УДК 625.88 DOI: 10.31650/2707-403X-2022-16-194-204

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СУЧАСНИХ СОНЦЕЗАХИСНИХ ФАСАДІВ

Черненко А. А.,
ас. каф. архітектури будівель і споруд,
ugolneba16@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3378-0790

Романова М. І.,
ст. каф. архітектури будівель і споруд,
milanaromanova2001@gmail.com

Архітектурно-художній інститут,
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

Анотація. В статті розглянуто історію та проаналізовано базові принципи роботи традиційних та інноваційних засобів сонцезахисту, які, окрім своєї першочергової функції, сприяють зменшенню енерговитрат. Приведено приклад сучасного світового досвіду використання сонцезахисних елементів фасадів будівель. В першій частині статті наведено результати аналізу літературних джерел щодо сучасних архітектурних конструкцій. Друга частина статті присвячена історичній довідці з традиційних сонцезахисних систем, відомих людству з давніх часів. У висновку зазначено можливі прийоми поєднання одночасної мінімізації зайвих теплових надходжень та втрат. Представлено варіанти подальшого розвитку науково-практичних досліджень та проєктів в цій сфері.

Ключові слова: енергоефективність, сонцезахист, фотоелементи, сонячні панелі, адаптивна архітектура, ультрафіолетове випромінювання.

Вступ. Небезпека надлишкового ультрафіолетового випромінювання для людей вже давно врахована архітекторами та відображена у розробці фасадних сонцезахисних систем. Такі пристрої для затінення безпосередньо впливають на зовнішній вигляд будівлі та є важливою частиною фасадного дизайну. Окрім цього, більше третини світового споживання енергії припадає на будівельний сектор. Оскільки сучасні будівлі найчастіше мають велику площу скління, значна кількість сонячної радіації потрапляє на площину вікон високих споруд. Цю сонячну енергію можна використовувати для виробництва електроенергії та для енергоспоживання в будівлях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На міжнародній конференції GASLE 24 листопада 2014 р. індонезійські вчені з університету Петра Крістіан в своєму дослідженні «Towards Energy Efficient Facade Through Solar-powered Shading Device» описують переваги використання автоматичних систем сонцезахисту з точки зору енергоефективності. Сантіна ді Сальво з університету Палермо в своїй праці «Façade Solar Control and Shading Strategies for Buildings in the Mediterranean Region» розглядає досвід використання біоміметричних і адаптивних матеріалів в сонцезахисті будівель Середземноморського регіону. Іхаб Елзеяді з університету Орегона в статті «The impacts of dynamic façade shading typologies on building energy performance and occupant's multi-comfort» детально описує типологію динамічних сонцезахисних фасадних систем та порівнює їх один з одним за ефективністю. Паола Лассандро та Сільвія ді Турі в статті «Façade retrofitting: from energy efficiency to climate change mitigation» розглядають шляхи модернізації фасадних рішень з метою пом'якшення природної загрози зміни клімату в Середземноморському регіоні.

Постановка завдання. Метою даного дослідження є аналіз історичного та сучасного світового досвіду використання різноманітних за матеріалами, конструкцією та технологіями

енергоефективних сонцезахисних фасадів і пошук форм та пропозицій потенційного втілення подібного досвіду в українських реаліях.

Основний матеріал і результати. Сонцезахист будівлі традиційно забезпечують:

1. архітектурно-планувальними рішеннями – раціональна орієнтація будинків за сторонами горизонту, використання галерей, лоджій, вертикальне озеленення, фарбування огороджувальних конструкцій у світлі тони, обводнювання територій, планування забудови будинків;
2. пристроями затінення (саме вони будуть розглянуті в роботі) – до них відносять:
   1) стаціонарні: козирки (суцільні або ґратчасті), екрани (горизонтальні і вертикальні, суцільні і ґратчасті), чашоподібні просторові форми;
   2) регульовані (мобільні): жалюзі (горизонтальні та вертикальні), ставні, маркізи, штори;
3. конструктивні засоби: використання тепловідбиваючого, світлорозсіюваючого скла, теплоізоляційних матеріалів, повітряних прошарків.
4. технічні засоби – кондиціонування приміщень.

До сонцезахисних пристроїв висувають певні вимоги: максимальне відбиття світла і світлопропускання, забезпечення мінімальної теплоємності, забезпечення циркуляції повітря по вертикалі і горизонталі паралельно площини стіни. Горизонтальні сонцезахисні пристрої найбільш ефективні при південній орієнтації фасаду, а вертикальні – при орієнтації на схід (захід) і північний схід (північний захід) [1], [2].

Сонцезахисні системи для фасаду дають можливість контролювати кількість сонячного світла, що надходить в будівлю, завдяки застосуванню різних систем сонцезахисних панелей. Сьогодні популярними є дві основні системи захисту від ультрафіолету: сонцезахисні сітки і фасадні ламелі (рафштори) (рис. 1).Виробники пропонують широкий вибір сітчастих жалюзі, які лімітують потребу в кондиціонерах, що позитивно впливає на енергоефективність будівлі. Великі отвори забезпечують прозорість зсередини, а нахил сітки зупиняє пряме сонячне світло. Фасадні ламелі за принципом являють собою жалюзі, призначені для фасаду, мають відповідний великий розмір панелей. Їх зазвичай виконують з алюмінію, стійкого до впливу навколишнього середовища. Рафштори поєднують естетику і функцію, при їхньому виробництві застосовують стійке до ультрафіолету порошкове фарбування, тому колір залишається незмінним з плином часу. Ламелі можуть бути стаціонарними або поворотними, а механізм обертання – ручним або автоматичним [3].

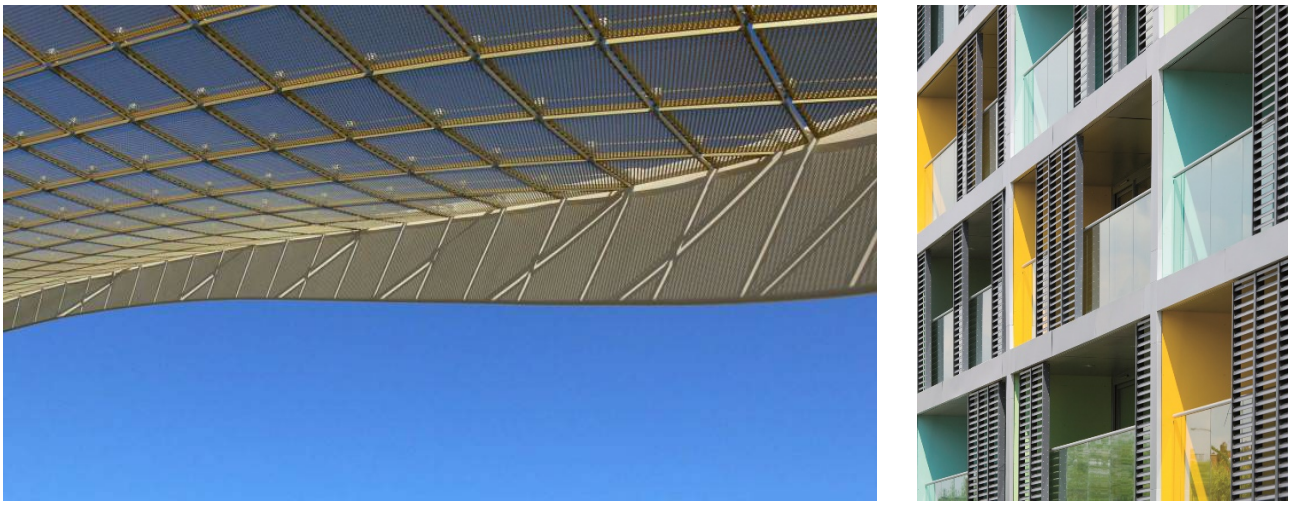

Рис. 1. Ліворуч – фасадні сітки, праворуч – фасадні ламелі

Автори будівлі центрального залізничного вокзалу Роттердама (рис. 2), бюро Benthem Crouwel Architects, MVSA Architects, West 8, поєднали конструкцію навісу над перонами із

природним освітленням і влаштували на ньому 130 000 сонячних панелей – найбільше застосування пристроїв сонячної енергетики на покрівлі у Нідерландах і один з найбільших подібних проєктів у Європі. Сонячні елементи різняться за світлопропусканням [4].

Рис. 2. Навіс центрального залізничного вокзалу Роттердама

Задачею інженерів будівлі Аль-Бахар в Абу-Дабі (рис. 3) було підтримання комфортного мікроклімату всередині комплексу при мінімальній кількості кондиціонерів. Вирішенням стало використання елементів сонцезахисних пристроїв, які змінюють своє положення залежно від часу доби та руху сонця. Створи рухомих панелей регулюють клімат офісних приміщень. За прототип даної конструкції було взято традиційні арабські ажурні ґрати мащрабія, що пропускають світло, не нагріваючи повітря всередині приміщення [5].

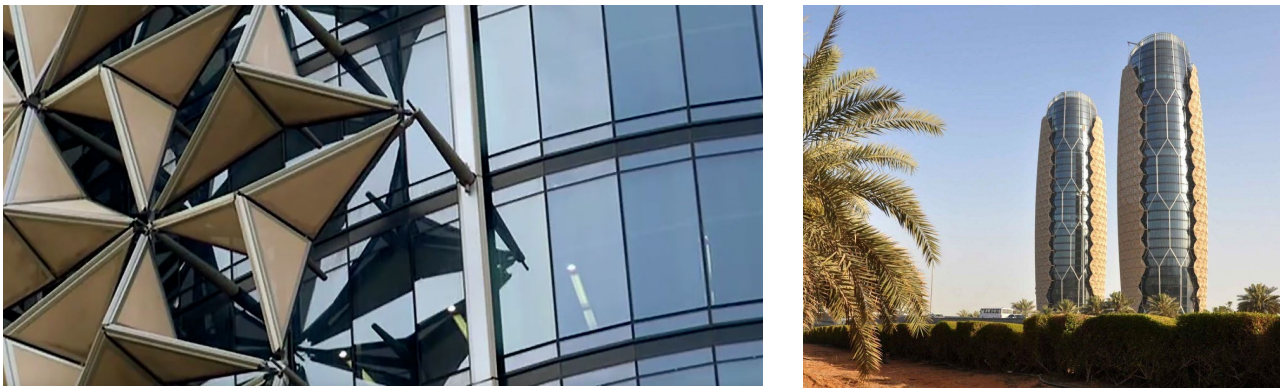

Рис. 3. Будівля Аль-Бахар в Абу-Дабі

Сюзан Гостоні у своїй докторській роботі «Фізіоміметичний дизайн фасаду. Систематика для функціонально-орієнтованого перенесення біологічних принципів до термоадаптивних концепцій дизайну фасадів» аналізує можливості запозичувати механізм терморегуляції організмів з природи до будівництва. Наприклад, структура крила метелика забезпечує відображення або поглинання світла та регулювання тепла. Гостоні вважає, що розташування світлих і темних кольорів поруч один з одним створює теплові потоки, що допомагає крилам діяти як система теплообміну. Вона також виявила, що положення крил має значення в управлінні енергією. За такою аналогією жалюзі можна розташувати в певному положенні, завдяки чому вони можуть більш ефективно розсіювати надлишок тепла. Додавання кольору з певним коефіцієнтом випромінювання може ще більше посилити цей ефект. Основний інтерес у геометричних фасадах полягає в оптимізації поверхні сонячного випромінювання. Варіації поверхні та варіації співвідношення вікна до стіни впливають на сонячну енергію та, як наслідок, на енергію охолодження влітку (рис. 4) [6].

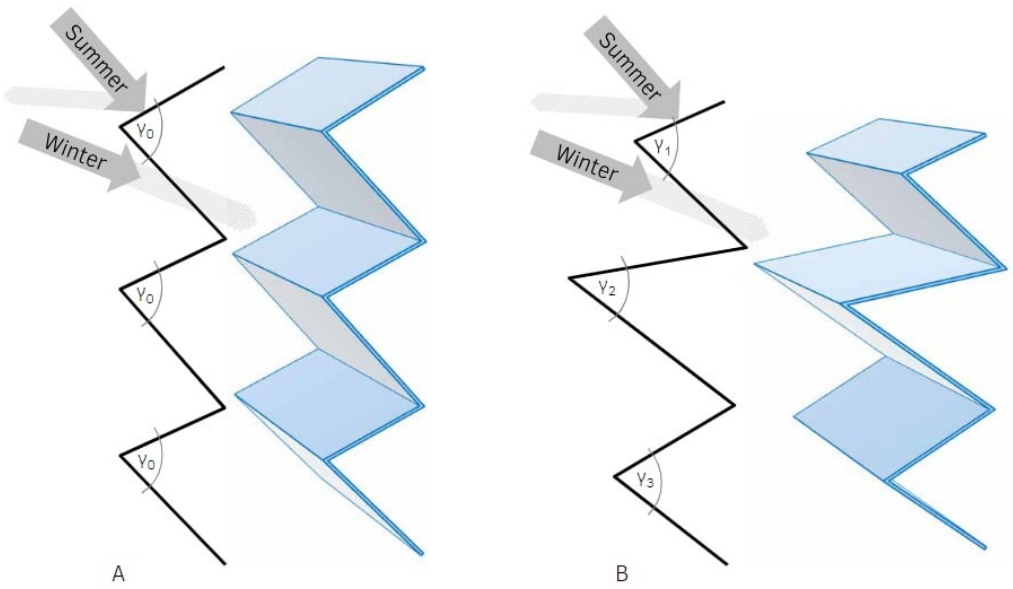

Рис. 4. Схеми фальцевих фасадів як вирішення конфлікту використання сонячного випромінювання влітку і взимку. Обидві версії блокують сонячне випромінювання влітку та дозволяють пропускати взимку

Схема А показує звичайну складену версію, застосовану, наприклад, до будівлі Energybase у Відні

На схемі В зображено неправильний складчастий фасад, принципово подібний до павільйону Endesa

Конфлікт щодо отримання або уникнення сонячного випромінювання можна вирішити шляхом коригування форми поверхні (або додавання адаптивних елементів – пристроїв для затінення). Складчасті фасади павільйону Endesa у Барселоні або офісної будівлі Energy Base у Відні (рис. 5) дозволяють оптимально використовувати сонячні випромінювання взимку та уникати прямого сонячного випромінювання влітку. Таким чином, потреба в затінюючих пристроях є зайвою [6].

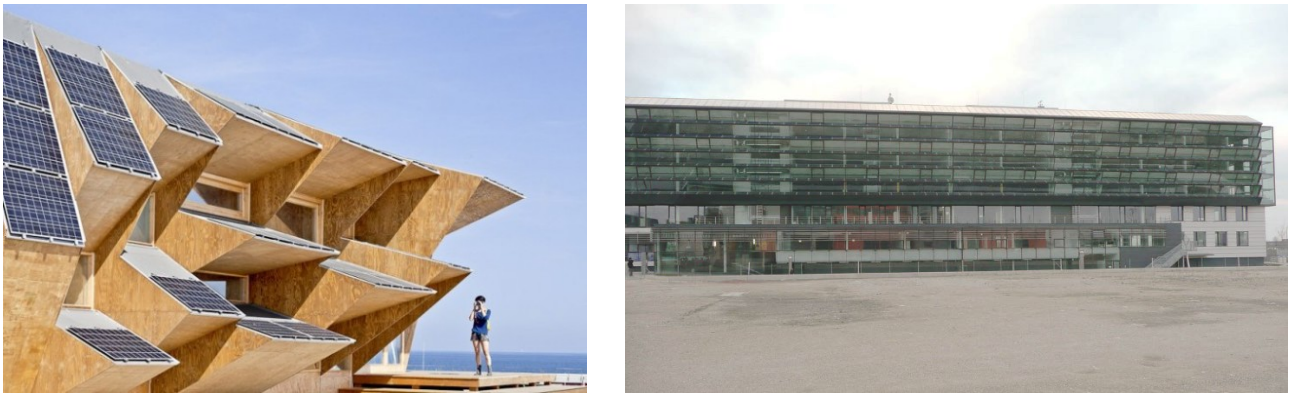

Рис. 5. Ліворуч – павільйон Endesa, праворуч – віденська будівлі Energybase

Фотоелектричний бриз-солей (сонцеріз, сонячний навіс), на відміну від звичайного, дає змогу виробляти відновлювану електроенергію (рис. 6). Він складається з фотоелектричних елементів, роль яких полягає в захопленні сонячних променів та перетворенні їх на постійний струм, а завдяки інвертору – на змінний, який використовують для живлення електроприладів.

Перш за все, це пристрій дозволяє створити тінь і ефективно захистити будинок від сонячних променів влітку. Звичайно, маркізи мають орієнтацію від 20° до 25°: тепло не проникає у спекотні літні дні. А взимку, коли сонце нижче, затінення не має бар'єру проти променів, тому надходить до будинку. Деякі моделі дозволяють змінювати положення маркіза відповідно до руху сонця та пори року. Всі ці заходи сприяють зниженню витрат на опалення та охолодження [7].

Рис. 6. Фотоелектричні сонцерізи

Цікавим рішенням також є використання сонцезахисного скла. Популярні три групи:

1. Скло спеціального складу з добавками закисі заліза, що забезпечують значне поглинання інфрачервоної і теплової радіації Сонця.
2. Відбивне скло, на зовнішню поверхню якого нанесено спеціальне покриття (титанове, окисно-кобальтове, олов'яно-сурм'янисте).
3. Багатошарове скло, де простір між склінням заповнюється спеціальними речовинами, що забезпечують поглинання, відображення і розсіювання сонячної радіації.

Юань Гао розробив два абсолютно нові підходи, виводячи багатофункціональні фотоелектричні (photovoltaic, PV) вікна на новий рівень. Вони можуть не лише перетворювати сонячну енергію в електрику, а й маніпулювати інтер'єром з точки зору денного освітлення, охолодження та захисту від відблисків. Перший підхід заснований на використанні непрозорих затінюючих елементів, а другий – на основі напівпрозорого (semi-transparent photovoltaic, STPV) скління в поєднанні з полімердисперсною рідкокристалічної (polymer-dispersed liquid-crystal, PDLC) плівкою (рис. 7).

Сучасні багатофункціональні фотоелектричні елементи страждають від проблем часткового затінення при використанні звичайних методів відстеження сонця. Юань вирішив цю проблему, запровадивши нові методи, щоб уникнути взаємного затінення, коли елементи тримаються під певним кутом нахилу. Цей кут залежить від положення сонця, яке відомо для конкретного місця, дати та часу. Оптимізований метод призводить до збалансування енергетичних показників будівлі з точки зору виробництва та споживання електроенергії шляхом штучного освітлення, опалення та охолодження.

Юань також розробив і виготовив напівпрозорі сонячні батареї з аморфного кремнію, які забезпечують достатню кількість електроенергії для живлення плівки PDLC. Плівка може

переходити з непрозорого стану в прозорий за секунду, тому кількість сонячного світла в інтер'єрі можна контролювати без споживання додаткової електроенергії з мережі [8].

Рис. 7. Вигляд звичайного вікна крізь зразок STPV-комірки

Традиційних види захисту від сонячних променів. Яким чином це робилось і може робитися саме в Одесі. Найраніші відомі нам згадки про сонцезахисні системи зустрічаються в давньоєгипетських рукописах, які датуються приблизно п'ятдесятими роками до нашої ери. Такі тканинні навіси використовували ринкові торговці Єгипту та Сирії, щоб захистити свої товари від палючого сонця. Можна, напевно, припустити, що в цей час подібні навіси, тенти вже не були новинкою і для мешканців Стародавнього Риму. Крім захисту крамниць, їх використовували і для захисту приміщень інсул та домусів, ними накривали великі площі для глядачів театрів, щоб створити для них рятівну тінь на час вистави (рис. 8). Таким чином, під тентом можна було досить довгий час.

Рис. 8. Навіс над ареною Колізею, 80 рок н. е (ліворуч),
навіс над лавкою в інсулі. Давній Рим (праворуч)

У давнину тенти часто служили укриттям на кораблях. На зображеннях того часу ми бачимо смугасті тканини (рис. 9). Це насамперед було пов'язано з тим, що технології ткацтва не дозволяли робити широкі тканини, отож доводилося складати потрібну ширину з окремих смуг. А щоб це виглядало гарно, смуги фарбували в різний колір.

Рис. 9. Навіс. Корабель вікінгів IX ст.

Піка популярності захисні навіси або, як їх назвали французи, маркізи. Маркіза (фр. une marquise) – спочатку це легкий, критий залізом або склом ковпак або навіс, що іноді влаштовується над вхідними дверима будівель (театрів, вокзалів та готелів) і захищає їх від дощу та снігу. Однак у багатьох мовах термін поширився також на складні парусинові або полотняні зовнішні навіси над вікнами, які забираються в похмуру погоду і використовуються в ясну для захисту від сонячних променів, однак у сучасній Франції подібні навіси мають власну назву – pare-soleil або brise-soleil (сонцезахисний козирок) досягли у другій половині XIX ст., як у Європі, так і в Північній Америці.

З розвитком економіки, почали відкриватися численні магазини (прості лавки та величезні пасажі), готелі та кафе. Виникла потреба закривати вітрини, столики з відвідувачами, вікна готельних номерів від сонця та негоди. Паралельним курсом відбувалася так звана технічна революція. Знаходилися нові засоби обробки металів, винаходилися нові механізми. До того ж, на зміну вітрильному флоту приходило пароплавство, але попит на парусину не ослаб, а навпаки: виробники вітрильної тканини швидко модифікували виробництво та освоювали новий ринок.

Оскільки перші маркізи були тканинами, що лежали на жорстких каркасах, маніпулювати ними можна було лише змотуючи руками, що було дуже незручно і довго. Зовнішній вигляд цих полотен був все ж таки далеко не привабливий: вони були неохайні і виглядали збитими в купу. До того ж у їхніх вічних нерівних складках збирався пил і пилок, а це призводило до швидкого утворення плісняви. Але вже до другої половини XIX ст. з'явилися перші механізми, гнучкі передачі, мотузкові та ланцюгові, а також системи з жорсткими колінчастими передачами. Такі тенти можна було за необхідності легко розгорнути та згорнути. Щоправда, ці механізми все ще рухалися ручним способом.

Вже тоді стало зрозуміло, що зручні для відвідувачів навіси приваблюють додаткових клієнтів, а також усередині затіненого магазину, кафе, номера в готелі знаходиться куди приємніше. Крім того, ошатні смугасті маркізи, прикрашені ламбрекенами, робили міські вулиці куди затишніше (рис. 10). А логотипи, емблеми і написи, що з'явилися на них, часом заміняли собою вивіски.

Якраз у другій половині XIX ст. й Одеса зазнавала небувалого будівельного буму. За період з 1863 по 1910 р. населення міста зросло з 118 900 до 506 000, більш ніж у 4 рази. Це було і поліпшенням рівня життя городян, технічним прогресом, вмілим управлінням,

залученням інвестицій, а й відтоку поміщиків і селян із сіл у міста, що сталося завдяки скасування кріпосного права.

Рис. 10. Маркізи над вікнами у Парижі, XIX ст.

Одеса була одним із найрозвиненіших міст Європи. Усі передові досягнення у галузі науки, мистецтва, техніки та технології майже відразу впроваджувалися у життя міста. Одеські підприємці починаючи з 1851 р. були постійними учасниками Всесвітніх виставок. І все найцікавіше та модніше з Лондона, Парижа, Відня, Барселони і навіть із Філадельфії та Чикаго привозили до Одеси. Так, слідом за новомодними, критими скляними дахами пасажами Парижа Шуазель та Веро-Дода в Одесі будується Пасаж Менделевича. Чудова будівля, яка крім торгових точок включала також готель, ресторани і кафе. Одним фасадом будівля орієнтована північ, а інший виходить вікнами на захід. І, безумовно, якщо в першому випадку в номерах готелю природного світла катастрофічно не вистачає, то для другого в обідній час настає нестерпна спека. І найкращим засобом боротьби з цим недоліком стали маркізи (рис. 11).

Рис. 11. Маркізи над вікнами готелю «Пасаж». Одеса, кінець XIX ст.

Завжди навіси, тенти та маркізи були захистом від сонця. Однак сьогодні, з розвитком нових технологій, стало можливо не тільки захищатися від надлишкового сонячного світла, але й використовувати його енергію. А системи електронних контролерів дозволяють розташовувати площини з фотоелектричними перетворювачами під найбільш ефективним кутом, змінюючи його в залежності від положення Сонця. Згадуючи старе кіно можна сказати: хто нам заважає, той нам допоможе. Ще недавно такі рішення були неефективними та дорогими. Але прогрес не стоїть на місці.

Висновки. Однією з найважливіших задач історичних міст є можливість адаптації пам'яток архітектури до нових реалій, кондиціювання, прокладання комунікативних мереж або використання альтернативних джерел енергії. Будь-яке втручання в історичні будівлі повинно проводитись після ретельного вивчення. Нові технічні розробки можуть бути шкідливими, але можуть і принести велику користь. Вивчення можливого симбіозу відкриває великі можливості для наукових досліджень як інженерних, так і архітектурних. За таким кіберантиком стоїть майбутнє історичних міст.

Питання енергоефективності будівель попри нерівномірну розповсюдженість є загальносвітовим. Задача збереження природних ресурсів, використання відновлювальних джерел енергії та раціонального природокористування, безумовно, знайшло відклик в архітектурних рішеннях, вимагає постійного технологічного розвитку будівельних матеріалів, конструкцій та їхнього використання на практиці. Розглянуті засоби і прийоми захисту від прямої сонячної радіації цілком можливо використовувати у нашій державі і конкретно в нашому місті, Одесі. Що ж можна зробити сьогодні? Цілком можливою є інтеграція фотоелектричних панелей навіть в історичну забудову, наприклад, разом з фасадними маркізами. Такий проєкт потребує детального прорахунку, але може стати перспективним напрямком у реновації та реставрації міської спадщини. Особливо ефективним може стати поєднання сучасних інновацій з перевіреними роками традиційними засобами сонцезахисту. Головне завдання сучасної архітектури в цьому напрямі – пошук, розробка прийомів та методів фасадного захисту будівель та приміщень від шкідливого впливу ультрафіолету та їхнє подальше використання в реальному житті.

Література

[1] Апатенко Т. М. КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ з дисципліни „Будівельна фізика. Кліматологія” (для студентів 4 курсу денної форми навчання напряму підготовки 6.060102 – «Архітектура» (експеримент)) / Т. М. Апатенко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва – Х.; ХНАМГ, 2011. – 98 с.

[2] Тарасевич Д. В. Конспект лекцій з дисципліни „Будівельна фізика” для першого семестру для студентів освітньо-професійної програми «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 191 – «Архітектура та містобудування». ОДАБА, 2022. – 92 с.

[3] Сонцезахисні Панелі на Фасад. URL: https://artfasad.com/privatnij-budinok/soncezaxisni-paneli/

[4] Rotterdam Central Station / West 8 + Benthem Crouwel Architects + MVSA Architects. URL: https://www.archdaily.com/588218/rotterdam-central-station-benthem-crouwel-architects-mvsa-meyer-en-van-schooten-architecten-and-west-8?ad_medium=widget&ad_name=recommendation

[5] Точилова Н. Башни Аль Бахар в Абу-Даби с кинетическими энергоэффективными фасадами – сочетание традиций и современных технологий. URL: https://www.architime.ru/specarch/aedas_architects/al_bakhar.htm#1.jpg

[6] Susanne Gosztonyi. Physiomimetic Façade Design. Systematics for a function-oriented transfer of biological principles to thermally-adaptive façade design concepts. DOI: https://doi.org/10.7480/abe.2022.4.6479

[7] Brise-soleil photovoltaïque: tout savoir sur cette innovation. URL: https://mypower.engie.fr/energie-solaire/conseils/brise-soleil-photovoltaique-tout-savoir-sur-cette-innovation.html

[8] Gao, Y. (2019). Photovoltaic Windows: Theories, Devices and Applications. URL: https://doi.org/10.4233/uuid:7aa8438c-6106-4c0f-a33f-0ceb8782ad23

References

[1] Apatenko T. M. Konspekt lektsiy z dystsypliny “Budivel’na fizyka. Klimatologiia” (dlia studentiv 4 kursu dennoii formy navchanniia napriamu pidgotovky 6.060102 – «Arhitektura» (eksperiment)) / T. M. Apatenko; Hark. nats. akad. misk. gosp-va – H.; HNAMG, 2011. – 98 c.

[2] Tarasevich D. V. Konspekt lektsiy z dystsypliny “Budivel’na fizyka” dlia pershogo semestru dlia studentiv osvitnio-profesiynoii programy «Arhitektura ta budivnytstvo» za specialnistu 191 – «Arhitektura ta mistobuduvannia». ODABA, 2022. – 92 c.

[3] Sontsezahysni Paneli na Fasad. URL: https://artfasad.com/privatnij-budinok/soncezaxisni-paneli/

[4] Rotterdam Central Station / West 8 + Benthem Crouwel Architects + MVSA Architects. URL: https://www.archdaily.com/588218/rotterdam-central-station-benthem-crouwel-architects-mvsa-meyer-en-van-schooten-architecten-and-west-8?ad_medium=widget&ad_name=recommendation

[5] Tochilova N. Bashni Al-Bahar v Abu-Dabi c kineticheskimi energoeffectivnymi fasadami – sochetanie traditsiy i sovrmennyh tehnologiy. URL: https://www.architime.ru/specarch/aedas_architects/al_bakhar.htm#1.jpg

[6] Susanne Gosztonyi. Physiomimetic Façade Design. Systematics for a function-oriented transfer of biological principles to thermally-adaptive façade design concepts. DOI: https://doi.org/10.7480/abe.2022.4.6479

[7] Brise-soleil photovoltaïque: tout savoir sur cette innovation. URL: https://mypower.engie.fr/energie-solaire/conseils/brise-soleil-photovoltaique-tout-savoir-sur-cette-innovation.html

[8] Gao, Y. (2019). Photovoltaic Windows: Theories, Devices and Applications. URL: https://doi.org/10.4233/uuid:7aa8438c-6106-4c0f-a33f-0ceb8782ad23

ENERGY-EFFICIENCY OF MODERN FACADE SOLAR SHADING

Chernenko A. A.,
Assistant, Department of Architecture of Buildings and Structures,
ugolneba16@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3378-0790

Romanova M. I.,
Student, Department of Architecture of Buildings and Structures,
milanaromanova2001@gmail.com

Institute of Architecture and Art,
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odesa

Abstract. The article presents the analysis of the basic principles of work of traditional and innovative solar protecting devices which besides their primary function contribute to reducing energy consumption. The examples of modern worldwide experience of use of solar protective elements for building's façades are given. In the first part of this article, it was looked at the modern architectural structures described in literature. The second part is dedicated to a historical research about traditional solar protective elements known to mankind from the old times of its existence. In conclusion the possible methods of simultaneous minimization of heat losses and expenses are specified. Variants of further of scientific and practical research and projects in this field are presented.

The danger of excessive ultraviolet radiation towards people is already considered by the architects while implementing all the necessary means of protection in the project and is reflected in solar protected façades design. These shadowing devices directly influence external building look and are an important part of façade design. Apart from that, more than one third of world energy consumption comes from the building sector. Since modern architecture has a huge area of glazing a decent amount of sun radiation goes through the windows of tall buildings. This solar energy might be used for energy generating and consumption in the buildings.

One of the most crucial problems of historical cities is the possible adaptation of architectural monuments to new realities, conditioning, laying of engineering networks or alternative energetic resources usage. Any intervention to historical buildings is to be made after a careful examination. New technical developments might either be damaging or beneficial. Learning about potential symbiosis creates a huge capability for engineering or architectural scientific research. The future of historical cities stands behind a so-called cyberantiquity.

The issue of energy efficiency in architecture regardless its unequal distribution is worldwide. The natural resources and rational nature management problem undoubtedly found a response in architectural solutions and requires continuous technological development of building materials, structures, and their use in practice. The mentioned means and methods of protection against direct solar radiation are quite possible to implement in our country and especially in our city, Odessa. So, what can be done today? It is quite possible to integrate photovoltaic panels even in historical buildings, for example, together with façade marquises. A project like this requires detailed calculation, but it can become a promising direction in the renovation and restoration of urban heritage. Combining modern innovations with traditional sun protection products proven over the years can be especially effective. The main task of modern architecture in this direction is the search and development of techniques and methods of façade protection of buildings and apartments from the harmful effects of ultraviolet light and their further application in real life.

Keywords: energy efficiency, solar protection, solar panels, photovoltaic cells, adaptive architecture, ultraviolet radiation.