

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКЦІЇ ФАСАДНОЇ СВІТЛОПРОЗОРОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Наведено огляд та аналіз досліджень й конструктивних рішень фасадної світлопрозорої теплоізоляції з метою підвищення енергозбереження будівель. Проаналізовано нормативні вимоги до фасадної світлопрозорої теплоізоляції.

Ключові слова: енергоефективність, світлопрозора конструкція, фасадна теплоізоляція.

Abstract

An overview and analysis of research and constructive solutions of facade translucent thermal insulation with the aim of increasing energy saving of buildings is provided. The regulatory requirements for facade translucent thermal insulation have been analyzed.

Keywords: energy efficiency, transparent construction, facade thermal insulation.

Вступ

Актуальність підвищення енергоефективності теплоізоляційної оболонки будівель відзначено у законах «Про енергетичну ефективність», «Про енергозбереження» та відображено у будівельних нормах «Теплова ізоляція будівель», «Опалення, вентиляція та кондиціонування» та національних стандартах «Енергетична ефективність будівель», «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель» [1-5].

Одним із конструктивних рішень фасадної теплоізоляції є збірні системи з опорядженням прозорими елементами, що відносяться до класу Г [6]. Конструкція зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням прозорими елементами передбачає суцільний світлопрозорий фасад або комбінований фасад з опорядженням прозорими елементами. Фасадна теплоізоляція з опорядженням прозорими елементами є популярною в Україні при будівництві громадських та житлових будівель. Цьому сприяють естетичні характеристики скляної поверхні, що може бути дзеркальною, напівпрозорою, кольоровою і забезпечує хороші архітектурні якості. Світлопрозорі фасади мають значну розмаїтість архітектурних, естетичних і технічних характеристик. Вентильовані фасади з облицюванням зі скла дозволяють досягти враження суцільного скління фасаду, тоді як приміщення мають звичайні вікна. Вони забезпечують скління простінків і глухих ділянок фасаду, при цьому скління стін і вікон може виконуватися в одній площині [10]. Подальше використання світлопрозорої теплоізоляції потребує оцінювання енергоефективності її різних конструкцій.

Результати дослідження

Сучасні матеріали та конструкції фасадної теплоізоляції є предметом досліджень науковців України, Італії, Іспанії, Бельгії, Японії, Китаю, Сполучених Штатів та інших (рис.1).

Серед зарубіжних публікацій цікаве дослідження авторів [6] щодо системи подвійного фасаду, який можна визначити як фасад будівлі, що охоплює один або кілька поверхів з кількома оболонками. Оболонки можуть бути повітронепроникними або вентильованими. Будівлі, побудовані з подвійним фасадом, можуть мати кращі теплові характеристики, ніж з звичайним одношаровим фасадом. У статті наведено висновки щодо енергетичної ефективності подвійного фасаду, застосованого до типової офісної будівлі в кліматичних умовах Гонконгу. Була створена експериментальна установка, а дані вимірювань використані для перевірки теоретичної моделі, розробленої за допомогою програми моделювання EnergyPlus. Потім перевірену модель використовували для оцінки енергетичної ефективності подвійного фасаду з різними конфігураціями, включаючи тип скління (прозоре, поглинаюче або відбиваюче скло), положення скління (внутрішнє

або зовнішнє скло) і шари скління (матеріал для одинарного або подвійного скління). За результатами досліджень виявлено, що подвійна фасадна система з одношаровим прозорим склінням у якості внутрішнього скла та подвійним відбиваючим склом у якості зовнішнього скла може забезпечити щорічну економію близько 26% енергії охолодження будівлі порівняно зі звичайним одношаровим фасадом із одним поглинаючим склом. Однак тривалий термін окупності у 81 рік робить систему подвійного фасаду економічно не вигідною.

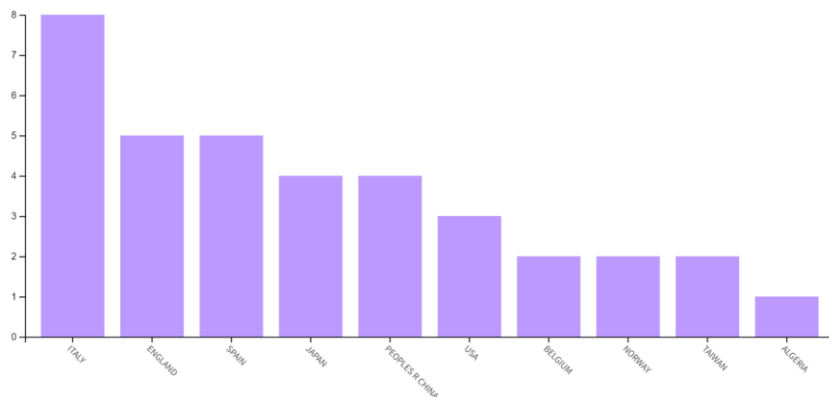


Рисунок 1 - Аналіз результатів наукових публікацій (за регіонами) за темою «materials of glass facades» з Web of Science Core Collection (на 4.11.2022р.)

Дослідження [8,9] присвячено вдосконаленню «розумного вікна». Традиційні повністю пасивні термохромні «розумні вікна» не можуть регулювати свою прозорість відповідно до параметрів зовнішнього клімату, а лише регулюють сонячне випромінювання, при цьому не враховуючи підвищення температури в приміщенні, що надходить у вигляді конвекції. У статті [9] запропоновано вбудовувати полі (N-ізопропілакриламідний) (PNIPAm) мікрогель у високопрозору поліакриламідну (PAM) матрицю. Гідрогель PNIPAm-PAM характеризується надвисоким коефіцієнтом пропускання світла 90,6% і сонячною модуляцією 65,5%. Вводячи наночастинки в термохромні гідрогелі та поєднуючи переваги рідкого скла в контролі конвекції тепла, розроблено новий тип активного та пасивного «розумного вікна» з подвійним керуванням (розумне вікно APDC). Під час демонстрації в приміщенні було доведено, що «розумне вікно», в яке введено рідину PNIPAm, має найкращу енергозберігаючу здатність. Теплиця з використанням «розумних вікон» PNIPAm, знижує температуру повітря в приміщенні на 15 градусів порівняно з зі звичайним склом.

Відповідно до будівельних норм України [1] збірні системи з опорядженням прозорими елементами (клас Г) виконуються з тепловою ізоляцією. Світлопрозора огорожувальна конструкція може бути навішеною або самонесучою в межах поверху або ярусу, яка встановлюється з повітряним прошарком між її зовнішньою поверхнею та захисним світлопрозорим шаром. Комплект складається зі світлопрозорих елементів; несучого каркаса, до складу якого входять стояки, ригелі, елементи кріплення; та непрозорих з боку приміщення елементів із тепловою ізоляцією. Класифікація світлопрозорих фасадів за конструктивними рішеннями дозволяє виділити наступні групи: опорно-ригельні, рамні, спайдерні, структурні, напівструктурні, вентилязовані і тепло-холодні вентилязовані, панельні.

Класифікація матеріалів конструкцій застаклених фасадів передбачає розподіл на наступні групи: алюмінієві, сталеві, комбіновані.

Для збереження теплотехнічних показників, характеристик несучої здатності, довговічності кожної збірної фасадної світлопрозорої системи, що передбачається для застосування, визначається конструктивний клас, підклас, марка або тип виробів і компонентів із перевіркою експлуатаційних показників відповідно до існуючих нормативних вимог [1] та ДСТУ Б В.2.6-34, ДСТУ Б В.2.6-35, ДСТУ Б В.2.6-36 [10]. Зміна марок та типів компонентів комплексу (теплоізоляційного шару, опоряджувального шару, арматурної сітки, елементів кріплення тощо) потребує дослідження збірної фасадної світлопрозорої системи в цілому за теплотехнічними показниками, характеристиками несучої здатності, довговічності. Довговічність конструкцій фасадної теплоізоляції повинна забезпечуватися за рахунок застосування матеріалів, що відповідають вимогам щодо стійкості (морозостійкість, вологостійкість, біостійкість, корозійна стійкість, стійкість до впливу високих

температур, циклічних температурних коливань та інших руйнівних впливів навколишнього середовища).

Параметри світлопрозорих елементів збірних систем повинні забезпечувати вимоги ДБН В.2.2-15, ДБН В.2.5-28, ДБН В.2.6-31, ДСТУ Б В.2-7-107, ДСТУ Б В.2.6-23, СН 205 за показниками приведенного опору теплопередачі, температур внутрішньої поверхні та температурного перепаду при розрахункових температурах навколишнього середовища, повітропроникності, індекса ізоляції повітряного шуму, коефіцієнта направлено пропускання світла, інсоляції та природного освітлення приміщень. Приведений опір теплопередачі склопакетів залежить від: кількості камер у склопакеті, варіанту скління та виду скла, яке використовується – листове стандартне, енергозберігаюче з твердим покриттям, енергозберігаюче з м'яким покриття, газовий склад середовища камер склопакетів (повітря, аргон, криптон).

Норми проектування ДБН В.2.6-31 [3] встановлюють три критерії для оцінювання теплової надійності огорожувальних конструкцій: достатній опір теплопередачі, допустима різниця температур внутрішнього повітря та внутрішньої поверхні стіни, відсутність конденсату в зонах підвищеної теплопровідності.

Висновок

Проаналізувавши наукові публікації за останні 10-12 років за даною темою, можна виділити основні напрямки досліджень збільшення енергоефективності фасадної світлопрозорої теплоізоляції:

- дослідження конструктивної частини будівлі, розмірів вікон і фасаду в цілому;
- дослідження конструкції віконної рами;
- дослідження використання різних типів та видів скління, Smart window «розумного вікна».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування.
2. ДСТУ Б В.2.6-34:2008 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги Київ Мінрегіонбуд України 2009
3. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель - [Чинний від 2021-09-01]. - К.: Мінрегіон України, 2022 р.
4. ДСТУ Б В. 2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель»
5. Ратушняк Г. С. Теплотехнічні особливості світлопрозорих огорожувальних конструкцій будівель/ Г. С. Ратушняк, О. Д. Панкевич, В. В. Панкевич // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. -Том. 30, № 1, с. 148–156
6. Investigation on energy performance of double skin facade in Hong Kong, Chan, ALS; Chow, TT; (...); Lin, Z Nov 2009 ENERGY AND BUILDINGS 41 (11) , pp.1135-1142
7. В.В. Дарієнко, О.А. Плотніков, М.Л. Брайченко Світлопрозорі фасади висотних багатофункціональних будинків // Наукові записки, вип.10, част. III, 2010
8. Active-passive dual-control smart window with thermochromic synergistic fluidic glass for building energy efficiency /Lei, QX, Wang, LL, Xie, HQ Yu, W Volume 222, AUG 15 2022
9. A Long-Life Battery-Type Electrochromic Window with Remarkable Energy Storage Ability / Wang, B; Cui, MW; (...); Luo, HJ. - Mar 2020 | Jan 2020 (Early Access) / SOLAR RRL 4 (3)
10. ДСТУ-Н Б В.2.6-146:2010 Конструкції будинків і споруд. Настанова щодо проектування й улаштування вікон та дверей

Ратушняк Георгій Сергійович – к.т.н, професор кафедри ІСБ, завідувач кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет ORCID 0000-0001-9656-5150, e-mail: ratushnyak@vntu.edu.ua

Панкевич Володимир В'ячеславович – аспірант факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет ORCID 0000-0002-1929-8172 e-mail: pankvova82@gmail.com

Georgiy Ratushnyak - Professor, Department of ISB, Head of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University ORCID 0000-0001-9656-5150 e-mail: ratushnyak@vntu.edu.ua

Volodymyr Pankevych - postgraduate Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University ORCID 0000-0002-1929-8172 e-mail: pankvova82@gmail.com