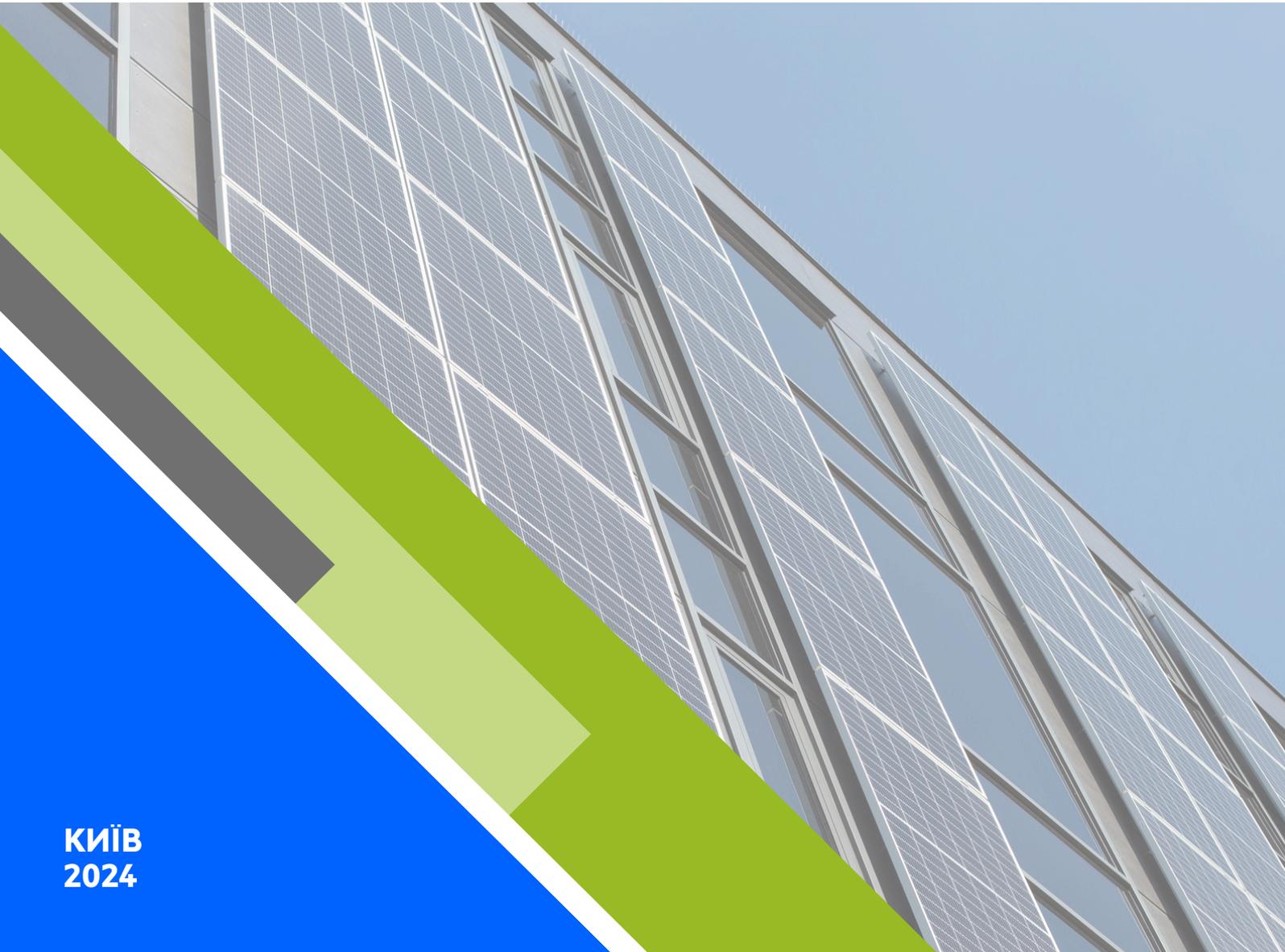
ВИСНОВКИ

На даний час встановлення систем резервування для багатоквартирних будівель є оптимальним рішенням з можливістю подальшого розширення до повноцінної сонячної електростанції. Тобто з часом така система стане самоокупною, а також зможе позитивно впливати на роботу зовнішньої мережі навіть за умови відсутності відключень.

Складність та низька економічна привабливість продажу надлишків електроенергії вказують на необхідність максимального використання електроенергії на власні потреби будинку. Найбільш перспективним для цього (як з огляду на технічні рішення, так і з огляду на організаційні) – є використання надлишків для системи гарячого водопостачання, як на основі "прямого нагріву", так і на базі теплових насосів. Це дозволить резервувати не лише потреби в електроенергії для місць загального користування, а й зменшити витрати на систему гарячого водопостачання.

За умови змін до законодавства перспективним могло б бути використання електроенергії, згенерованої такими сонячними електростанціями, на потреби окремих квартир чи нежитлових приміщень. Проте за існуючих правил ринку електроенергії це наразі практично неможливо.

РОЗДІЛ III. АНАЛІЗ РИНКУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РЕЗЕРВНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НА БАЗІ СОНЯЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ



ЗМІСТ РОЗДІЛУ III.

ВСТУП	53
1.Інвертори	54
2.Акумуляторні батареї	58
3.Сонячні батареї	60
ВИСНОВКИ	62

ВСТУП

Протягом 2022-2024 років відбувся бум інсталяцій сонячних систем резервування в багатоквартирних будинках. Серед основних причин — відключення електропостачання, збільшення вартості електричної енергії та поява програм співфінансування. Окрім того, це також відповідає загальносвітовим тенденціям (рис. 1).

Зазначений звіт підготовлено для підвищення обізнаності замовників робіт у секторі сонячних установок та надання допомоги під час вибору обладнання. Моделі обладнання та виробники, що згадуються в дослідженні, обрані з огляду на широке представлення на ринку та наявність прикладів застосування в багатоквартирних житлових будівлях. Цей перелік не є вичерпним і може бути в подальшому розширений.

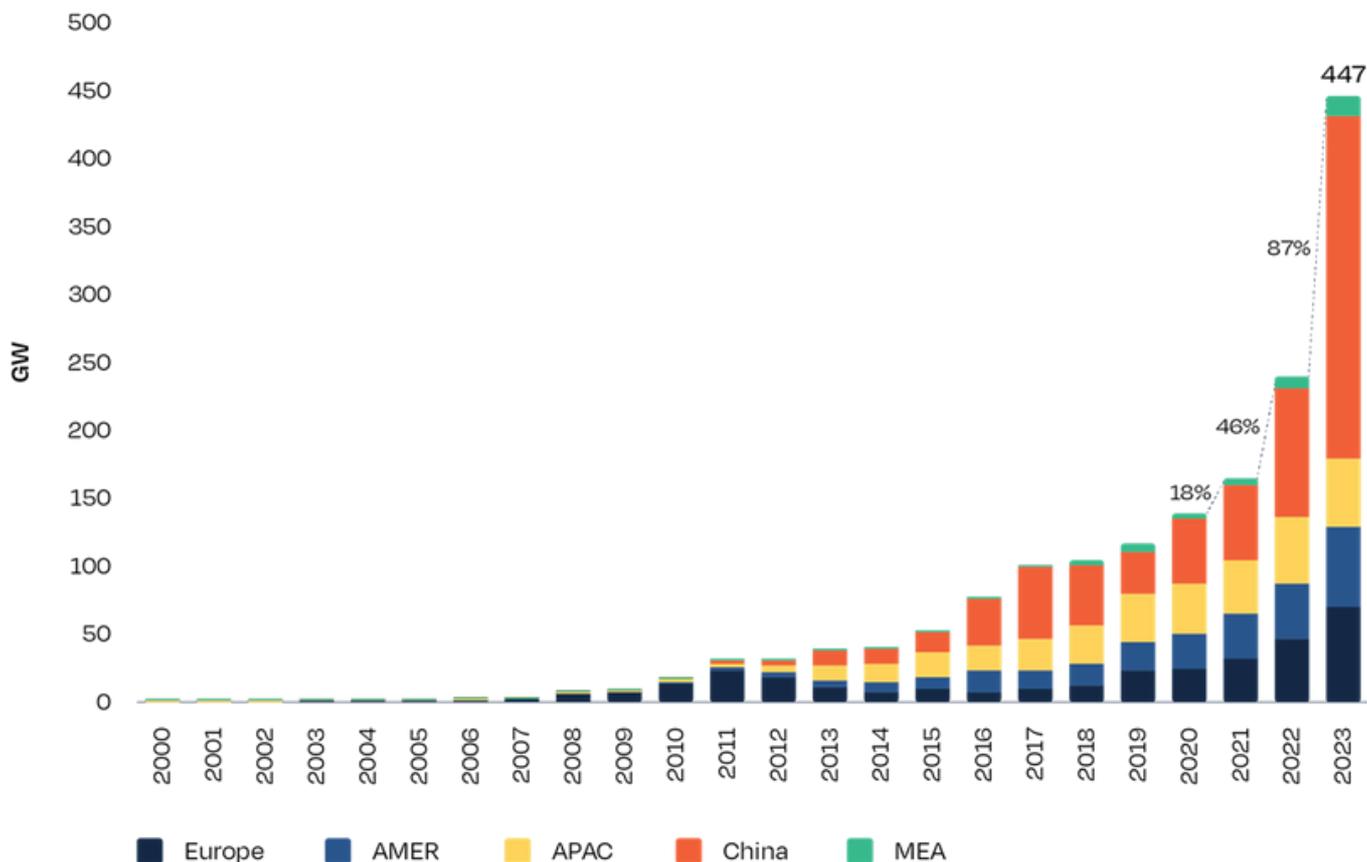


Рис. 1. Зростання потужностей сонячних систем в світі

1. Інвертори

Інвертор є ключовим елементом як системи сонячної генерації, так і системи резервування, і саме від його вибору залежить можливість подальшого розширення сонячної системи.

Ключовими характеристиками інверторів є наступні:

№	Характеристика	На що впливає і на що необхідно звернути увагу
1	Максимальна потужність	Потужність пристроїв, що можуть живитися від інвертора
2	Максимальна потужність заряду акумуляторів	Швидкість заряджання акумуляторів
3	Наявність та кількість вбудованих MPPT контролерів	Можливість безпосереднього підключення сонячних панелей та кількість полів сонячних панелей (стрінгів), що можуть бути підключені до інвертора (впливає на можливість підключення сонячних панелей з різною орієнтацією)
4	Можливість безпосереднього підключення генератора	Проста інтеграція генератора в систему резервного живлення
5	Можливість з трьох однотипних однофазних інверторів утворювати трифазну систему живлення	Можливість розширення системи та підключення трифазних споживачів та збільшення потужності резервування

6	Можливість паралельного включення інверторів для збільшення потужності резервування	Можливість поступового збільшення потужності резервування та сонячної генерації
7	Високочастотна чи низькочастотна конструкція	Впливає на здатність витримувати короточасні перевантаження. Низькочастотна конструкція має переваги в цьому параметрі.
8	Пасивна чи активна система охолодження	Пасивна система має перевагу з огляду на шумові характеристики, в той час як вентиляторна система має менші обмеження щодо місця встановлення
9	Напруга акумуляторних батарей (низьковольтні та високовольтні)	Низьковольтні системи, як правило, обмежені по потужності в режимі резервування через значні струми. В той же час високовольтні системи дозволяють отримати більшу потужність з меншою кількістю обладнання

З огляду на збільшення конкуренції та певне насичення ринку пропозиціями, протягом осені 2024 року спостерігається зниження вартості обладнання та збільшення номенклатури.

Серед найбільш поширених виробників гібридних інверторів, представлених на ринку, можна відзначити наступні:

Європейські виробники

Victron

Голландський виробник обладнання для сонячних систем. Наявна широка лінійка однофазних інверторів до 15 кВт включно з можливістю підключення акумуляторів напругою 48 В.



Інвертори цього виробника побудовані на низькочастотній технології. Особливістю більшості моделей є відсутність вбудованого MPPT-контролера, що потребує додаткових пристроїв для підключення сонячних панелей. Також більшість інверторів не містить вбудованої системи моніторингу та керування, яка комплектується окремо.

Обладнання цього виробника дозволяє гнучко компонувати систему, в тому числі є змога підключати інвертори паралельно для формування потужних однофазних та трьохфазних систем.

Налаштування та підключення інвертора потребує дещо вищої кваліфікації, ніж для продукції інших виробників, але при цьому слід відзначити наявність дуже докладної документації.

Ще однією особливістю таких інверторів є можливість у ряді моделей використовувати вже встановлені мережеві інвертори в якості «контролера заряду», тобто перетворювати мережеві станції на гібридні.

Система охолодження інверторів активна.

Зазначені інвертори мають порівняно високу вартість.

Fronius

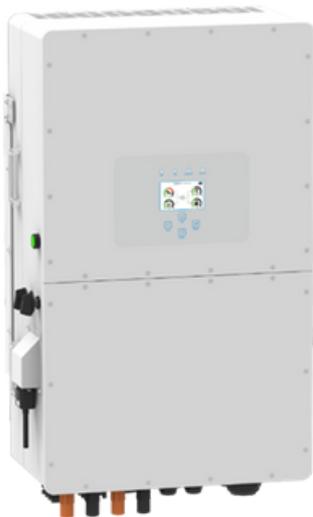
Ще один європейський виробник, що представлений на українському ринку, але через досить високу вартість не має лінійки гібридних інверторів з активним охолодженням потужністю до 10 кВт в однофазному виконанні.



Китайські виробники

Deye

Дуже популярний в Україні виробник інверторів, що має широку лінійку від 5 до 50 кВт як в однофазному, так і в трифазному виконанні з можливістю нарощування потужності.



Перевагою таких інверторів є також штатна можливість підключення генератора та безшумне виконання. Інвертори належать до класу «високочастотних», тому необхідно звертати особливу увагу на підключене навантаження. Вони дозволяють будувати системи з потужністю більше 100 кВт, підключаючи паралельно кілька інверторів. Є моделі, що працюють як з акумуляторами напругою 48 В, так і з високовольтними акумуляторами.

Luxpower

Ще один представник серед китайських компаній. У лінійці наявні однофазні інвертори як з пасивним, так і з активним охолодженням. Є моделі, що дозволяють підключати безпосередньо до генератора. Як і інвертори Deye, вони дозволяють поєднувати кілька інверторів, створюючи більш потужні однофазні та трифазні системи накопичення.



Виробники Luxpower та Deye знаходяться в одному ціновому діапазоні.

Solis

Ще один представник гібридних інверторів на ринку України. Мають одно- та трифазні моделі.



Останнім часом з'явилася велика кількість інверторів від інших виробників, здебільшого з невеликою потужністю (від 3 до 5 кВт) і з нижнього цінового діапазону. Цьому значно сприяло зняття мит на таке обладнання та великий попит, що суттєво збільшив кількість компаній, які почали займатися цією тематикою. Однак поки що відсутній значний досвід їх використання, при цьому часто виникають проблеми з належною документацією та гарантійним обслуговуванням.

2. Акумуляторні батареї

Акумуляторні батареї – найскладніший і найбільш дорогий елемент сонячної системи. В даний час за технологічними характеристиками, такими як кількість циклів заряджання/розряджання, потужність заряджання/розряджання, безпека використання, найкращими є літій-ферум-фосфатні батареї (LiFePO₄). Вони дещо поступаються за масогабаритними показниками літій-іонним батареям (Li-ion), що для стаціонарного використання не є критичним, зате значно безпечніші.

Розглянемо найбільш розповсюджені на ринку акумуляторні батареї. Наразі переважна більшість виробників акумуляторів – китайські компанії. Серед них можна виділити продукцію таких компаній, як Dyness, Pylontech, Deye, які мають широку номенклатуру акумуляторів як настінного монтажу, так і для монтажу в стійку. Станом на осінь 2024 року це трійка лідерів, що представлені на ринку України. У лінійці цих виробників є як низьковольтні, так і високовольтні рішення. При цьому виробники також постачають рішення «все в одному» (акумулятор та інвертор), які наразі не широко представлені на нашому ринку.



Поступово номенклатура виробників, що з'являються на нашому ринку, збільшується, і щоб не загубитися під час вибору, рекомендуємо звертати увагу на наступні параметри таких систем.

№	Характеристика	На що впливає і на що необхідно звернути увагу
1	Максимальна ємність	Тривалість роботи обладнання. Як правило акумулятори (переважно одного виробника) можна з'єднувати та нарощувати ємність
2	Потужність заряду/розряду	Швидкість заряджання акумуляторів
3	Підтримка протоколу зв'язку з основними типами інверторів	Забезпечує оптимальну роботу з інверторами щодо заряджання/розряджання, що збільшує термін служби акумуляторів та підвищує безпеку експлуатації

4	Можливість розширення та підтримка комунікації між батареями	Забезпечення рівномірного використання ресурсу окремих комірок та можливість ефективно нарощувати потужність
5	Кількість циклів роботи	Довговічність батарей та вартість акумуляованої енергії
6	Гарантія	Довговічність

З огляду на те, що акумуляторні збірки виготовляються з однотипних комплектуючих, їх заявлені характеристики і вартість можуть бути дуже схожими, тож основними критеріями під час вибору мають стати питання гарантійного обслуговування, досвіду використання в Україні, документації та сумісності з вашими інверторами.

Використання пристроїв «все в одному» для завдань резервування в багатоквартирному будинку, ймовірно, менш прийнятне з огляду на складність подальшого розширення та меншу гнучкість під час вибору технічного рішення.

3. Сонячні панелі

Останнім часом спостерігається суттєве зниження вартості сонячних панелей як на світовому ринку, так і на ринку України. При цьому абсолютна більшість обладнання має китайське походження, і вибір, як правило, здійснюється з огляду на:

- приналежність виробників до категорії Tier 1 (виробники, що займають найбільшу долю ринку та впроваджують власні розробки);
- одиничну потужність, а отже, і розмір панелі;
- гарантійний термін використання.

Можна відзначити, що останнім часом монокристалічні панелі майже витіснили полікристалічні, і для багатоквартирних будівель вони будуть перевагою з огляду на можливість отримувати більше енергії з меншої площі сонячних панелей.

Серед найбільш поширених виробників сонячних панелей, що входять у TIER 1, перелік на 2024 рік виглядає наступним чином:

- Adani / Mundra
- AE Solar
- BYD
- Canadian Solar
- Chint / Astronergy
- DMEGC
- Eging
- ET Solar Inc / Elite Solar
- First Solar
- GCL System
- Hanersun
- HT-SAAE
- JA Solar
- Jinko
- LONGi Solar (Longi Green)
- Maxeon (SunPower)
- Neo Solar Power (NSP) / Ureco
- Renesola Yixing
- Risen Energy
- Runergy / Hyperion
- Seraphim / SEG
- Sunova Solar / Thornova
- Tongwei
- Trina Solar
- Vikram Solar
- ZNShine

Тож під час вибору сонячних панелей бажано орієнтуватися на зазначений перелік, але не забувати про основні характеристики, такі як ККД панелей, низький температурний коефіцієнт (щоб менше втрачалася продуктивність у спекотну погоду) та низький ступінь деградації панелей протягом найближчих 20 років.

ВИСНОВКИ

Ринок сонячних систем живлення та резервування останніми роками суттєво розвинувся, збільшилася кількість інсталяцій. При цьому, на відміну від попередніх років, коли основу складала мережеві сонячні станції «під зелений тариф», наразі сектор зміщується в сторону використання сонячних станцій на власне споживання та забезпечення безперебійного електропостачання.

Вже визначилися лідери в сегменті гібридних інверторів та батарей, але ринок ще не в повній мірі насичений, тож можуть з'являтися нові гравці.

Слід додатково відзначити дефіцит кваліфікованих інсталяторів сонячних систем на ринку, що вже є одним з основних факторів, які стримують розвиток ринку та потребуватимуть впровадження навчальних програм.

РОЗДІЛ IV. ВИМІРЮВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ ТИПОВИХ ЗАГАЛЬНОБУДИНКОВИХ СПОЖИВАЧІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПРОФІЛЮ НАВАНТАЖЕНЬ І ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ



ЗМІСТ РОЗДІЛУ IV.

ВСТУП	65
1. Основні споживачі електроенергії на загальнобудинкові потреби	66
1.1 Система освітлення	66
1.2 Системи сигналізації, зв'язку (в т. ч. Інтернет), відеоспостереження	67
1.3 Насосне обладнання	67
1.4 Ліфтове господарство	68
2. Аналіз профілю навантаження на загальнобудинкові потреби	72
3. Рекомендації щодо вибору систем резервування на базі сонячних гібридних інверторів	75
ВИСНОВКИ	76

ВСТУП

Резервування загальнобудинкових споживачів електроенергії в багатоквартирних будинках в умовах відключень електропостачання є надзвичайно важливою задачею. Однак, з огляду на високу вартість обладнання для резервування, дуже важливо правильно підібрати його так, щоб з одного боку воно забезпечувало роботу обладнання протягом заданого періоду часу, а з іншого – не було занадто дорогим.

Ще одним важливим чинником є можливість ефективно використовувати зазначене обладнання в періоди, коли відключення електропостачання відсутні, для зниження затрат на електроенергію.

В даній роботі розглянуті особливості загальнобудинкових споживачів електроенергії на основі проведених замірів, що дозволить сформулювати основні критерії для вибору обладнання.

1. Основні споживачі електроенергії на загальнобудинкові потреби

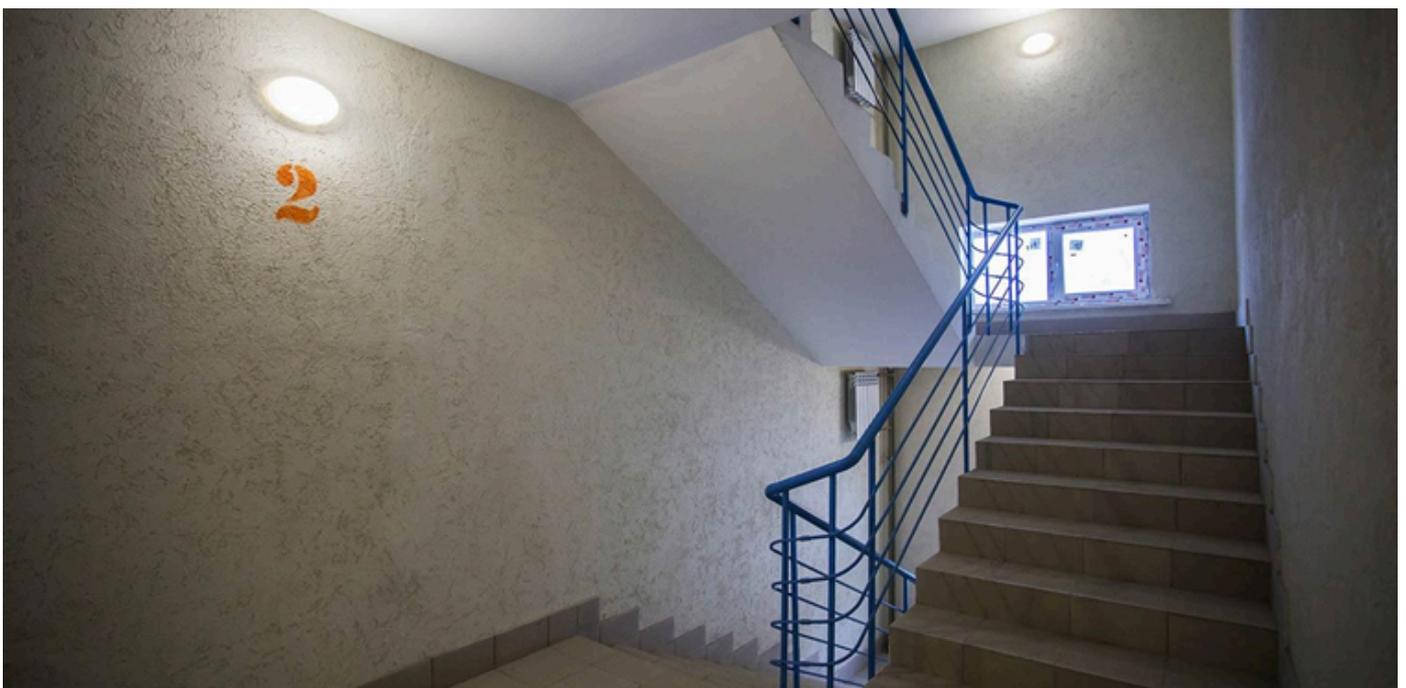
Загалом можна виділити наступні групи загальнобудинкових споживачів:

1.1 Система освітлення

Характеризується рівномірним споживанням без суттєвих пускових струмів. Для будівель з закритими сходовими клітинами це навантаження практично постійне протягом доби, а для 5-10 поверхових будинків зі сходовими клітинами, що мають вікна, освітлення залежить від часу доби.

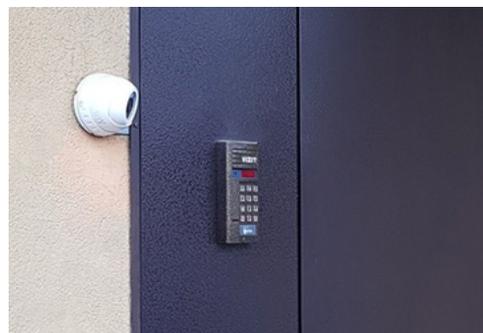
Наявність автоматики керування освітленням (сутінкові датчики, датчики руху, таймери) призводить до певного коливання навантаження протягом доби.

З огляду на резервування – це, напевно, найбільш простий споживач (за умови, що освітлення замінене на світлодіодне): практично відсутні вимоги до пускових струмів, короткочасні відключення не є критичними, можна практично безболісно зменшити навантаження за рахунок встановлення додаткових систем автоматизації.



1.2 Системи сигналізації, зв'язку (в т. ч. Інтернет), відеоспостереження

В даний час важливими споживачами є ті, що за пріоритетністю, напевно, випереджають системи освітлення. З огляду на резервування, особливих труднощів вони не викликають. Характеризуються цілодобовою рівномірною роботою.



1.3 Насосне обладнання

Основними складнощами для резервування насосів є наявність пускових струмів на насосах без частотних перетворювачів, що призводить до необхідності в 2-4 рази збільшувати потужність інвертора та акумуляторних батарей. В разі, якщо частотні перетворювачі встановлені (а якщо ні – дуже рекомендуємо їх встановити разом з системою резервування), то зазначена проблема практично не спостерігається.

Серед насосного обладнання можна виділити наступні характерні групи:



- а) Циркуляційні насоси системи опалення – працюють лише в опалювальний період, мають рівномірний графік навантаження протягом доби;
- б) Циркуляційні насоси системи гарячого водопостачання – працюють цілорічно, мають рівномірний графік навантаження протягом доби;
- в) Насосні станції холодного водопостачання – працюють цілорічно, але з нерівномірним графіком протягом доби;
- г) Насоси підживлення та пожежні насоси – не суттєво впливають на енергоспоживання через порівняно рідкі включення.

1.4 Ліфтове господарство

Найбільш складними для резервування є ліфти, оскільки з одного боку вони мають значні коливання потужності під час роботи (особливо при пуску двошвидкісних ліфтових двигунів без частотного регулювання), а з іншого – це безпосередньо впливає на безпеку людей.

Ліфти з частотним регулюванням також є непростими споживачами з огляду на живлення від системи акумулятор-інвертор, оскільки можуть мати систему рекуперації, що може викликати помилки в роботі інвертора.

Відповідно, за умови живлення ліфтів потрібно або мати суттєвий запас потужності як інвертора, так і акумуляторних батарей, або розробляти окрему систему керування за погодженням з компанією, що обслуговує ліфти, та виробником ліфтів.



Нижче наведені результати замірів різних ліфтових установок під час пуску та руху.

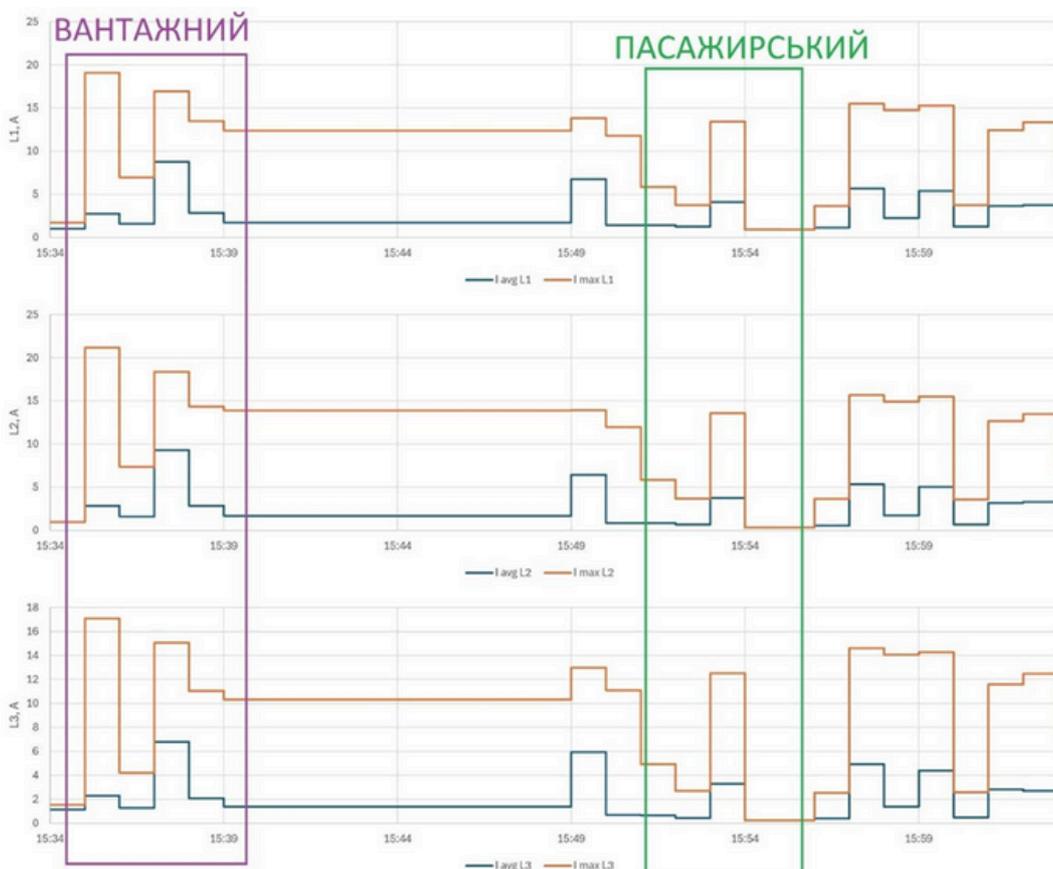


Рис. 1. Результати замірів пускових струмів під час роботи ліфтів (нерегульований привід)

В момент пуску двигунів потужність сягає 9 кВт для вантажного ліфта та 7,6 кВт для пасажирського. При цьому під час руху споживається потужність в межах 3 кВт та 2,2 кВт відповідно.

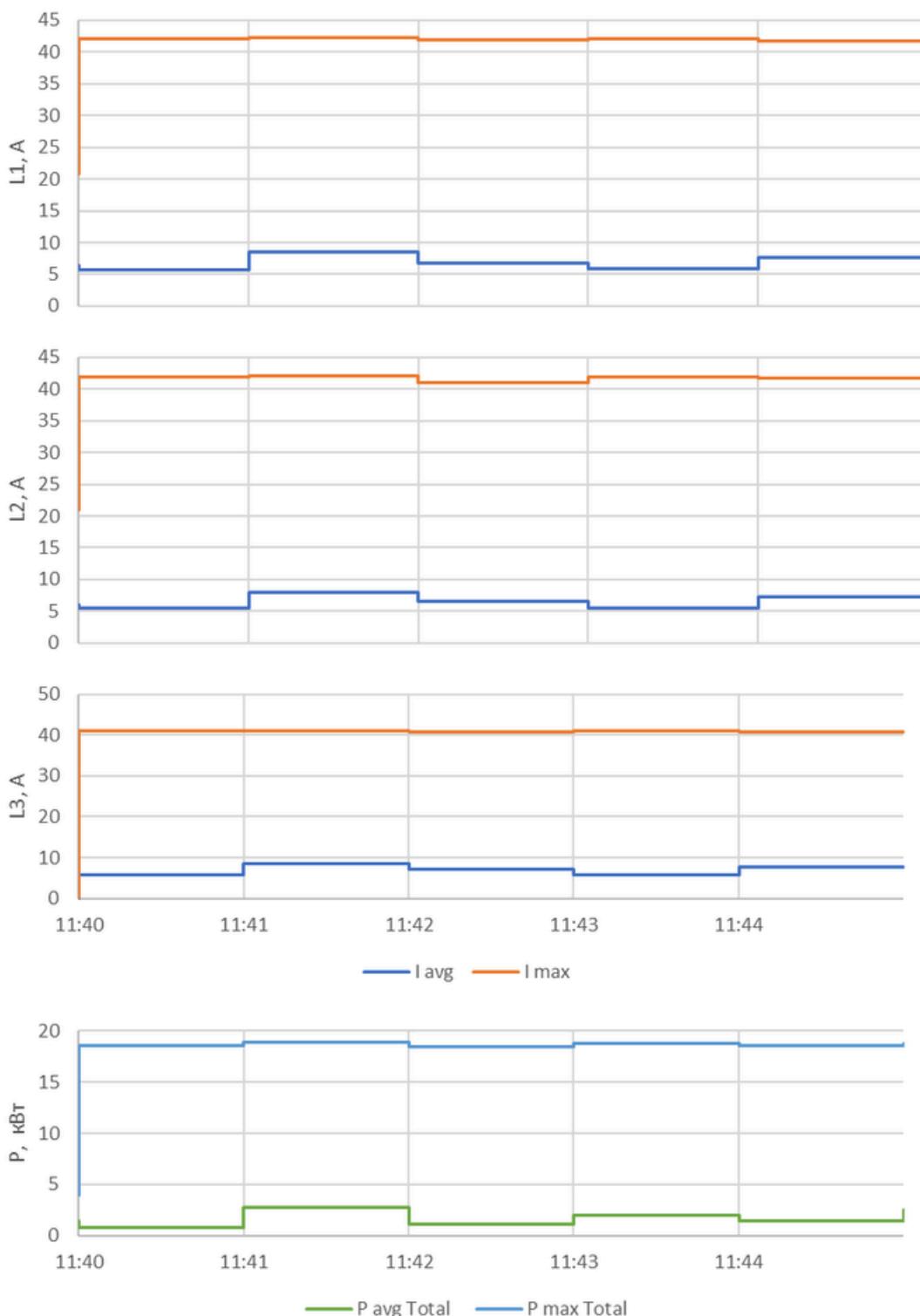


Рис. 2. Результати замірів пускових струмів під час роботи ліфта 400 кг 2-х швидкісний

Максимальна потужність сягає 19 кВт. При цьому під час руху споживається енергія в межах 3 кВт.

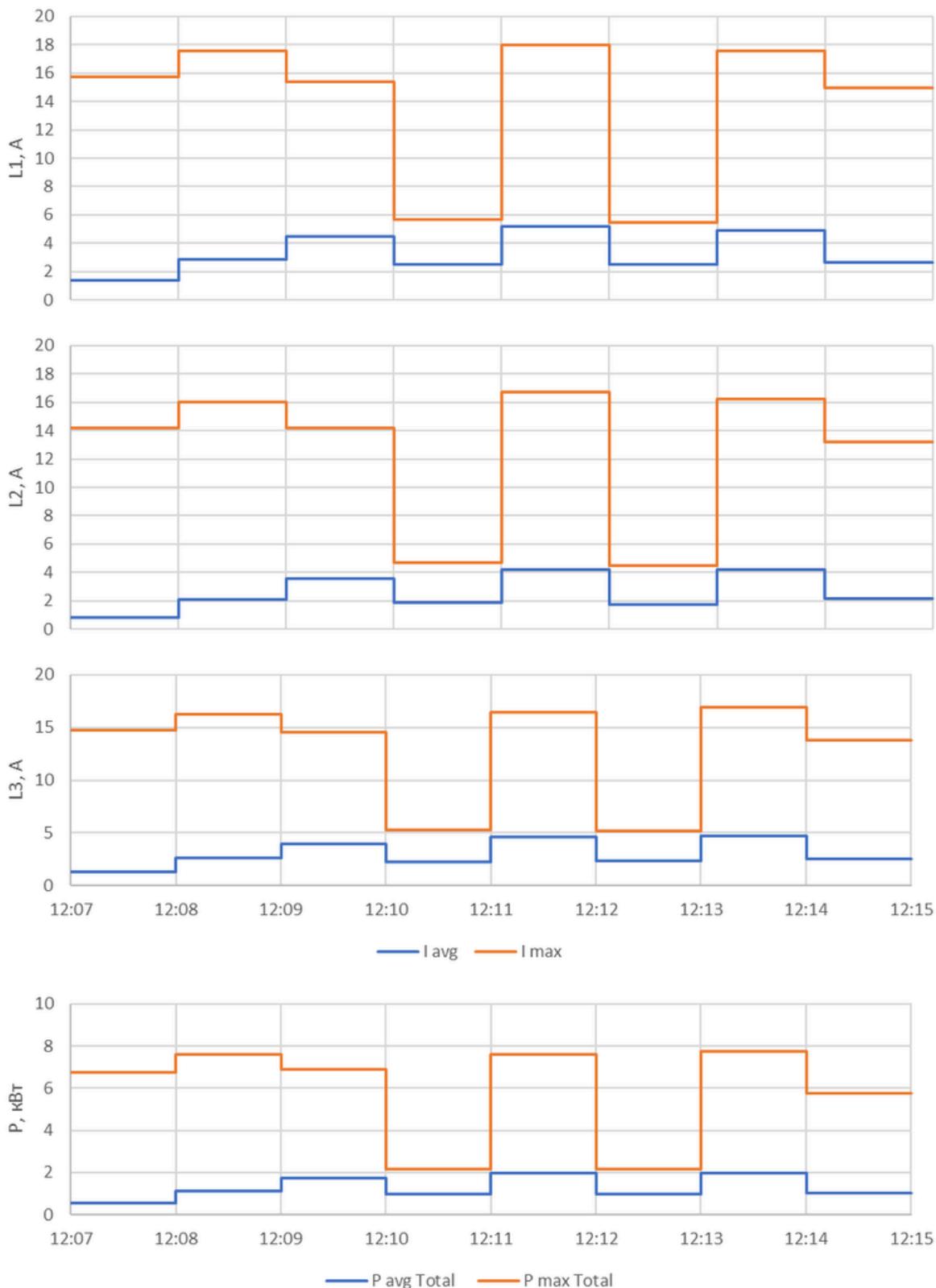


Рис. 3. Результати замірів пускових струмів під час роботи ліфту 400 кг з частотними регулювачами

Максимальна потужність сягає 8 кВт. При цьому під час руху споживається енергія в межах 2 кВт-год.

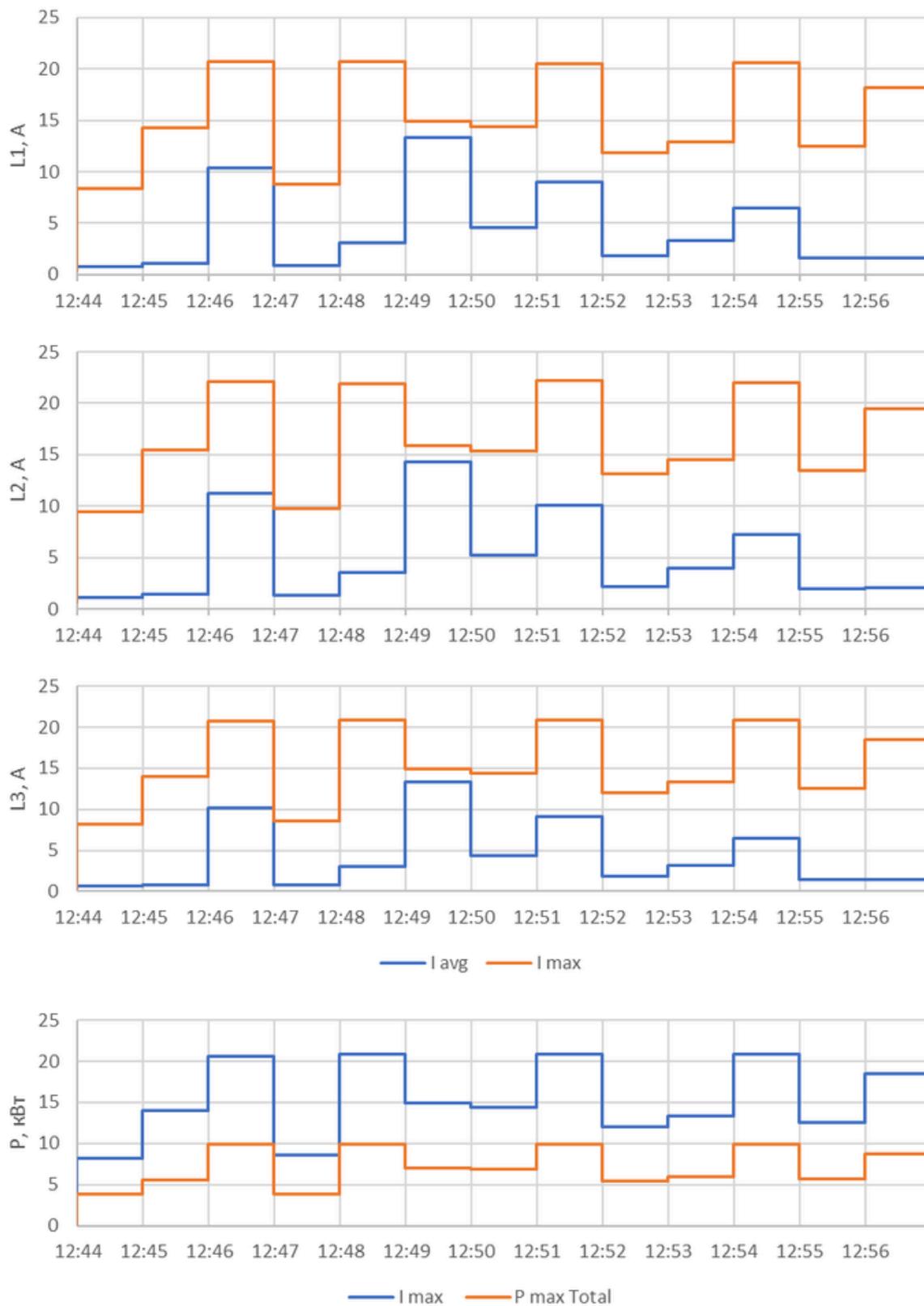


Рис. 4. Результати замірів пускових струмів під час роботи ліфту 400 кг з перетворювачами частоти

Максимальна потужність сягає 10 кВт. При цьому під час руху споживається енергія в межах 2-4 кВт·год. Співвідношення вже не настільки критичне в порівнянні з двошвидкісними двигунами ліфтів.

Узагальнюючи, можна рекомендувати проводити додаткові заміри (або мати результати замірів з однотипних ліфтів) для надійного вибору обладнання для резервування. При цьому характерними для ліфтового господарства є порівняно низьке споживання за високої пускової потужності, що дозволяє говорити про необхідність об'єднання систем з іншими споживачами.

2. Аналіз профілю навантаження на загальнобудинкові потреби

Нижче розглянуті типові профілі «зимових» та «літніх» навантажень на загальнобудинкові потреби за показниками систем моніторингу.

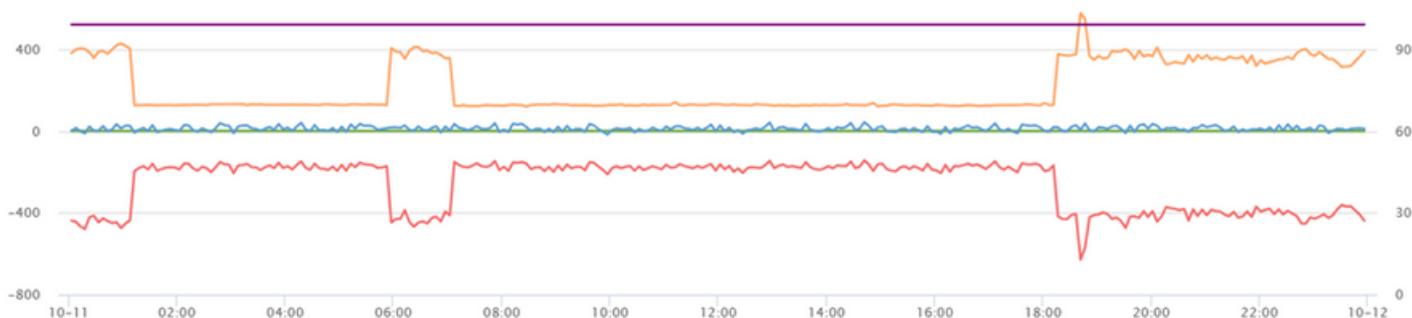


Рис. 5 Профіль навантаження п'ятиповерхового житлового будинку з системою освітлення, безпеки та циркуляційним насосом гарячого водопостачання.



Рис. 6 Профіль навантаження п'ятиповерхового житлового будинку з системою освітлення, безпеки, циркуляційними насосами на опалення та гаряче водопостачання.

Як видно з графіків, в літній період енергоспоживання в денний час знаходиться на мінімальному рівні, і збільшення споживання спостерігається лише в вечірні години. Відповідно, для застосування сонячних систем надзвичайно важливим є підбір акумуляторних батарей, без яких більша частина згенерованої енергії не може бути використана.



Рис. 7. Робота системи резервування під час відключень.

На рис. 7 можемо спостерігати роботу системи резервування під час відключень. Як видно, наявний значний запас по ємності для нетривалих відключень. Водночас можемо прогнозувати можливість живлення від наявних акумуляторів протягом близько 9 годин. Відповідно, зазначена ємність є оптимальною в поєднанні з сонячними панелями і дозволить працювати за достатньої сонячної інсоляції протягом усієї доби в літній період.



Рис. 8 Добовий графік роботи гібридної сонячної електростанції (літній режим).

На рис. 8 ми можемо спостерігати невикористаний обсяг сонячної інсоляції через недостатню ємність акумуляторів. У зв'язку з цим рішенням повинно бути, в першу чергу, збільшення ємності акумуляторів для покриття вечірнього, нічного та ранкового споживання, а за наявності надлишкової енергії – підключення додаткових споживачів під час періодів сонячної інсоляції.

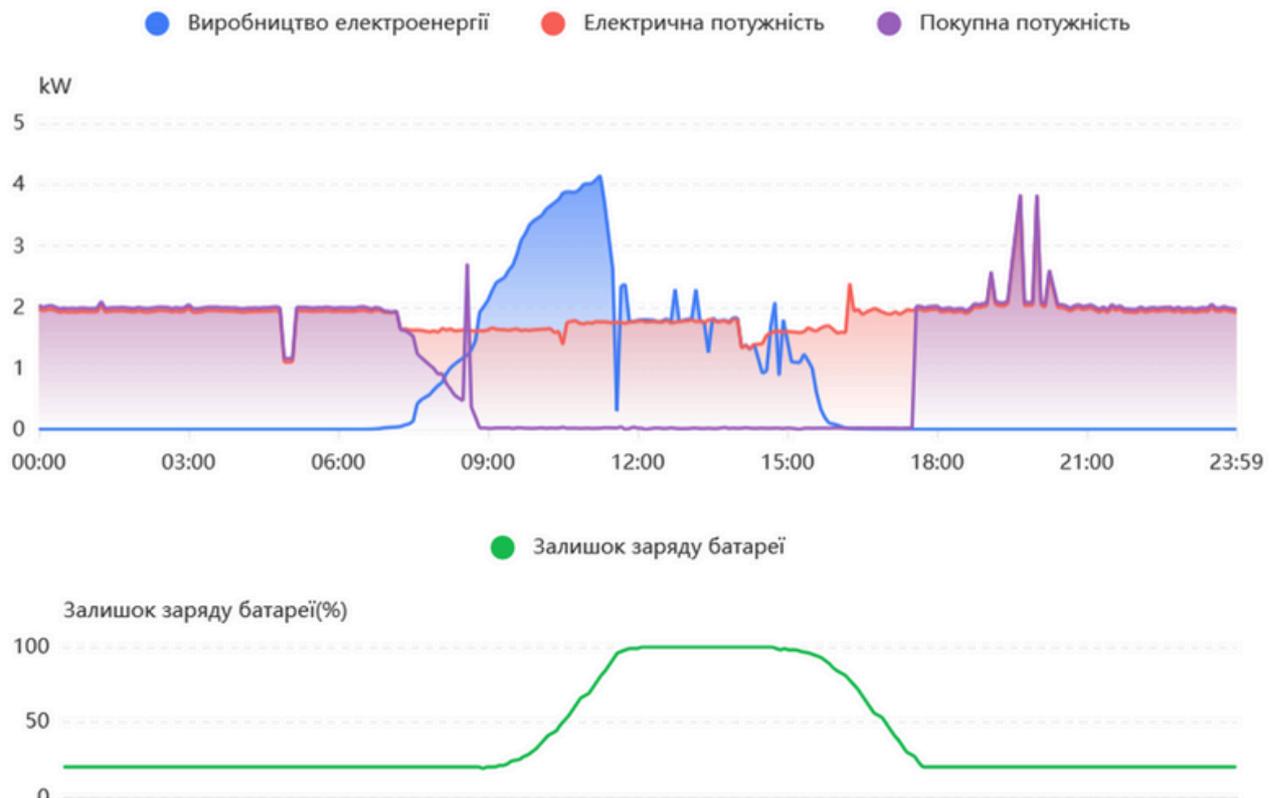


Рис. 9 Графік споживання електроенергії в «зимовому режимі»

Аналогічну ситуацію можна спостерігати й у сонячні зимові дні. Однак слід зауважити, що графік споживання практично зрівнявся через цілодобову роботу циркуляційних насосів, споживана потужність яких співрозмірна зі споживанням всієї системи освітлення будинку.

Для розуміння потенціалу використання надлишків генерації сонячної енергії в літній період було також проведено заміри споживання енергії для системи гарячого водопостачання (централізована система з лінією циркуляції та рушникосушарками для будинку на 240 квартир).



Рис. 10 Графік споживання енергії на гаряче водопостачання та рушникосушарки.

Як видно з графіку на рис. 10 система гарячого водопостачання могла б використовувати надлишки генерації для 10 поверхового 240 кв. будинку в межах 40 кВт для покриття потреб на втрати в лінії циркуляції та рушникосушарках, 60 кВт без баків акумуляторів (в денний період) та до 120 кВт з баками акумуляторами (для використання накопиченої гарячої води в період вечірніх та вранішніх максимумів).

3. Рекомендації щодо вибору систем резервування на базі сонячних гібридних інверторів

Якщо не планується підключення ліфтового господарства, підбір потужності обладнання можна здійснити на основі точкових вимірів потужності або паспортних характеристик обладнання. Ємність акумуляторів можна визначити, виходячи з вимірів споживання за існуючими вузлами обліку електричної енергії. Попередньо можна рекомендувати вибір акумуляторів з розрахунку на 2 години роботи інвертора на максимальній потужності (наприклад, акумулятори на 10 кВт-год для інвертора потужністю 5 кВт).

У разі обмежених фінансових ресурсів можна розглянути встановлення меншої кількості акумуляторів з подальшим збільшенням їх ємності.

Оптимальну потужність сонячних панелей можна визначити, орієнтуючись на повне покриття споживання в сонячні дні квітня/вересня. При цьому в літні місяці буде спостерігатися надлишок енергії, який можна використовувати для інших потреб, зокрема часткового або повного покриття потреб в гарячому водопостачанні.

ВИСНОВКИ

Проведені заміри свідчать про перспективність використання сонячних систем для потреб резервування. Більшість споживачів може бути зарезервовано без суттєвих змін в схемах живлення.

З огляду на неспівпадіння графіків сонячної генерації та споживання електроенергії на загальнобудинкові потреби, використання систем акумуляування достатньої потужності є ключовим елементом для забезпечення ефективності таких систем. Водночас резервування ліфтів вимагатиме значного запасу потужності та більш складної системи керування.

Найбільш ефективними ці системи можуть бути як під час відключень, так і коли відключень немає, за умови повного використання енергії, що генерується сонячними панелями. В умовах багатоквартирних житлових будинків це потребуватиме підключення інших споживачів на літній період.

За відсутності можливості продажу електроенергії безпосередньо мешканцям будівель та низької вартості електроенергії на ринку під час максимальної генерації, одним з найбільш перспективних споживачів може бути система централізованого гарячого водопостачання. При цьому передумовою має бути наявність централізованої системи.