

УДК 621.311.243

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.270224.99.1029

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОБСТЕЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДАХІВ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ ДЛЯ РОЗТАШУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ

МАКОВЕЦЬКИЙ Б. І.^{1*}, канд. техн. наук, доц.,

ДЬЯЧЕНКО О. С.², ас.,

ТРОШИН М. Ю.³, ст. викл.

^{1*} Кафедра архітектури, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-32, e-mail: bim953@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7406-1207

² Кафедра архітектури, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-32, e-mail: olgadiachenko303@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2591-3274

³ Кафедра архітектури, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-32, e-mail: michaeltopol1964@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8731-1842

Анотація. Постановка проблеми. Останнім часом в Україні інтенсивно розвивається зелена енергетика, зокрема, електричні станції на сонячних панелях. Їх потужність залежить від площі сонячних панелей, тому для потужних станцій потрібні великі земельні ділянки. В умовах забудови міст вільних ділянок майже немає. Пропонується розташовувати такі станції на дахах житлових будинків. Постає проблема, тому, щоб втілити це в життя, потрібно дослідити будівельні конструкції дахів. Для цього необхідно розробити методику обстеження технічного стану таких дахів. **Мета роботи** полягає в створенні класифікації об'єктів обстеження, з подальшим розробленням методики візуального спостереження, інструментальних вимірів, відбору фактів, установлення зв'язків між ними. **Методика.** Для розроблення класифікації об'єктів обстеження застосовували методи візуального спостереження, інструментальних вимірів, накопичення даних, відбір фактів, влаштування зв'язків між ними. Досліджено види житлових будівель, які були побудовані з 30-х до 80-х років минулого сторіччя на території України. Дослідження міської житлової забудови з метою її класифікації проводилось за споживчими та експлуатаційними ознаками. **Результатом дослідження** стала розробка методики із застосування методів дослідження таких як: візуальне обстеження, інструментальні виміри. Розроблено методику обстеження технічного стану тих типів дахів, які увійшли в класифікацію за дослідженням існуючої житлової забудови. **Наукова новизна** полягає в тому, що методика розроблена вперше для обстеження технічного стану дахів і горищ, для завдань розміщення на їх поверхні електричних сонячних станцій. **Практична значимість роботи.** За допомогою розробленої методики надалі є можливість проводити обстеження технічного стану дахів і горищ для розміщення на їх поверхні сонячних станцій усім організаціям, які займаються такими роботами і мають необхідний досвід фахівців і інструментарій. **Висновки.** Розроблена класифікацію типів дахів і горищ житлових будинків для можливого розташування на їх поверхні електричних сонячних батарей, а також методику обстеження технічного стану конструкцій дахів і горищ.

Ключові слова: сонячні електричні станції; дахи і горища житлових будинків; обстеження технічного стану; технічний висновок

DEVELOPMENT OF THE METHODS FOR SURVEYING THE TECHNICAL CONDITION OF THE RESIDENTIAL BUILDINGS' ROOFS FOR THE PLACEMENT OF ELECTRIC SOLAR BATTERIES

MAKOVETSKYI B.I.^{1*}, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.,

DIACHENKO O.S.², Ass.,

TROSHYN M.Yu.³, Senior Lect.

^{1*} Department of Architecture, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-32, e-mail: bim953@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7406-1207

² Department of Architecture, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-32, e-mail: olgadiachenko303@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2591-3274

³ Department of Architecture, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-32, e-mail: michaeltopol1964@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8731-1842

Abstract. Problem statement. In Ukraine, green energy, in particular, solar power plants, is developing rapidly in recent years. Their power depends on the area of solar panels, so large land plots are required for powerful plants. In the context of urban development, there are almost no free plots. It is proposed to place such stations on the roofs of residential buildings. The problem is that in order to implement this, it is necessary to investigate the technical condition of the roof structures. To do this, it is necessary to develop technique for surveying the roofs' technical state. **The purpose** of the work is to classify the survey objects, with further development of the visual observation methodology, instrumental measurements, selection of facts, and establishment of links between them. **Method.** The methods of visual observation, instrumental measurements, data accumulation, selection of facts, and establishing links between them were used to develop the classification of the survey objects. The types of residential buildings that were built from the 30s to the 80s of the last century on the territory of Ukraine were studied. The investigation of urban residential buildings for the purpose of their classification was conducted according to consumer and operational characteristics. **The result of the research** is the development of a technique for the application of research methods such as visual inspection, instrumental measurements. A technique for surveying the technical state of those types of roofs that were included in the classification based on the study of existing residential buildings was developed. **The scientific novelty** is that the technique is developing for the first time for surveying the technical state of roofs and garrets, for the tasks of placing electric solar stations on their surface. **Practical value.** With the help of the developed technique, it will be possible to conduct a survey of the technical condition of roofs and garrets for the placement of solar stations on their surface by all organisations that are engaged in such work and have the necessary experience and tools. **Conclusions.** A classification of types of roofs and garrets of residential buildings was developed for the possible location of electric solar batteries on their surface, as well as a technique for surveying the technical state of roofs and garrets structures was developed.

Keywords: *solar electric stations; roofs and garrets of residential buildings; inspection of technical state; technical conclusion*

Постановка проблеми. В процесі розвитку «зеленої енергетики» і, зокрема, поширення електричних станцій із сонячних батарей, які набрали суттєвого розвитку в Україні в останні роки, постала проблема нестачі земельних ділянок для їх розташування. Сонячні станції тим потужніші, чим більшу площу займають сонячні батареї. Звісно, що такі станції повинні бути наближеними до потужних користувачів, які розташовані в містах. В містах бракує вільних, для розташування станцій, земельних ділянок.

Як альтернативу земельним ділянкам застосовують поверхні дахів міської забудови. Для втілення такого проєкту необхідно знати, які забудови і які дахи з технічної точки зору будуть відповідати вимогам розташування сонячних батарей. Тому необхідно дослідити, які потрібно брати до уваги будинки, з якими дахами, скласти відповідну класифікацію. Прийнявши рішення встановити на даху сонячні батареї, замовник безперечно, повинен надати акт обстеження технічного стану даху. Для цього ми вирішили розробити методику обстеження будь-якого даху.

Мета роботи – розробити класифікацію будівель існуючої міської забудови з точки зору використання дахів для розташування на них електричних станцій із сонячних батарей; розробити методику обстеження технічного стану конструкцій дахів, які забезпечать безаварійну експлуатацію після розміщення на них сонячних батарей та витримують навантаження.

Матеріали та методи дослідження. Об'єктом обстеження обрано всю існуючу міську забудову (зокрема житлову) в умовах надвеликих міст (Дніпро, Запоріжжя). Для дослідження обрано такі методи: спостереження, порівняння, інструментальні виміри, відбір фактів, установлення зв'язків між фактами.

Дослідження міської житлової забудови з метою її класифікації проводилось за споживчими та експлуатаційними ознаками [4]. Також існують давні класифікації за призначенням [4], класифікації залежно від переваг споживачів житла, тривалості та характеру використання, ступеня благоустрою тощо [8; 10].

Для дослідження житлового фонду (м. Дніпро, м. Запоріжжя) на предмет класифікації за ознакою: об'ємно-планувальні та конструктивні рішення дахів

багатоповерхових житлових будинків, використовували їх класифікацію за основними ознаками (конструкції, матеріал стін). Дахи будинків не досліджували на предмет дії на них навантажень у вигляді технологічного обладнання.

Перш ніж починати обстеження житлової забудови, необхідно мати уявлення про електричні станції з сонячних батарей і виявити способи їх розміщення, улаштування, конструктивні особливості.

1. Сонячні панелі та їх влаштування

Сонячні панелі являють собою тонкі кремнієві пластини, які перетворюють сонячне світло на електрику. Виробництво таких батарей сьогодні як ніколи актуальне, тому що вони виступають джерелами енергії в широкому спектрі галузей, в тому числі в телекомунікаційній, космічній, медицині, зв'язку, мікроелектроніці тощо [11]. Сонячні батареї у вигляді великих масивів використовуються в різних супутниках і сонячних електростанціях [3].

Історія створення сонячних батарей почалася ще в XIX столітті, але тільки у 1954 році Гордон Пірсон, Дерріл Чапін і Кел Фуллер створили кремнієвий сонячний елемент, який має ККД 4 %. Надалі його ефективність була підвищена до 15 % [1]. Сонячні батареї були вперше використані в сільських районах і віддалених містах як джерела живлення для системи телефонного зв'язку, де вони успішно працювали протягом багатьох років.

Такі батареї мають більше значення співвідношення виробленої енергії до ваги, ніж усі інші традиційні джерела енергії, і економічно більш ефективні. За допомогою енергетичних фотоелектричних систем електроенергія може дістатися до віддалених і важкодоступних місць. Потужність щорічно встановлюваних сонячних електростанцій становить близько 50 мегаватів. Історія створення сонячних батарей повинна пройти довгий шлях, перш ніж здійснити мрію Чарльза Фрітса про отримання безкоштовної і доступної сонячної енергії.

Сонячні панелі встановлюють як на землі (рис. 1), так і на дахах (рис. 2). На

дахах будівель краще тому, що в містах не вистачає вільних земельних ділянок. Вартість міської землі надвисока і пріоритет розташування на ній становить забудова будинками та спорудами.

24 липня 2023 року Верховна Рада України ухвалила Закон України № 3220-IX «Про внесення змін до деяких законів України щодо відновлення та «зеленої» трансформації енергетичної системи України», спрямований на удосконалення умов підтримки виробників електроенергії із відновлюваних джерел енергії. Цей Закон України передбачає, що домашні сонячні електростанції можуть розміщувати сонячні панелі тільки на дахах та фасадах будівель.



Рис. 1. Встановлення сонячних панелей на землі



Рис. 2. Встановлення сонячних панелей на плоскому даху

2. Обстеження житлової забудови

Розглянемо види житлових будівель, споруджених з 30-х до 80-х років минулого сторіччя на території України.

Будинки, які споруджувалися з кінця 1930-х до кінця 1950-х років, являють собою капітальні багатоквартирні житла висотою від двох до шести поверхів зі стінами з негорючих матеріалів (рис. 3, 4).



Рис. 3. Стиль будинків забудови 1930–1940 рр.



Рис. 4. Стиль будинків забудови 1945–1955 рр.

Основний будматеріал, який використовували для зведення будинків, – цегла, в основному червона керамічна, у більш пізніх – біла силікатна. Зовнішні стіни, зазвичай, мають товщину 2,5 цеглини (640 мм), внутрішні несні – 1–1,5 цеглини (250–380 мм) [6].

Починаючи 1955 року були побудовані перші великопанельні будинки за безкаркасною схемою (рис. 5) з сумісними плоскими дахами, але в цей час були більш поширені п'ятиповерхові будинки зі стінами з великих цегляних блоків із скатними горищними дахами.



Рис. 5. Панельний будинок

Дах у таких будинках дво- або багатоскатний, який утворює велике горище; несна частина дахів – кроквяна система з деревини. Як покрівельний матеріал використовували хвилясті

азбоцементні листи (шифер), або бляшане дахове залізо.

Основні несні конструкції будівель: стіни, перекриття та фундаменти, перебувають у задовільному стані, з великим запасом по міцності. Житлові будинки, які споруджувалися в 1950 – 1970-ті роки, – це радянські типові великопанельні п'ятиповерхові будинки, з малогабаритними квартирами, їх називали в народі «хрущовками» (рис. 5).

Дах будинку такого типу буває плоским сумісним або скатним. Скатні дахи можуть бути з бляшаним покриттям або чотирискатним вальмовим покриттям з азбестоцементних хвилястих листів. Плити горищного чи дахового покриття – круглопорожнинні, залізобетонні.

На будинках, які зводилися з 1950-х років, із плоскими дахами, можна вільно розташовувати сонячні панелі, тому що такі дахи мають малі нахили. Основні несні конструкції, такі як фундаменти, стіни, плити перекриття досить надійні і витримують нормативні навантаження забудовою. Навантаження від сонячних панелей складає усього 10 % від величини снігового, як найбільш істотного [9].

Ці будинки не мають перспективи для наших цілей, через те, що термін їх експлуатації обмежений 50 роками, і зараз він спливає. Досі в Україні не вирішується проблема, що надалі робити з цією забудовою, тому зробимо висновок, що вона придатна для наших цілей, але обмежено.



Рис. 6. Великопанельний житловий будинок

Основні матеріали стін для будинків, які зводилися із середини 1960-х до кінця

1980-х років, – залізобетонні великі панелі і силікатна цегла. У великих містах більшість житлових будинків виконані з великих панелей. Будинки підвищеної поверховості споруджені зі збірним залізобетонним каркасом і цегляними стінами, а висотні – з монолітним каркасом, і мають – 9, 12, 16 поверхів (рис. 6).

Дах у всіх будинках плоский, покритий рулонними бітумними матеріалами, обладнаний внутрішніми водостоками. Виняток – ранні цегляні будинки малої поверховості для сільського та приміського будівництва, що мають дво- або багатоскатні шиферні дахи. Будівлі, зведені до 1960-х років, мають достатню несну здатність, масивні стіни, перекриття, фундаменти, але сонячні панелі розташувати на скатних дахах складно, тому таку забудову ми не розглядали.

Будинки з основними деталями заводського виготовлення 1950 – 70-х років для розташування сонячних панелей кращі, тому що у них пласка покрівля, міцні несні конструкції, велика несна здатність покриттів, плити покриття – ребристі, круглопорожнисті, покрівля – суміщена. Фундаменти, стіни мають достатню надлишкову несну здатність, задовільний технічний стан, дахи – плоскі, горищні.

3. Дослідження горищ і дахів

Будівлі, які ми обрали для влаштування сонячних панелей, мають покриття двох видів: з теплим та холодним горищем.

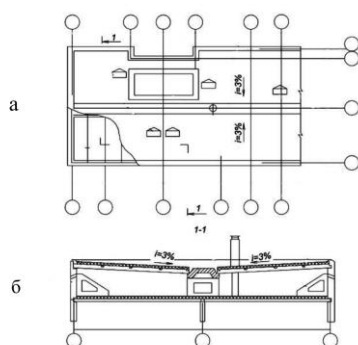


Рис. 7. Конструкція даху з холодним горищем і покрівлю з рулонних матеріалів: а – план даху; б – розріз 1-1

Конструкція дахів із холодним горищем (рис. 7) передбачає потрапляння повітря з вентиляційних каналів безпосередньо в

атмосферу. В результаті на поверхні даху з'являється ціла мережа вертикальних конструкцій, які перетинають товщу перекриття через штучні отвори. І цим вони створюють часткову заваду для вільного розташування на поверхні даху сонячних панелей (рис. 2).

Холодне горище також передбачає наявність продухів (отвори) у зовнішніх парпетних стінах для природного вентилявання. Таким чином на горищі підтримується певна температура, що перешкоджає випадінню конденсату і утворенню інею на нижній поверхні покрівельних панелей. Така вентиляція істотно обмежує втрати тепла з приміщень будівлі.

У будинках, які почали зводити після 1980-х років, як новація, навпаки, вентиляційне повітря, що надходить у тепле горище з приміщень, видаляється в атмосферу через загальну витяжну шахту. Весь обсяг горища обігривається теплим вентиляційним повітрям із приміщень, у зв'язку з чим огорожувальні конструкції такого горища мають підвищений теплозахист і ретельно герметизовані (рис. 8). Тепле горище створює ідеальні умови для розташування на поверхні даху сонячних батарей [11].

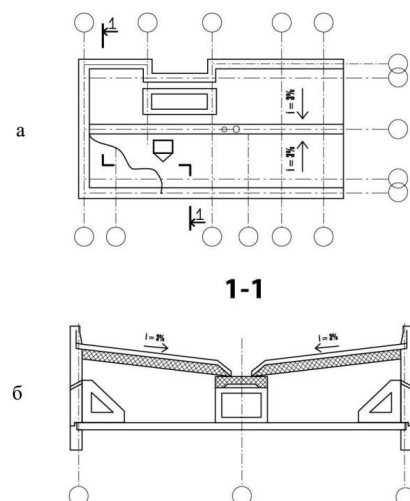


Рис. 8. Тепле горище з рулонним покриттям: а – план даху; б – розріз 1-1

Дах із холодним горищем нас влаштовує менше, але це не означає, що на нього не

можна встановлювати сонячні панелі. Визнаємо цю ситуацію обмежено придатною для наших цілей. В першу чергу, будемо розташовувати сонячні панелі на будівлі з теплим горищем. Потім, у міру заповнення таких будівель, будемо розглядати інші варіанти з холодним горищем, або сумісні дахи.

Розробка методики обстеження дахів

Для обстеження будівель і споруд та для оцінення їх технічного стану користуються будівельними нормами [7]. Обсяг обстеження – починаючи від основи та фундаментів і закінчуючи конструкціями, що зазнають впливу від агресивних середовищ. В цьому документі не розглядається окремо такі частини будинку як дахи і горища.

Для сонячних панелей, які будуть встановлюватись на дахах, потрібно визначити та оцінити технічний стан лише даху, на якому вони будуть розташовані.

Тому розроблена нижче методика обстеження технічного стану конструкцій горищ і дахів стосується житлової забудови 1955 – 1990 років, будинків, які мають пласкі дахи.

Методика необхідна для складання звіту про обстеження технічного стану даху, горища, покриття, на основі висновків якого замовник отримує дозвіл на початок монтажу сонячних електричних станцій.

1. Обстеження конструкцій плаского холодного даху

В обстеження даху включають несну частину даху і безпосередньо покрівлю. процес складається з візуального огляду, інструментальних вимірювань, лабораторних випробувань.

Оглядають покриття з боку покрівлі і з боку горища, або приміщень останнього верхнього поверху.

При цьому визначають [7; 9]:

- конструктивні схеми покриттів, карнизних вузлів, вентиляційних каналів, заставних деталей кріплень;
- стан нижньої поверхні покриття, наявність корозії бетону та арматури, стан вузлів спірання плит покриття на несні елементи (ферм, балок та ін.);

- стан осадових і температурних швів;
- стан захисних покриттів;
- товщину елементів покриття і покрівлі;
- наявність дефектних ділянок (тріщин, пробоїн, прогинів), висолів, патьоків, конденсату, пилу, їх поширення і причини появи;

• вивчають умови експлуатації покриття, стан систем водовідведення (в тому числі лотків, жолобів та водоприймальних лійок), розміри пилових і снігових кучугур, застійні зони;

• стан гідроізоляції у місцях примикання конструкцій або інженерного обладнання і правильність закріплення захисних металевих фартухів і звісів.

Обстежуючи покрівлі з рулонних матеріалів, вивчають [5; 7; 9; 10]:

• стан гідроізоляції в місцях пропуску через покрівлю водостічних лійок, огорож, конструкцій стінок вентиляційних каналів;

• просадку ділянок покрівель, механічні пошкодження покрівель в місцях перепаду висот;

• фактичний ухил покрівлі і відповідність проєктним даним;

• відповідність напрямкам приклеювання покривного матеріалу ухилам покрівлі в натурі та проєкті;

• стан поверхні ізоляційних шарів, вм'ятини, подряпини, повітряні і водяні мішки і патьоки мастик у швах;

• деталі сполучення з виступаючими елементами на покриттях (ліхтарні конструкції, вентиляційні шахти, парапети).

При цьому визначаються величини підйому килима на вертикальну стінку, з'ясовуються випадки розтріскування килима, опливів мастик, на яких клеють килим, надійність закладення килима в місцях примикання.

При натурних обстеженнях фактичного стану покрівлі її розрізають, в результаті чого встановлюють: стан і вологісний режим теплоізоляції, міцність приклеювання пароізоляційного і гідроізоляційного шарів до основи, величину нахльосту полотнищ і стан вирівнювальних шарів.

Кількість розрізів покрівлі відповідає конкретним завданням досліджень. Розріз

захисного шару і рулонної покрівлі виконують на площі приблизно 30×30 см. Також видаляють вирівнювальна стяжку на площі 15×15 см.

Складають ескізи конструкцій з пошаровим описом матеріалів і замірів товщини кожного шару. Одночасно відбирають проби матеріалу для визначення його вологості і фізико-технічних характеристик. Розрізання покрівельного килима допускається тільки за відсутності атмосферних опадів. Після закінчення робіт негайно відновлюють місця розрізу.

2. Обстеження скатних дахів із бляшаним покриттям

У першу чергу обстежуються візуально несні конструкції кроквяної системи.

Кроквяна система, зазвичай, із деревини, тому виявляють:

- цілісність шару антисептичного покриття всіх конструкцій;
- наявність пошкоджень грибок, шашелем;
- механічних пошкоджень;
- пошкоджень від навантаження;
- пошкоджень металевих деталей (дротяних скруток, скоб, костилів);
- цілісність конструкції покриття, (прокородовані отвори, механічні пошкодження)

Обстежуючи бляшані покрівлі, слід перевірити стан фарби, щільність фальців, розжолобків, звисів і кріплення їх до решетування, стан настінних жолобів, лотків і лійок водостічних труб, наявність пробитих отворів у покрівлі, особливо в настінних жолобах і біля стоячих фальців, стан покриттів брандмауерів, димових і вентиляційних труб.

3. Обстеження скатних дахів із покрівлею зі штучних матеріалів

Під час обстеження покрівель із штучних матеріалів додатково виявляють [7; 9; 12]:

- величину поздовжніх і поперечних нахльостів і схилу за кобилку;
- відповідність кількості і розміщення кріплень згідно з проектом;
- примикання до частин, що виступають над покрівлею;

- наявність фартухів у місцях примикання до вертикальних конструкцій, комірив з оцинкованої сталі до труб;

- якість закладення зазорів між обробкою розжолобка, стиків і поверхонь покрівлі, що перетинаються;

- покриття ребер скатів фасонними елементами, щільність прилягання елементів покрівель до решетування, наявність і стан компенсаційних швів, робочих ходів по покрівлі.

4. Лабораторні випробування матеріалів

Визначають вологість теплоізоляційного матеріалу, міцність, щільність, водопоглинання, властивості гідро- і пароізоляційних шарів [8].

Проби утеплювача конструкцій покриття слід відбирати навесні, до кінця періоду вологонакопичення, і в кінці літнього періоду. При цьому з утеплювача вирізають призму розміром 10×10 см на всю товщину утеплювача і розміщують в поліетиленовий пакет. На місце відбору проби укладають утеплювач з мінеральної вати, пінополістиролу або інших аналогічних теплоізоляційних матеріалів.

Результати натурних обстежень порівнюють із нормативними вимогами на покрівельні гідроізоляційні і герметизувальні матеріали та вироби. На цій основі дають оцінку технічного стану покриттів та розробляють рекомендації щодо відновлення їх експлуатаційних якостей.

5. Обстеження плоских дахів із теплим горищем

У плоских дахах із теплим горищем горищне приміщення являє собою збірну камеру статичного тиску, в якій перевіряються:

- стан оголовків вентиляційних труб і шахт, що виходять у горищне приміщення, загальних витяжних шахт, піддону для відведення атмосферної вологи, захисних пристроїв вентиляційних каналів і шахт від попадання в них сторонніх предметів, інтенсивність витрати повітря в загальній витяжній шахті і каналах з улаштуванням у них регульованих клапанів;

- герметичність конструктивних елементів;

- температура повітря визначається з умов теплового балансу і неприпустимості появи конденсату на внутрішній поверхні покрівельного покриття [8];

- температура повітря горищного приміщення не допускається нижче 12–14 °С;

- температура повітря горищного приміщення повинна бути не вищою температури повітря, що видаляється вентиляційними каналами;

- двері повинні мати щільні притвори;

- щільність металевого піддону (не повинно бути під ним вогкості).

б. Обстеження плоских безгорищних сумісних дахів

В обстеженні плоских безгорищних дахів необхідно враховувати їх конструктивні особливості. Плоскі безгорищні (не вентилязовані суміщені) дахи складаються з ряду укладених у покриття залізобетонних плит. У порожнині глухої замкнутої конструкції заздалегідь закладають гнилостійкий і вогнетривкий плитний або рулонний утеплювач (піноскло, скловату тощо). Оглядають безгорищні дахи зовні і з боку приміщень верхніх поверхів. У суміщених дахах необхідно стежити за станом елементів, що виступають над поверхнею покрівель: димових і вентиляційних труб, дефлекторів, виходів на дах, парпетів, антен тощо.

Плоскі безгорищні (вентильовані суміщені) дахи являють собою покриття з плит полегшеної ребристої конструкції (наприклад, із керамзитобетону), внутрішня порожнина якої заповнена утеплювачем (керамзитовий гравій, пемза та ін.). При цьому в конструкції плити передбачені припливно-витяжні продухи для вентиляції

її внутрішньої порожнини. Вентиляція також здійснюється через сполучені між собою повітряні канали в товщі утеплювача. Товщина повітряного прошарку повинна бути не менше 50 мм.

Результати досліджень

Після дослідження існуючої житлової забудови на предмет розташування на її дахах сонячних панелей складено таку класифікацію:

- будинки з 1930 р. будівництва зі скатними дахами не придатні для поставлених задач;

- будинки з 1960 р. будівництва з плоскими дахами і холодними горищами частково придатні;

- будинки з 1960 р. будівництва з плоскими сумісними дахами придатні, але в обмеженій кількості через те, що спливає термін експлуатації;

- будинки з 1980 р. будівництва з плоскими дахами і теплими горищами придатні без обмеження.

Розроблено методику обстеження технічного стану типів дахів, які увійшли в класифікацію за дослідженням існуючої житлової забудови.

Наукова новизна полягає в тому, що подібне дослідження зроблене вперше. Окремі випадки розташування сонячних панелей на дахах мають випадковий і не системний характер через те, що була відсутня методика.

Висновки

Виконано класифікацію житлових будинків, придатних для розташування на їх дахах сонячних електростанцій.

Розроблено методику обстеження технічного стану дахів і горищ будинків для отримання дозволу розміщення на них сонячних електростанцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дудюк Д. Л., Мазепа С. С., Гнатишин Я. М. Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі : навч. посіб. Львів : Магнолія, 2022. 188 с.
2. Дураєв М. В., Войцицький А. П., Муляр О. Д. Перспективні технології нетрадиційної та відновлювальної енергетики: підруч. Житомир. агротехн. фах. коледж. Житомир : Поліський ун-т, 2022. 287 с.
3. Мисак Й. С., Возняк О. Т., Дацько О. С., Шаповал С. П. Сонячна енергетика: теорія та практика : монографія. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 340 с.
4. Пантелєєв П. О. Типізація, класифікація та техніко-економічні характеристики багатоквартирних будинків. *Економіка та держава*. 2014. № 5. С. 88–92. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecde_2014_5_21.

5. Сотник І. М. Енергоефективність та відновлювальна енергетика в Україні : проблеми управління : монографія За заг. ред. д-ра екон. наук, проф. І. М. Сотник. Суми : Університетська книга, 2023. 247 с.
6. Житлові будинки. Правила визначення фізичного зносу житлових будинків: СОУ ЖКГ 75.11 – 35077234.0015 : 2009. [На заміну ВСН 53-86; чинні від 2009-02-03]. Київ, 2009. 49 с.
7. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану: ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 43 с.
8. Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність : ДБН В.1.2-11:2021. [На заміну ДБН В.2.6-11:2008; чинні від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2022. 17 с.
9. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування : ДБН В.1.2-2:2006. Київ : Мінбуд України, 2006. 75 с.
10. Duffy A., Rogers M., Ayompe L. Renewable Energy and Energy Efficiency : Assessment of Projects and Policies. USA : Wiley-Blackwell, 2015. 288 p.
11. Saini G., Cengiz K., Srinivasan S., Padmanaban S., Kumar K. Solar Energy : Advancements and Challenges. River Publishers Series in Energy Sustainability and Efficiency. March 2023. 165 p.
12. Zhiqiang John Zhai Energy Efficient Buildings : Fundamentals of Building Science and Thermal Systems. USA : John Wiley & Sons, 2022. 384 p.

REFERENCES

1. Dudiuk D.L., Mazepa S.S. and Hnatyshyn Ya.M. *Netradytsiina enerhetyka: osnovy teorii ta zadachi : navch. posib.* [Unconventional energy : fundamentals of theory and problems]. Lviv : Mahnoliia Publ., 2022, 188 p. (in Ukrainian).
2. Duras M.V., Voitsytskyi A.P. and Muliar O.D. *Perspektyvni tekhnolohii netradytsiinoi ta vidnovliuvalnoi enerhetyky : pidruchnyk* [Promising technologies of unconventional and renewable energy]. Zhytomyr. ahrotekhn. fakh. koledzh. Zhytomyr : Poliskyi un-t, 2022, 287 p. (in Ukrainian).
3. Mysak Y.S., Vozniak O.T., Datsko O.S. and Shapoval S.P. *Soniachna enerhetyka: teoriia ta praktyka : monohrafiia* [Solar energy : theory and practice]. Lviv : Lvivska Politehnika Publ., 2014, 340 p. (in Ukrainian).
4. Panteleiev P.O. *Typizatsiia, klasyfikatsiia ta tekhniko-ekonomichni kharakterystyky bahatokvartyrnykh budynkiv. Ekonomika ta derzhava* [Typification, classification and technical and economic characteristics of multi-apartment buildings. Economy and the state]. 2014, no. 5, pp. 88–92. URL :http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecde_2014_5_21 (in Ukrainian).
5. Sotnyk I.M. *Enerhoefektyvnist ta vidnovliuvalna enerhetyka v Ukraini: problemy upravlinnia : monohrafiia za zah. red. d-ra ekon. nauk, prof. I. M. Sotnyk* [Energy efficiency and renewable energy in Ukraine : management problems]. Sumy : Universytetska Knyha Publ., 2023, 247 p. (in Ukrainian).
6. *Zhytlovi budynky. Pravyla vyznachennia fizychnoho znosu zhytlovykh budynkiv SOU ZhKH 75.11–35077234.0015:2009. Na zaminu VSN 53-86; chynni vid 2009-02-03* [Residential buildings. Rules for determining the physical wear and tear of residential buildings. SOU ZhKH 75.11–35077234.0015:2009]. Kyiv, 2009, 49 p. (in Ukrainian).
7. *Osnovni vymohy do budivel i sporud. Enerhozberezhennia ta enerhoefektyvnist : DBN V.1.2-11:2021. Na zaminu DBN V.2.6-11:2008; chynni vid 2022-09-01* [Basic requirements for buildings and structures. Energy saving and energy efficiency. DBN V.1.2-11:2021]. Kyiv : Minrehion Ukrainy, 2022, 17 p. (in Ukrainian).
8. *DBN V.1.2-2:2006. Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnykh obiektiv. Navantazhennia i vplyvy. Normy proektuvannia* [DBN V.1.2-11:2021. System for ensuring the reliability and safety of construction objects. Loads and influences. Design standards]. Kyiv : Minbud Ukrainy, 2006, 75 p. (in Ukrainian).
9. *DSTU-N B V.1.2-18:2016. Nastanova shchodo obstezhennia budivel i sporud dlia vyznachennia ta otsinky yikh tekhnichnoho stanu. Chynnyi vid 2017-04-01* [DSTU-N B V.1.2-18:2016. Guidelines for the inspection of buildings and structures to determine and assess their technical condition]. Kyiv : SE “UkrNDNTs”, 2017, 43 p. (in Ukrainian).
10. Duffy A., Rogers M. and Ayompe L. Renewable Energy and Energy Efficiency : Assessment of Projects and Policies. USA : Wiley-Blackwell, 2015, 288 p.
11. Saini G., Cengiz K., Srinivasan S., Padmanaban S. and Kumar K. Solar Energy : Advancements and Challenges. River Publishers Series in Energy Sustainability and Efficiency. March 2023, 165 p.
12. Zhiqiang John Zhai Energy Efficient Buildings : Fundamentals of Building Science and Thermal Systems. USA : John Wiley & Sons, 2022, 384 p.

Надійшла до редакції: 17.03.2024.