

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра промислового та цивільного будівництва

Кваліфікаційна робота/проект

другий магістерський рівень

(рівень вищої освіти)

на тему: «Технологія використання скляних стін при будівництві
цивільних споруд»

Виконав: студент 2 курсу, групи: 8.1922– пцб-з

спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

(код і назва спеціальності)

освітньої програми промислове і цивільне будівництво

Красницька Влада Костянтинівна

(прізвище та ініціал)

Керівник ст.викладач Пастухова С.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Науковий керівник проф., д.т.н. Арутюнян І.А.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доц.,к.т.н. Полтавець М.О.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2023 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні

Кафедра _____ Промислового та цивільного будівництва
 Рівень вищої освіти _____ другий магістрський рівень
 (другий (магістрський) рівень)
 Спеціальність _____ 192 "Будівництво та цивільна інженерія"
 (шифр і назва)
 Освітньо-професійна програма _____ "Промислове і цивільне будівництво"
 (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ ПЦБ
 _____ проф. Арутюнян І.А.
 « _____ » _____ 20 _____ року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

_____ Красницька Влада Костянтинівна
 (прізвище, ім'я, по батькові)

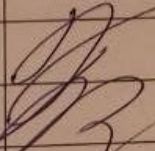
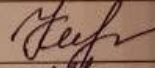

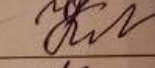

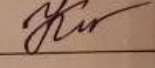
1. Тема роботи (проекту) : _____ Технологія використання скляних стін при будівництві цивільних споруд
 керівник роботи _____ Пастухова С.В. ст.викладач
 Науковий керівник _____ Арутюнян І.А, професор, д.т.н
 (прізвище, ім'я по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від " 01 " 05 2020 року № 637 – с

2. Строк подання студентом роботи _____ 01 грудня 2020 р.
 3. Вихідні дані до роботи _____ технологія використання скляних стін при будівництві цивільних споруд, навчальна, нормативна та періодична література
 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
 1. Скло у будівництві. 2. Світлотехнічні та теплозахисні властивості скління. 3. Технологія монтажу скляних фасадів.
 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

 листів

6. Консультанти розділів роботи

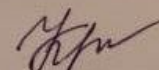
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Аругюнян І.А., д.т.н.. проф.		
Розділ 2	Аругюнян І.А., д.т.н.. проф.		
Розділ 3	Аругюнян І.А., д.т.н.. проф.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Скло у будівництві		
2.	Світлотехнічні та теплозахисні властивості скління		
3.	Технологія монтажу скляних фасадів		

Студент


 (підпис)

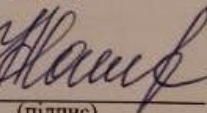
Красницька В. К.
 (прізвище та ініціали)

Керівник роботи/проекту


 (підпис)

Пастухова С.В.
 (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено


 (підпис)

Данкевич Н.О.
 (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Красницька В. К. Технологія використання скляних стін при будівництві цивільних споруд.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Арутюнян І.А., Інженерний навчально-науковий інститут Запорізького національного університету, 2023.

В роботі розглядається структурне скління фасадів – це найновіша технологія кріплення склопакетів, яка дозволяє створити єдину поверхню зі скла без будь-яких видимих притискних елементів.

Ця технологія дозволяє архітекторам втілювати в реальність своїм найвишуканіші проекти. З таким сучасним фасадом будь-яка будівля виглядає елегантно та стильно. Завдяки структурному склінню стирається грань огорожувальної конструкції, що дозволяє проникати всередину велику кількість сонячного світла. Через відсутність видимих елементів кріплення фасад будівлі виглядає монолітним без щілин і зазорів, внаслідок чого він менше забруднюється і забивається пилом.

Структурні фасади нічим не поступаються за своїми звукоізоляційними властивостями, характеристиками теплопровідності, водонепроникності та довговічності звичайними фасадами.

Ключові слова: скляні стіни, енергоефективність, цивільне будівництво, технологія.

Список публікацій магістранта:

1. Красницька В.Д., Пастухова С.В., Арутюнян І.А. Технологія використання скляних стін під час будівництва цивільних будівель. Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України: зб. тез всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 17-20 жовт. 2023р. Запоріжжя, 2023. С.

ABSTRACT

Krasnytska V. K. Technology of using glass walls in the construction of civil structures.

Qualifying thesis for obtaining a master's degree in higher education, specialty 192 – Construction and civil engineering, academic supervisor Harutyunyan I.A., Engineering Educational and Scientific Institute of Zaporizhzhya National University, 2023.

Structural glazing of facades is the latest technology of fastening glass units, which allows you to create a single glass surface without any visible pressure elements.

This technology allows architects to turn their most sophisticated projects into reality. With such a modern facade, any building looks elegant and stylish. Thanks to structural glazing, the edge of the enclosing structure is erased, which allows a large amount of sunlight to penetrate inside. Due to the absence of visible fastening elements, the facade of the building looks monolithic without cracks and gaps, as a result of which it is less polluted and clogged with dust.

Structural facades are in no way inferior to ordinary facades in terms of their sound insulation properties, thermal conductivity, waterproofing and durability.

Keywords: glass walls, energy efficiency, civil construction, technology.

List of Master's publications:

1. Красницька В.Д., Пастухова С.В., Арутюнян І.А. Технологія використання скляних стін під час будівництва цивільних будівель. Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України: зб. тез всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 17-20 жовт. 2023р. Запоріжжя, 2023. С .

ЗМІСТ

	стр.
ВСТУП.....	7
1 СКЛЮ У БУДІВНИЦТВІ.....	9
1.1 Види скляних фасадів та особливості їх встановлення.....	9
1.2 Креативний підхід до правильної підбирання системи скління до екстер'єру будинку.....	14
1.3 Види скла, що застосовуються у будівництві.....	17
1.4 Метод оптимізації рівня теплоізоляції світлопрозорих та непрозорих огорожувальних конструкцій.....	20
2 СВІЛОТЕХНІЧНІ ТА ТЕПЛОЗАХИСНІ ВЛАСТИВОСТІ СКЛІННЯ.....	37
2.1 Основні функції світлопрозорих конструкцій при освітленні приміщень природним світлом.....	37
2.2 Співвідношення тісного взаємозв'язку з колірними рішеннями скління на стадії архітектурного проектування.....	43
3. ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ СКЛЯНИХ ФАСАДІВ	45
3.1 Нові технології в склінні.....	45
3.2 Заміна склопакетів.....	49
3.3 Технологія скління будівель та споруд.....	51
3.4 Контроль якості та приймання робіт.....	59
3.5 Відомості про охорону праці.....	61
ВИСНОВКИ.....	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	66

ВСТУП

Актуальність теми дослідження: Будівництво сучасних будівель на основі західних проектних рішень в «інтернаціональному» стилі ведеться достатньо широко. Однак ці будівлі від самого початку проектуються як енерговитратні об'єкти, внутрішнє середовище в яких забезпечується та підтримується за рахунок штучних (активних) методів регулювання, до яких в першу чергу відносяться штучна вентиляція, штучне освітлення та кондиціонування повітря.

Метою магістерської роботи є конструктивні та об'ємно-планувальні рішення в технологіях використання скляних стін цивільних споруд.

Об'єктом дослідження – багатоповерхові цивільні будівлі, конструктивні та об'ємно-планувальні рішення з використанням скляних стін.

Предмет дослідження – технологія використання конструктивних та об'ємно-планувальних рішень скляних стін та перегородок в цивільному будівництві.

Для досягнення поставленої в процесі дослідження мети вирішені **наступні завдання:**

- Розробка наукових та проектних рішень з використання скляних стін;
- Розробка пропозицій зі створення ефективної системи природнього освітлення цивільних будівель за їх світлотехнічним та конструктивних характеристик;
- Розробка технологічних параметрів використання скляних стін цивільних будівель.

Наукова новизна: узагальнено основні теоретичні та практичні положення проектування та зведення багатоповерхових будівель зі скляними стінами.

Апробація результатів дослідження. Основні положення роботи докладалися в 2023 році на всеукраїнській науково-практичній конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» (Запоріжжя, 2023р.) за результатами якої опублікована збірка тез доповідей.

Структура і об'єм магістерської роботи. Магістерська робота складається з вступу, шести розділів, виводів, списку використаних джерел. Повний об'єм магістерської роботи складає ____ сторінок тексту, у тому числі ____ рисунків, ____ таблиць. Список використаних джерел містить ____ найменувань.

1 СКЛО У БУДІВНИЦТВІ

1.1 Види скляних фасадів та особливості їх встановлення

Фасади зі скла вже досить міцно увійшли в наше життя і прикрасили собою більшість великих торгових і ділових центрів - масиви, що виблискують на сонці, виглядають цікаво, незвично і привносять на міські вулиці елементи футуризму. Однак сьогодні це диво сучасного дизайну доступне не тільки власникам юридичних об'єктів, а й мешканцям цивільних будинків - технології виробництва скла розвиваються і повільно, але дешевшають, при цьому матеріали стають все більш міцними і довговічними.

Громадянські будинки зі скляними фасадами виглядають незвично та цікаво, привертаю увагу та приємно виділяються із загальної маси типових будівель. Крім того, такі будинки отримують масу незаперечних вигод від свого вологості - скляні фасади відмінно пропускають сонячне світло, що значно знижує витрати на електрику, і добре утримують тепло, завдяки чому можна не заощадити на опаленні.

Навіть при тому, що матеріали та монтажні роботи можуть "влетіти копійчку", встановлення фасаду дуже швидко окупиться.

Наприклад, доглядати за склом набагато простіше, ніж інші матеріали, до того ж воно не боїться перепадів температур і опадів, що в наших широтах далеко не рідкість, тому ремонт і чистку можна буде проводити зрідка і швидше з метою профілактики. Плюс, ремонт такої системи коштує набагато дешевше - вам не потрібно повністю розбирати конструкцію, що несе, достатньо тільки замінити пошкоджене полотно, і фасад знову буде "в строю". Якщо докладніше розглянути, що таке скляні фасади і як правильно "вписати" в загальну концепцію будинку.

Алюмінієві вітражі

Найпоширеніший і найпростіший у встановленні вид фасадів. Як несуча конструкція виступає алюмінієва сітка (система рам), що складається з стійок і ригелів. Вітражне скління відмінно підходить для часткового або повного оздоблення фасаду будинку будь-якими будівельними матеріалами цеглою каменем сайдингом деревом і т. д.

Можна вибрати стандартний спосіб монтажу, при якому рами будуть досить широкими і закривуть торці скла. На більш вишуканий смак відмінно підійде напівструктурне скління, при якому алюмінієві профілі набагато вже і можуть закривати скло із зовнішнього боку повністю або частково, утворюючи вертикальні або горизонтальні металеві "смуги" між полотнами.

Для найвитонченіших можна вибрати повністю структурне скління, при якому зовні буде видно тільки масив скла, а всі елементи, що несуть, будуть у круті під ним. Найкращі ця технологія виглядатиме в стилі «Хай-тек» або «Модерн», а от з «Кантрі» або «Ампіром» може виникнути дисонанс.

Вітражне скління також дозволяє облаштувати велику кількість вікон завдяки можливості встановлення кількох повторно-відкидних механізмів.



Рисунок 1.1 – Алюмінієві профілі вітражного скління

Спайдерне скління

Найдорожчий, елітний спосіб скління передбачає відсутність несучих рам і громіздких конструкцій. Як кріпильні елементи використовуються спайдери з гострими захватами для скла, а несучу функцію виконують сталеві троси, закріплені до стіни або будь-якої іншої конструкції. Зовні спайдерний фасад є повністю прозорим, невагомим масивом скла. Поєднати його можна практично з будь-яким стилем, але краще заздалегідь звернутися до дизайнера і продумати грамотне розташування кріплень так, щоб вони розбивали інтер'єр.



Рисунок 1.2 – Спайдерне скління з системою гострим захватам

1.2 Креативний підхід до правильної підбирання системи скління до екстер'єру будинку

У цьому питанні найкраще відштовхуватися від обробних матеріалів, які ви використовували для облаштування:

Стандартна штукатурка

Невибагливий і доброзичливий матеріал, який цілком добре буде поєднуватися з будь-якою системою. Якщо штукатурка світла, сміливо

вибирайте вітражне скління з забарвленням профілю в тон фасаду, а ось темна штукатурка якнайкраще уживається з безрамним склінням.

Натуральний та штучний камінь

Благородний матеріал, який не терпить зневаги до своєї краси. таке оздоблення досить легко зіпсувати недоречними металевими елементами, тому безпрограшним ходом в даному випадку буде спайдерне скління - гра на контрасті «хай-тека» та класики виглядає стильно та незвично.

Цегла або імітація цегляної кладки

В даному випадку все залежить від виду кладки. Наприклад якщо ви використовуєте стандартну червону цеглу, то краще вибрати скління з зовнішніми рамами, так як безрамний легкий фасад виглядатиме досить безглуздо на тлі великої та масивної стіни. Якщо ж використовувати цеглу м'яких тонів, таких як беж, мокко і кофе, то безрамне скління цілком добре підійде до нього. Однак з будь-яким видом цеглини добре поєднуюватиметься алюмінієва рама, пофарбована в близький до кольору стін відтінок.



Рисунок 1.3 – Безрамна система легких фасадів

Полімерний сайдинг

Однозначно добре потоваришує зі стійково-ригельною системою, забарвленою в нейтральний тон - у цьому випадку ніколи не виникне дисонанс між матеріалами.



Рисунок 1.3 – Полімерний сайдинг зі стійково-ригельною системою
Деревина

Дуже примхлива по відношенню до скління, так як природні матеріали дуже важко уживаються з сучасними нововведеннями. Тут варто розглядати два варіанти - або рамне скління з забарвленням в нейтральні теплі тони (бажано досить темні), або безрамне скління та ризикована гра на тих же контрастах. Втім, якщо ви плануєте склити відразу одну стіну або половину будинку, то будьте впевнені, ваш смак гідно оцінять.

Вентильовані фасади

Наступні за рахунком, але не за значенням, вони ніби були створені для того, щоб існувати в симбіозі зі склом. Це безкрайній простір для фантазії, тому сміливо вибирайте будь-яку технологію, що вам сподобалася - скляні фасади будинків з вентильованою обробкою в будь-якому випадку виглядатимуть на відмінно.

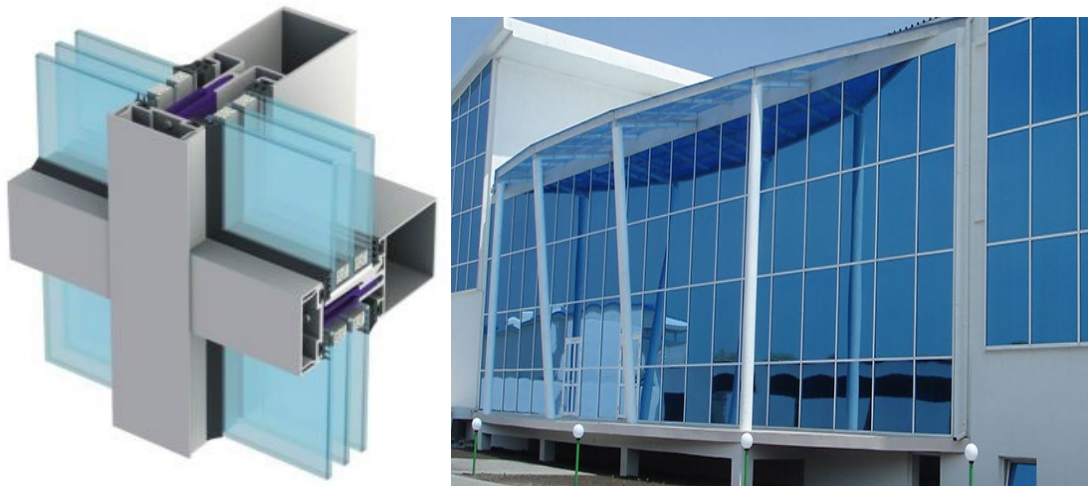


Рисунок 1.4 – Фасади будинків з вентильованою обробкою

1.3 Види скла, що застосовуються у будівництві

Скло як матеріал відомий людству давно, але в ролі будматеріалу воно почало застосовуватися відносно недавно. До впровадження нових технологій використовувалося тільки шибка, лише в середині 20 століття почали зводитися скляні багатоповерхові споруди.

Унікальні властивості скла дозволяють використовувати його для вирішення різноманітних будівельних та дизайнерських завдань. Особливо стали популярні скляні перегородки, які дозволили здійснювати зонування приміщень без шкоди корисної площі.

Види скла

Удосконалення технології виготовлення скла дозволило суттєво розширити його асортимент. Існують такі основні типи скла, що застосовуються у будівництві:

Листове – це суцільне полотно, товщина якого може бути 2 і більше міліметрів, а габарити 2 на 2 метри. Головна відмінність листового скла - висока світлопроникність, що досягає 90%.

Візерункове – одна сторона скла має гладку поверхню, а друга - малюнок, який наноситься за технологією гарячого тіснення.

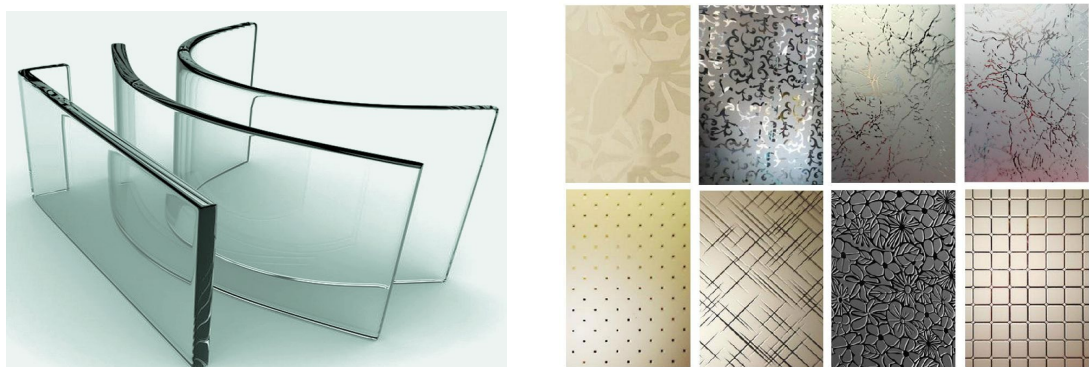


Рисунок 1.5 – Вид скла: листове та візерункове

Армоване – під час виробництва в середину скляного полотна міститься армуюча сітка. Подібна конструкція збільшує стійкість виробу до

механічних пошкоджень. У разі розбиття, армоване скло не утворює великих і гострих уламків.

Кольорове – виготовляється із попередньо забарвленої скляної маси або двох шарів скла (забарвленої та прозорої), які спаюються між собою.

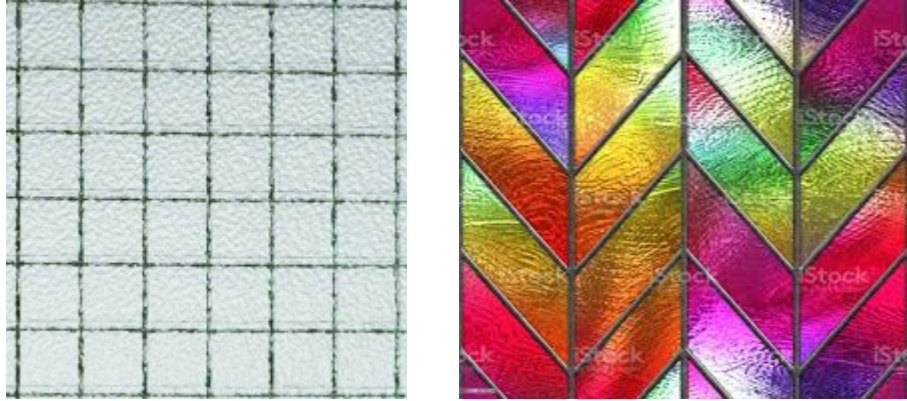


Рисунок 1.6 – Вид скла: армоване та кольорове

Сонцезахисне – відбиття ультрафіолетового сонячного випромінювання здійснюється за рахунок нанесеного на поверхню скла тонкого шару з оксидів металів.

Загартоване – склі листки нагріваються до 620°C , після чого різко охолоджується до 40°C . Виникає надмірна напруга скла, яка 5-6 разів збільшує його міцність.

Триплекс – двошарове скло, між частинами якого полягає плівка на основі полімерів.



Рисунок 1.7 – Вид скла: Сонцезахисне, загартоване та триплекс

Застосування скла в віконному виробництві

Дедалі більшою популярністю серед приватних споживачів та організацій користуються теплі енергоефективні вікна. Ці вироби відрізняються особливою конструкцією, яка за показником теплоефективності на 20% перевершує звичайне скло. Як основи енергоефективних вікон виступлять сонцезахисне (тепловідбивне) або скло, що складається з декількох склопакетів.

У будівництві житлових будинків часто використовується скляні вікна триплекс, що виступає як антивандальні. Встановлення скла цього типу дозволяє знизити ймовірність проникнення злодіїв. Триплекс скло не розбивається, уламки, що утворюються від удару, залишаються триматися на плівці.

Скляні вікна піддаються декору. Можна робити декоративну розкладку, розпис, використовувати скло різного кольору, що створює химерні кольорові відблиски на стінах кімнати, коли крізь вікно пробивається сонячне світло.

Скло, як елемент інтер'єру

Триплекс і загартоване скло стали використовуватися під час будівництва та оздоблення приватних будинків та квартир. Вони використовуються переважно для декорування. Інтер'єр, де стіни виконані у вигляді скляних перегородок, виглядає набагато багатшим. До того ж, будівництво кімнат із застосуванням триплексу або загартованого скла як матеріал для стін дозволяє суттєво заощадити вільний простір. Скляні вироби гравіюють, обклеюють кольоровою плівкою, матують, роблять декупаж. Варіантів безліч, варто лише вибрати відповідний для конкретного приміщення.

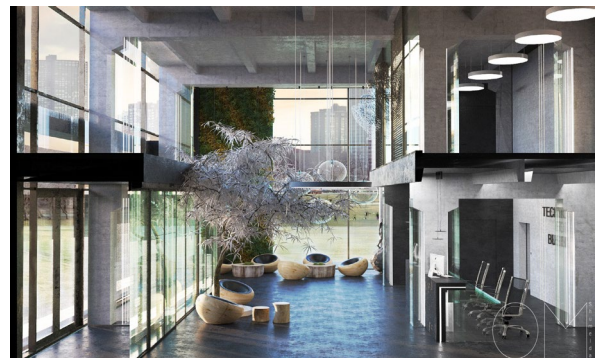


Рисунок 1.8 – Скло, як елемент інтер'єру

Крім вікон, в сучасному будівництві скло застосовується як матеріал для входних і міжкімнатних скляних дверей. До основних переваг цих виробів належать такі пункти:

- довговічність;
- ефектний зовнішній вигляд;
- простота догляду;
- надійність;
- безпека.

Двері, виготовлені з високоякісного триплекс скла, значно перевершують дерев'яні аналоги.

Також скло стало широко застосовуватися у будівництві для облаштування ванних кімнат. Скляні душові кабінки та перегородки – економічно вигідне рішення. Конструкції мають достатню міцність, красиві, займають мінімум простору, а догляд не завдасть клопоту.

Є надія, що скло у будівництві буде ще популярнішим. Через екологічну безпеку виробництва скляних конструкцій (вікон, перегородок) матеріал можна виготовляти масово, зберігаючи природу та навколишнє середовище. Спробуйте прикрасити інтер'єр будинку красивими скляними виробами та Ви.

1.4 Метод оптимізації рівня теплоізоляції світлопрозорих та непрозорих огорожувальних конструкцій

Поточний рік знаменний тим, що в його середині виповнюється 10 років з дня прийняття нових нормативів з теплоізоляції конструкцій, що захищають житлових і громадських будівель. Тоді, 10 років тому, Держбуд України по суті якісно змінив структуру формування теплоізоляційної оболонки будівлі та зробив рішучий крок до енергозбереження у будівельних об'єктах. 10 років – це той термін, який вимагає аналізу досягнутих результатів та перегляду

принципів, що визначають технічну політику у такій життєво важливій галузі, як енергозбереження.

Розглянемо, наскільки норми 1994 змінили принципи проектування огорожувальних конструкцій.

До 1994 року стінові огорожувальні конструкції зводилися (рис. 1.5) з цегляної кладки товщиною 510 мм, або з керамзитобетонних панелей щільністю 1200 кг/м² товщиною 320 мм, або з бетонних тришарових панелей загальною товщиною 200-250 мм. утеплювачем товщиною 50-100 мм та теплопровідністю 0,06-0,075 Вт/(м×К).

Норми 1994 р. зажадали докорінної зміни та конструкції вікон. Опір теплопередачі зі значень (0,3-0,36) м²К/Вт нормативно було підвищено до (0,45-0,5) м²К/Вт, що забезпечується при застосуванні двокамерних склопакетів або однокамерних склопакетів з енергозберігаючим склом, з обрамленням з теплих профілів (рис. 1.6).



Рисунок 1.9 – Зміна опору теплопередачі та конструктивні принципи зовнішніх стін житлових будівель

Наступний етап розвитку будівельний ринок України в цілому і віконний ринок зокрема може отримати в 2004 році. В даний час під керівництвом автора

завершуються роботи зі створення нових нормативних вимог до теплоізоляції будівель та споруд. При цьому норми створюються на основі аналізу таких факторів:

- структури тепловтрат через огороджувальну оболонку типових будівель, що проектуються і вже експлуатуються в Україні,
- оптимізації витрат на зведення теплоізолюючої оболонки будівель та експлуатаційних витрат на опалення будівель,
- особливостей кліматичних умов України,
- світових тенденцій щодо зниження показника питомих тепловтрат на опалення будівель та можливого зростання цін на енергоносії,
- ухваленої практики проектування теплоізоляції будівель.

В рамках цього аналізу було проведено розрахунки теплового режиму типової для України житлової будівлі.

(9-ти поверховий будинок для 1-ї температурної зони України) за різних сценаріїв нормування теплоізоляційних характеристик огороджувальної оболонки. Для проведення розрахунків було побудовано модель нестационарного температурного режиму будівлі. Процес зміни температури повітря всередині будівлі описувався звичайним диференціальним рівнянням, що складає основі балансу теплової енергії [1]. Результати цих розрахунків подано на рис. 3, на якому показано структуру тепловтрат для типової будівлі при встановленні нормативних вимог, що діють у різних країнах Європи, а на рис. 1.8 – тепловтрати за 30 днів опалювального періоду в Україні за тих самих умов.

Огороджувальна оболонка будівлі складається з наступних основних елементів:

- глухі ділянки стін
- віконні конструкції (вікна, двері, вітражі, фасади)
- покриття та перекриття.

Оптимальні рівні тепловтрат будівлі спостерігаються при оптимізації рівнів опору теплопередачі зазначених елементів огороджувальної оболонки по

відношенню один до одного. Тому оптимізація тепловтрат будівлі проводиться на підставі співвідношень між втратами через світлопрозорі ділянки огорожувальних конструкцій і через глухі елементи конструкцій, що огорожують. Для цього будується критерій, що визначає енергоекономічність будівлі як функцію опорів теплопередачі основних елементів огорожувальної оболонки, поділяючи при цьому витрати, що стосуються теплового режиму будівлі, на дві групи: початкові витрати (витрати на виготовлення та монтаж огорожувальних конструкцій) та експлуатаційні витрати (витрати опалення будівлі).

У загальному вигляді критерій має вигляд:

$$W(R1, R2, R3) = CK(R1, R2, R3) + CE(R1, R2, R3), \quad (1.1)$$

де $CK(R1, R2, R3)$ – показник вартості конструкцій, $CE(R1, R2, R3)$ – показник вартості енергії на опалення, $R1$ – опір теплопередачі стін, $R2$ – опір теплопередачі вікон, $R3$ – опору теплопередачі покриття та перекриттів.

Вартість конструкції будівлі з розрахунку на m^2 житлової площі:

$$CK(R1, R2, R3) = [(Kw \cdot R1 + C1) \cdot Sw + (Ko \cdot R2 + C2) \cdot So + (Kr \cdot R3 + C3) \cdot Sr + CD] / Suse, \quad (1.2)$$

де Sw, So, Sr – площі стін, вікон, даху, Kw, Ko, Kr – коефіцієнти, що визначають вартість одиниці опору теплопередачі для стін, вікон та перекриттів, $C1, C2, C3$ – коефіцієнти, що визначають капітальні витрати без теплоізоляційного ефекту (у розрахунку на m^2) для стін, вікон, даху, CD – вартість елементів будівлі (підвал, комунікації), які не залежать від параметрів $R1, R2, R3$.

Для оцінки кількості енергії, необхідної для обігріву будівлі в опалювальний період за прийнятих $R1, R2, R3$ введено узагальнений показник теплопередачі будівлі $UG [Вт/°C]$:

$$UG(R1, R2, R3) = Sw/R1 + So/R2 + Sr/R3 + Ua, \quad (1.3)$$

де Ua – теплоємність повітря, що надходить до будівлі внаслідок процесів вентиляції та інфільтрації, $Вт/°C$.

Кількість енергії на обігрів будівлі в опалювальний період [кВт і год] оцінюється величиною:

$$E_{оп} (R1, R2, R3) = 24 \text{ і } UG (R1, R2, R3) \text{ і } S_{оп} / 1000, \quad (1.4)$$

де UG – узагальнений показник тепловтрат будівлі, $Вт/°C$, $S_{оп}$ – кількість градусо-доб в опалювальному періоді, $°C$ і сут., або в розрахунку на 1 м^2 [кВт і ч/ м^2]

$$Em2 (R1,R2,R3) = 24 \text{ і } UG(R1,R2,R3) \text{ і } S_{оп} / (1000 \text{ і } S_{use}) \quad (1.5)$$

При ціні одиниці енергії на опалення будівлі в період Cd вартість енергії за опалювальний період можна записати у вигляді:

$$S_{оп} (R,R2,R3) = Cd \text{ і } E_{оп} (R1,R2,R3), \quad (1.6)$$

тоді вартість енергії на опалення за період у Y років у розрахунку на 1м^2 становитиме:

$$SE (R1,R2,R3) = Y \text{ і } Cd \text{ і } Em2 (R1,R2,R3), \quad (1.7)$$

яка також залежить від параметрів $R1, R2, R3$.

Узагальнений критерій енергоекономічності будівлі має вигляд:

$$SS (R1, R2, R3) = SE(R1, R2, R3) + SK (R1, R2, R3) = Y \text{ і } Cd \text{ і } 24 \text{ і } (S_w/R1 + S_o/R2 + S_r/R3 + G_p + U_a) \text{ і } S_{оп} / (1000 \text{ і } S_{use}) + [(K_w \text{ і } R1 + C1) \text{ та } S_w + (K_o \text{ і } R2 + C2) \text{ і } S_o + (K_r \text{ і } R3 + C3) \text{ і } S_r + C_D] / S_{use}. \quad (1.8)$$

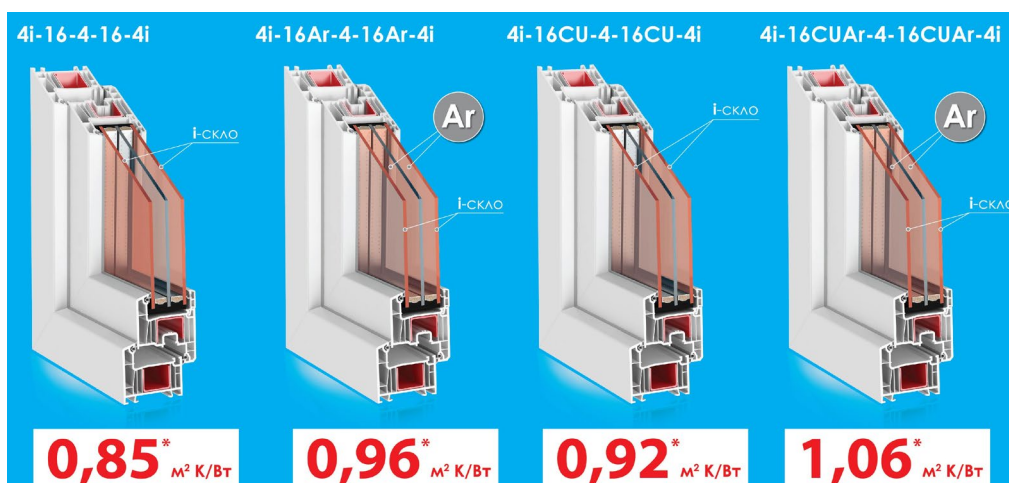


Рисунок 1.10 – Зміна опору теплопередачі та конструктивні принципи вікон житлових будівель

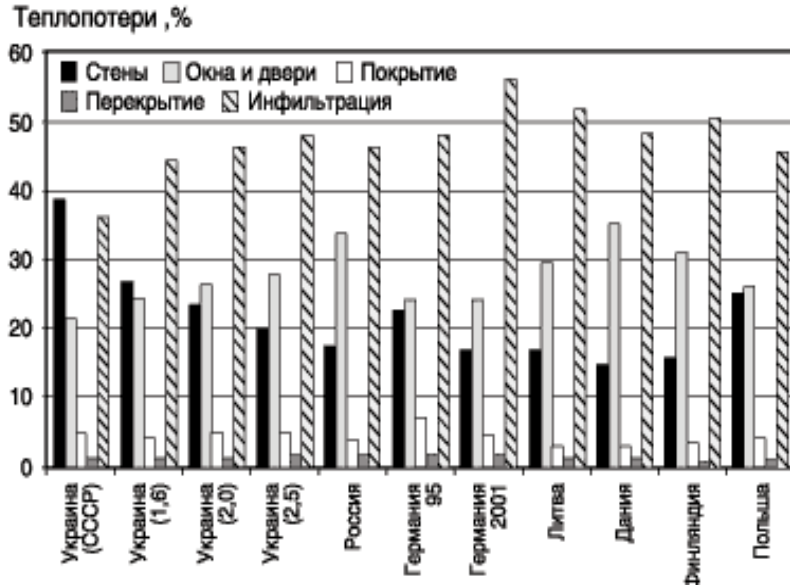


Рисунок 1.11 – Структура тепловтрат типової дев'ятиповерхової будівлі в Україні за різних сценаріїв нормування теплоізоляції огорожувальних конструкцій

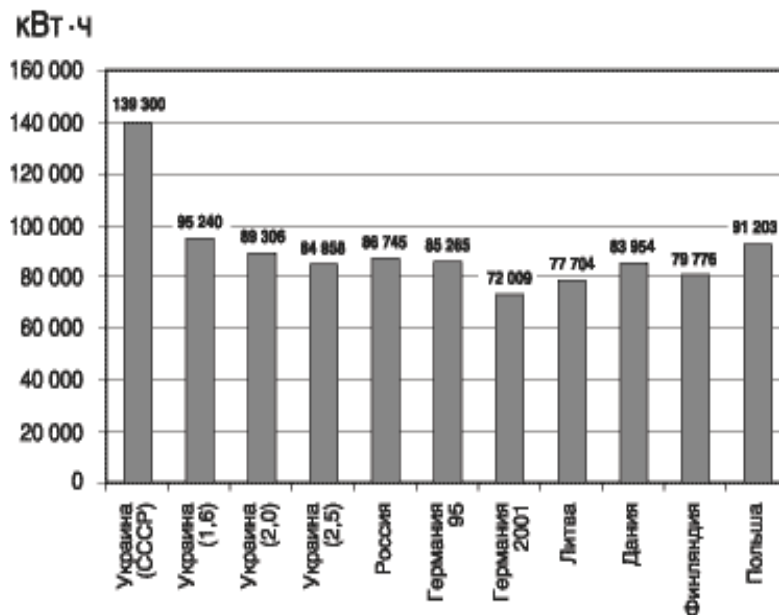


Рисунок 1.12 – Тепловтрати типової дев'ятиповерхової будівлі за 30 днів зимового періоду року в Україні за різних сценаріїв нормування теплоізоляції огорожувальних конструкцій

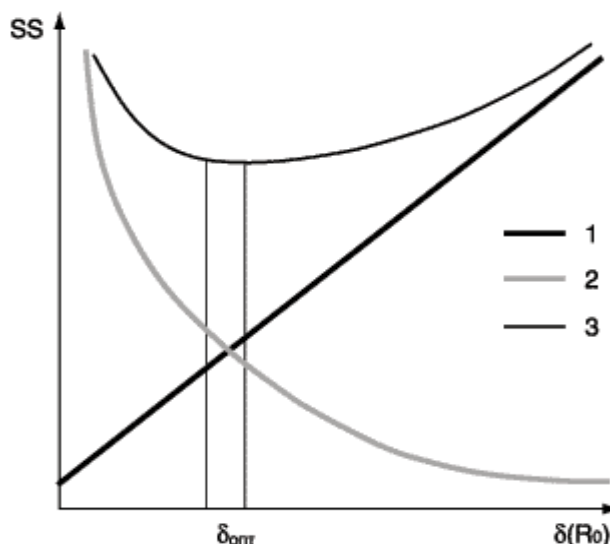


Рисунок 1.13 – Принцип визначення економічно оптимальної товщини огорджувальної конструкції

1 – початкові витрати (витрати на виготовлення та монтаж огорджувальних конструкцій);

2 – експлуатаційні витрати (витрати на опалення будівлі);

3 – наведені витрати;

SS – витрати, що обчислюються в грошових одиницях або одиницях енергії;

d – товщина теплоізолюючого шару, що визначає значення опору теплопередачі R_0 огорджувальної конструкції.

Основне завдання оптимального проектування теплоізолюючої оболонки будівлі - пошук мінімуму критерію SS (R_1 , R_2 , R_3) за параметрами R_1 , R_2 , R_3 . Поведінка доданків SE і SK підказує, що такий мінімум існує - SE зі зростанням параметрів R_1 , R_2 , R_3 зменшується, SK зі зростанням параметрів R_1 , R_2 , R_3 збільшується.

У загальному вигляді принцип оптимізації визначається методом наведених витрат [2] (який не позбавлений низки методичних недоліків [3]) та представлений на рис.1.9

Функція 3 має екстремум, пошук якого можна звести до вирішення рівняння f у $(x_{\min}) = 0$, що виражає необхідну умову екстремуму. Вирішити

рівняння можна одним із чисельних методів, наприклад, методом Ньютона, в якому послідовність наближень до точки x_{\min} будується за правилом:

$$x_{c+1} = x_c - f(x_c) / f'(x_c) \dots \dots \dots (1.9)$$

Початкові витрати, функція 1, зміщені по осі ординат вгору, так як при нульовій товщині визначального теплоізолюючого шару, тобто при практично нульовому опорі теплопередачі, конструкція, що захищає, має певну вартість. Для стін – це вартість несучого шару. При цьому ми вважаємо, що одношарові стіни не можуть забезпечувати необхідних сучасних рівнів теплоізоляції, тому стіна розділена на функціональні шари, що виконують несучі, декоративні, захисні та теплоізолюючі властивості [4]. Для світлопрозорих конструкцій початкова вартість при нульових термоізоляційних властивостях обумовлена вартістю обрамлень, фурнітури та інше. Вікно з одношаровим склінням в холодних металевих палітурках, що не має практично ніяких термоізоляційних властивостей, вже має досить відчутну вартість.

Набір оптимальних параметрів $R1_m$, $R2_m$, $R3_m$ залежить від величин, значення яких не завжди можна точно визначити на стадії проектування, наприклад, зміни вартості енергії за термін експлуатації будівлі. Тому результати доповнюються й іншими характеристиками, що належать до енергоефективності будівлі. Так мінімізація критерію проводилася, як показано нижче, при фіксації параметра $R3$ і мінімізація здійснювалася тільки по $R1$ і $R2$. Іншою додатковою умовою є фіксований рівень енергії на опалення будівлі, що відповідає фіксованому рівню першого доданку у виразі для критерію:

$$SE(R1, R2, R3) = \text{const} \dots \dots \dots (1.10)$$

Умова (1.10) пов'язує параметри $R1$, $R2$, $R3$ і з нього можна визначити $R3$ через $R1$ і $R2$. При цьому мінімізація критерію ведеться лише за двома параметрами. Виконані розрахунки показують цікаву особливість: при варіюванні величини const оптимальні значення параметрів $R1$ і $R2$ і $R3$ будуть змінюватися, але їх відношення залишається без змін.

Проведемо аналіз вартості сучасних стінових світлопрозорих та непрозорих конструкцій.

Вартість сучасних багат шарових стін складає від 240 до 636,8 грн/м³ (від 90 до 330 грн/м²) [5]. При цьому вартість безпосередньо теплоізолюючого шару може становити від 16 до 115 грн/м². Якщо розглядати варіанти утеплення зовнішніх стін мінераловатними плитними матеріалами, то залежність "вартість - термічний опір" для середньої стіни має вигляд, представлений на рис. 1.10, а функція 1 (рис. 1.12) для утеплених непрозорих стін може бути описана формулою (1.11)

$$S = 130 + 39,8 R, \quad (1.11)$$

де S – вартість 1 м² стіни, R – термічний опір шару утеплювача на основі мінераловатних плит м²×°C/Вт.

Вартість сучасних віконних конструкцій складає від 200 до 1400 грн/м². При аналізі орієнтуватимемося на середньостатистичні доступні вікна з ПВХ, дерева або алюмінію вартістю близько 450 грн/м². На теплоізоляційні властивості вікон більшою мірою, ніж для стін, впливають фізичні властивості всіх їх складових - елементів ущільнення, матеріалу та конструкції обрамлення, типу склопакетів, коефіцієнта скління. У цьому аналізі припустимо, що обрамлення вікна має опір теплопередачі на рівні (0,52-0,56) м²×°C/Вт (трикамерні профілі ПВХ, алюмінієві профілі з термоізоляційним вкладишем довжиною 24-32 мм), ущільнення забезпечує нормативне значення повітря і варіюватимемо тільки найбільш значущу складову, яка визначає теплоізоляційні властивості вікна - конструкцію склопакета. На рис.1.11, 1.12, 1.13 представлена залежність «вартість - термічний опір» для однокамерних та двокамерних склопакетів повітря - та аргонаповнених.

Для віконних конструкцій залежність "вартість - опір теплопередачі" має такий вигляд.

Для вікон з однокамерними повітрянаповненими склопакетами (1.12):

$$S = 205 + 254,75 R_0 \quad (1.12)$$

Для вікон з двокамерними повітряноповненими склопакетами (1.13):

$$S = 205 + 336,91 R_0 \quad (1.13)$$

Для вікон з одно- та двокамерними аргоноповненими склопакетами

$$S = 205 + 309,06 R_0, \quad (1.14)$$

де E - вартість 1 м² вікна, R_0 - опір теплопередачі склопакета зі склом M , K або I , м² · °C / Вт.

Оптимізацію рівнів опору теплопередачі світлопрозорих та непрозорих ділянок зовнішніх стін проводимо двома способами.

Перший спосіб традиційний визначається екстремум функції 3 (див. рис.1. 12) при відомих функціях 1 і 2.

Другий - визначається мінімум функцій трьох змінних виходячи з умови забезпечення необхідного значення питомих тепловтрат будівлею. При цьому фіксується складова тепловтрат на інфільтрацію повітря, а питомі тепловтрати будівлі Q , кВт×год/(м² рік) визначаються як функція трьох складових (1.15):

$$Q = f [(S_w/R_s), (S_o/R_o), (S_r/R_r)], \quad (1.15)$$

де S_w , S_o , S_r - площі відповідно стін, вікон, перекриттів, м², незмінні характеристики типової будівлі, прийнятої як показова модель;

R_s , R_o , R_r – опори теплопередачі стін, вікон, перекриттів, м²×°C/Вт, відповідно R_1 , R_2 , R_3 у формулах (1.1)-(1.8), (1.10), значення яких можуть змінюватися.

При оптимізації за першим способом в основу покладено отримані в [1] залежності тепловтрат будівлі від опору теплопередачі виду огорожувальних конструкцій.

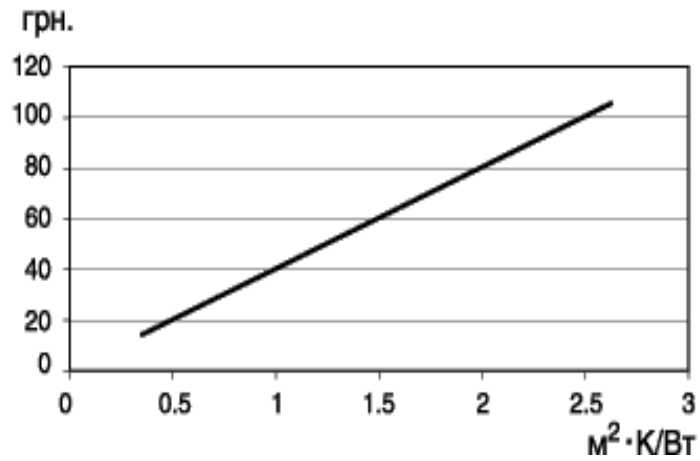


Рисунок 1.14 – Залежність збільшення вартості конструкції за її утеплення мінераловатними плитами марки “FASROCK”

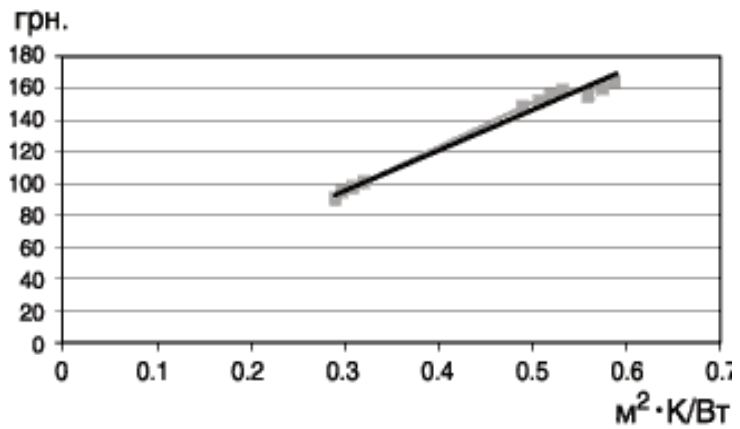


Рисунок 1.15 – Залежність вартості однокамерних склопакетів зі скла М, К, І від їх опору теплопередачі (за даними, представленими фірмою "ТЕККО - ПЛЮС")

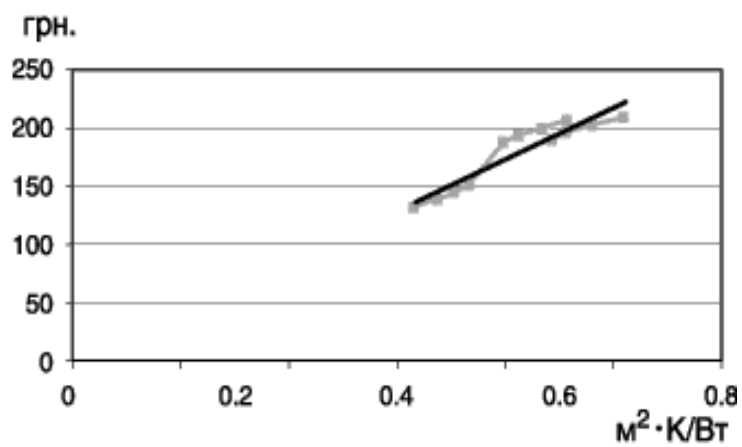


Рисунок 1.16 – Залежність вартості двокамерних склопакетів

зі склом М, К, І від їх опору теплопередачі (за даними, представленими фірмою ТЕККО - ПЛЮС")

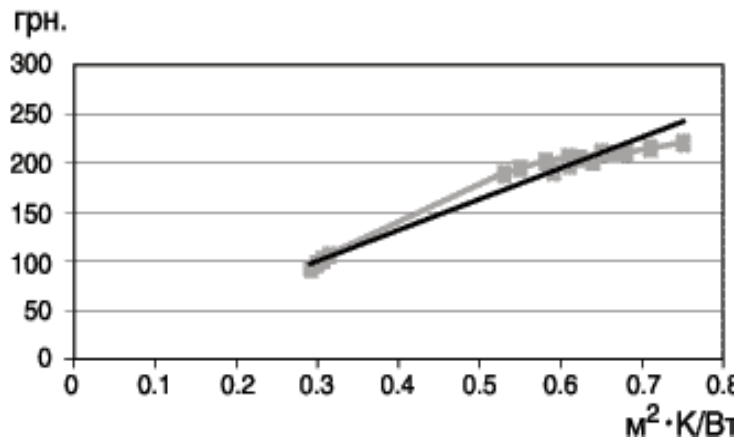


Рисунок 1.17 – Залежність вартості одно - та двокамерних аргоннаповнених склопакетів зі склом М, К, І від їх опору теплопередачі (за даними, представленими фірмою ТЕККО - ПЛЮС")

Для непрозорих зовнішніх стін питомі тепловтрати будівлі E , кВт·год/міс мають залежність від опору теплопередачі R_s , м²×°C/Вт,

$$E = 98783 - 3008,6 R_s + 131,8 R_s^2 \quad (1.16)$$

Тоді перетин функцій "питомі тепловтрати", $E_s(R_s)$ - "початкові витрати", $S(R_s)$ представлені на рис. 1.14 (при обраному масштабі обидві залежності на аналізованих відрізках R_s мають пряmolінійний вигляд).

Для вікон питомі тепловтрати будівлі E , кВт×год/міс мають залежність від опору теплопередачі R_o , м²×°C/Вт, наступного виду [1]

$$E = 89939 - 1423,6 R_o + 28,87 R_o^2 \quad (1.17)$$

Тоді перетин функцій "питомі тепловтрати", $E_s(R_s)$ - "початкові витрати", $S(R_s)$ представлені на рис. 1.15 (при обраному масштабі обидві залежності мають пряmolінійний вигляд).

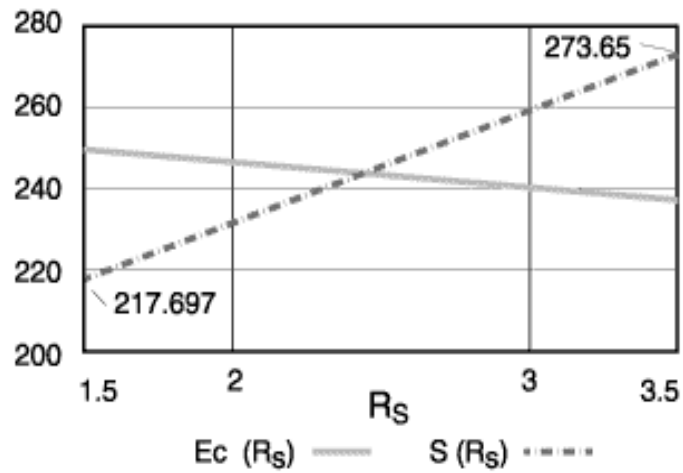


Рисунок 1.18 – Зона оптимального значення опору теплопередачі стін

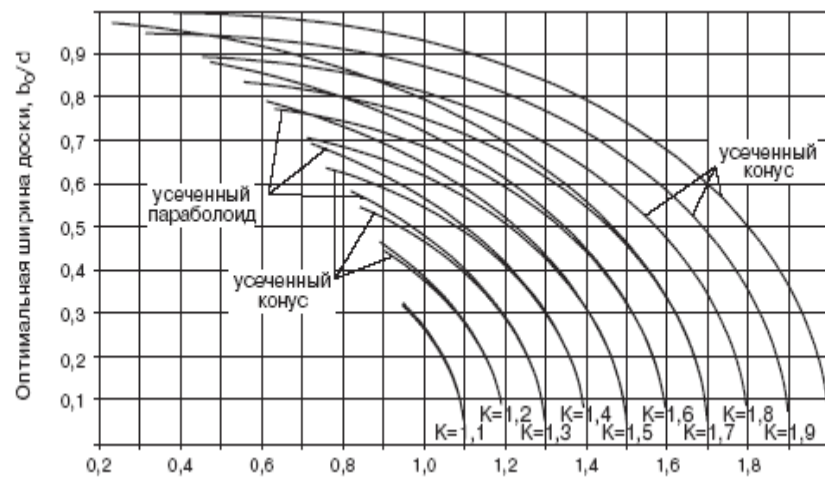


Рисунок 1.19 – Зона оптимального опору теплопередачі вікон

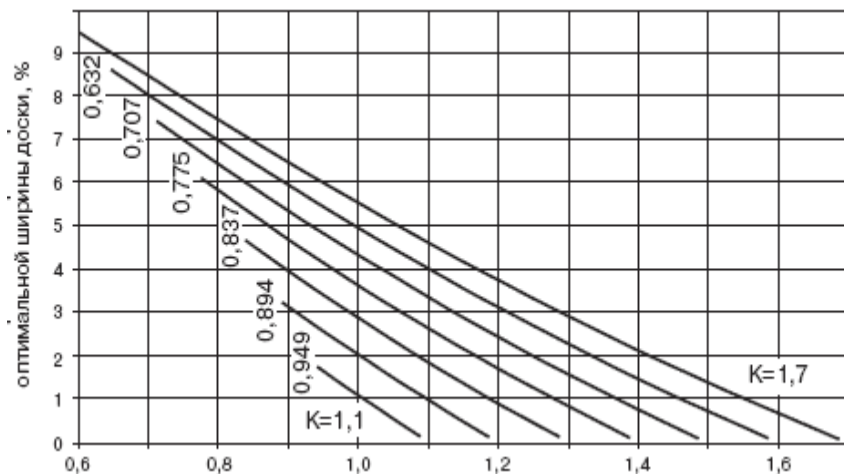


Рисунок 1.20 – Зона оптимального опору теплопередачі покриттів

Для покриттів (перекриттів) одержана оптимальна область представлена на рис. 1.16.

Слід зазначити, що з пошуку оптимуму наведених витрат за методом зіставлення «експлуатаційні витрати (питомі тепловтрати)» – «початкові витрати» є чимало невизначеностей. По-перше, зона оптимальних значень наведених витрат, як видно з рис. 1.13, являє собою деякий набір товщини огорожувальної конструкції. А по-друге, і це найбільш суттєво, на зону перетину зазначених функцій дуже впливає ціла низка факторів:

- обґрунтованість вибору періоду експлуатації – збільшення вибраного періоду зміщує зону перетину вправо, збільшуючи вимоги до рівня теплоізоляції конструкції. При цьому необхідно враховувати, що в конструкції стін і перекриттів присутні матеріали з різною довговічністю - кам'яні елементи і утеплювачі, що несуть, що вимагає вибору періоду експлуатації по матеріалу з найменшою довговічністю або обумовлює вимоги до сумісності довговічності різних матеріалів конструкції. Крім того, порівнюючи нормативні рівні для вікон та стін, ми також стикаємося з різновеликою довговічністю цих елементів конструкцій, що захищають, що не дозволяє суворо обґрунтовувати ці нормативні вимоги;

- цінові чинники щодо вартості енергії та початкової вартості конструкцій. Навіть у початковий час існує кілька цін енергії нашій країні [6]. Тому залежно від споживача – промислові підприємства, бюджетні організації, житлово-експлуатаційні організації – крива експлуатаційних витрат уже має різний кут нахилу, що відповідно зміщує точку перетину з початковими витратами. При цьому необхідно оперувати прогнозною ціною на енергію протягом вибраного періоду експлуатації, і обґрунтованість прогнозу обумовлює обґрунтованість отриманої оптимальної характеристики.

Початкові витрати слід розділяти на два види – капітальні, які визначають вартість конструкції без теплоізоляційного ефекту, та енергозберігаючі, величина яких залежить від термічного опору конструкції. Капітальні витрати визначають насамперед зрушення залежності “початкові

витрати” по осі ординат, і що вищі капітальні витрати (що стоїть вартість матеріалів, робіт, які пов'язані безпосередньо з теплоізоляцією), тим нижче оптимальний рівень опору теплопередачі конструкції. Вартість теплоізоляційного шару конструкції, що визначає енергозберігаючі витрати, зумовлює кут нахилу зазначеної залежності, і від коректності визначення цієї вартості на одиницю термічного опору залежить обґрунтованість встановленої оптимальної зони.

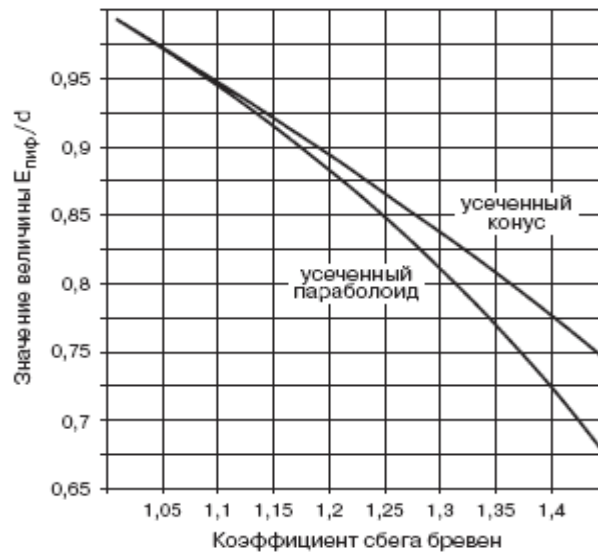


Рисунок 1.21 – Вид залежності $Q = f(R_s, R_o, R_r)$ у координатах опору теплопередачі

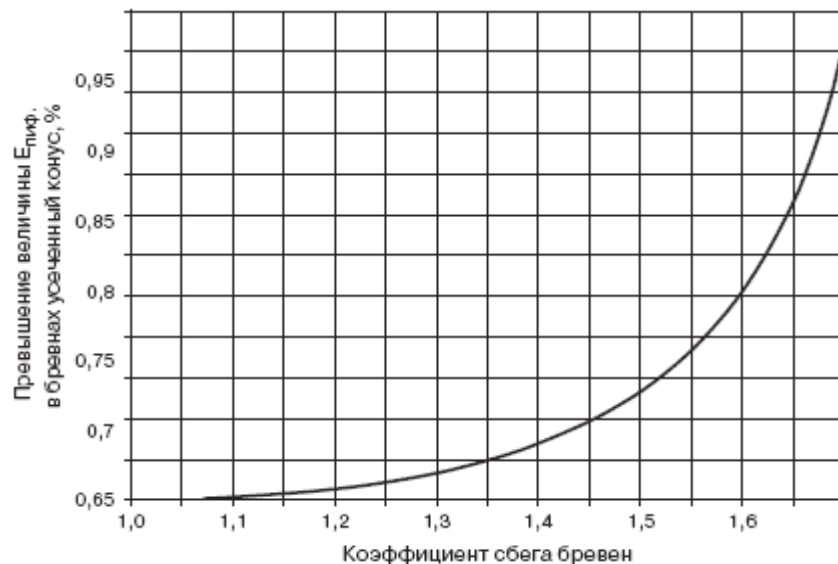


Рисунок 1.22 – Вид залежності $Q = f(R_s, R_o, R_r)$ у координатах вартісних наведених характеристик SS

Метод оптимізації наведених витрат досить наочний для конкретного конструктивного рішення, коли можна врахувати всі перераховані вище фактори. Для загального вирішення оптимальних характеристик теплоізоляції огорожувальних конструкцій будівель слід застосовувати й альтернативні методи, до яких відноситься метод оптимізації змінних при заданій функції.

Питомі тепловтрати будівлі є комплексним показником енергоефективності. За цим показником проводять проектування теплоізоляції будівель, і цей показник фігурує як основна характеристика в енергетичному паспорті будівлі. У нашій нормативній базі поки що показник питомих тепловтрат не отримав належного поширення, однак у створюваних нових нормативних документах йому буде відведено належне місце [7].

Розглянемо результати оптимізації показників теплоізоляції огорожувальних конструкцій при заданому значенні питомих тепловтрат з урахуванням (1.14)-(1.17).

Питомі тепловтрати будівель, збудованих за проектами до 1994 р., становлять порядку (220 - 400) кВт×год/м², побудованих за проектами після 1994 р. — (120 - 165) кВт × год/м². Нормативний рівень тепловтрат для житлових та громадських будівель за сучасних вимог повинен становити (60-110) кВт × год/(м² рік). Цей рівень на (30-50)% нижчий (ефективніше за енергетичними показниками), ніж для будівель, що проектуються за чинними нормами, і вже близький до вимог для будівель у Німеччині та інших європейських країнах, де йде інтенсивний розвиток енергоефективних (так званих «пасивних») будинків. Таким чином, дотримується еволюційний принцип нормативного переходу на європейські норми щодо теплоізоляції будівель та забезпечення їхньої енергоефективності.

Оптимізація параметрів теплоізоляції при заданому рівні тепловтрат дозволяє усунути з процесу оптимізації невизначеності, пов'язані з урахуванням різночасних витрат, оскільки вартість енергії та її зміна в часі не розглядається. Аналіз проводиться лише за співвідношенням характеристик опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, їх впливу на формування

теплового балансу будівлі та вартості конструкцій початкової та енергозберігаючої.

Як видно з рівнянь (10), (15) умова $Q = \text{const}$ задає зв'язок між R_s , R_o , R_r . Тому одну з цих величин, наприклад, опір теплопередачі перекриттів R_r можна виразити через дві інші 1.18 :

$$R_r = f_3(R_s, R_o) \quad (1.18)$$

При цьому допустимі при заданому значенні $Q = \text{const}$ значення параметрів R_s , R_o знаходяться в обмеженій області площини змінних.

На рис. 1.17 представлена функція (1.18) залежно від зміни параметрів опору теплопередачі стін та вікон .

На рис. 1.18 представлено зміну вартісних факторів початково-експлуатаційні витрати при фіксованому значенні питомих тепловтрат.

Результати оптимізаційних розрахунків показують, що для оптимальних значень відношення $R_{0c} : R_{0o} : R_{0p}$ виявляється стійким, що не залежить від значення Q . При цьому необхідно враховувати мінімально необхідні значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, які визначаються санітарно-гігієнічними вимогами. Для підвальних перекриттів мінімальне значення опору теплопередачі становить умов 1 температурної зони України $2,5 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$. Для вікон, як показано в [8], опір теплопередачі вікна, виходячи з умов забезпечення теплового комфорту, повинен становити для 1 температурної зони не менше $0,5-0,55 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$. Тому оптимізація параметрів у рівняннях (8), (10), (18) здійснювалася з урахуванням обов'язкового забезпечення мінімальних значень опорів теплопередачі огорожувальних конструкцій. При цьому отримано, що при забезпеченні питомих тепловтрат для типового секційного багатоповерхового будинку на рівні $60-85 \text{ кВт} \times \text{год}/(\text{м}^2 \text{ рік})$ опір теплопередачі перекриттів має становити $(3,0-3,3) \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$, опір теплопередачі непрозорих стін - $(2,6-2,8) \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$, опір теплопередачі вікон - $(0,58-0,60) \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$.

2 СВІЛОТЕХНІЧНІ ТА ТЕПЛОЗАХИСНІ ВЛАСТИВОСТІ СКЛІННЯ

2.1 Основні функції світлопрозорих конструкцій при освітленні приміщень природним світлом

Оптичним випромінюванням або світлом називають електромагнітні хвилі (електромагнітне випромінювання), довжини яких у вакуумі лежать у діапазоні від 10 нм до 1 мм. До оптичного випромінювання відносяться видиме, інфрачервоне та ультрафіолетове випромінювання.

Інфрачервоним випромінюванням (ІЧ) (теплове випромінювання) називається електромагнітне випромінювання, що випромінюється нагрітими тілами, довжини хвиль якого у вакуумі лежать у межах від 1 мм до 770 нм (1 нм = 10^{-9} м).

Видимим випромінюванням або видимим світлом називається електромагнітне випромінювання з довжинами хвиль у вакуумі від 770 до 380 нм, яке здатне викликати безпосередньо зорове відчуття в людському оці.

Ультрафіолетовим випромінюванням (УФ) називається електромагнітне випромінювання з довжинами хвиль у вакуумі від 380 до 10 нм. В області від 10 до 200 нм УФ випромінювання сильно поглинається.

Від усього сонячного випромінювання інтенсивність УФ становить близько 1%. При цьому в ультрафіолетовому спектрі можна умовно виділити три області, які позитивно впливають на діяльність людини.

Слід, однак, пам'ятати про специфічну біологічну дію УФ, що виражається в хімічних змінах в молекулах живих клітин, що поглинають його, що призводить до руйнування ДНК, порушення поділу і загибелі клітин. Крім того, надмірне ультрафіолетове випромінювання призводить до знебарвлення меблів, килимових покриттів, картин та ін.

При проектуванні світлопрозорих огорож у будівельній техніці прийнято розглядати чотири аспекти, пов'язані з впливом оптичного випромінювання на мікроклімат будівель та окремих приміщень та характеризують оптичну роботу скління у різних ділянках спектру.

1. Природне освітлення приміщень розсіяним (дифузним) сонячним світлом, відбитим від неба.

2. Тепловтрати з приміщення (протягом опалювального періоду) в довкілля за рахунок довгохвильового ІЧ випромінювання через скління.

3. Теплонадходження в приміщення (сонячна радіація) за рахунок короткохвильового ІЧ спектру сонячного випромінювання, що проходить через скління.

4. Інсоляція - опромінення приміщень прямими сонячними променями.

Для аналізу закономірностей енергообміну через світлопрозорі конструкції насамперед необхідно виходити з того, що у природному теплообміні кожне тіло випромінює теплову енергію. У цьому довжина хвилі випромінювання залежить від температури тіла.

Скло, встановлене у зовнішній огорожувальній конструкції будівлі, піддається впливу теплового випромінювання, що йде від сонця та внутрішніх поверхонь приміщення, абсолютна температура яких близька до абсолютної температури поверхні Землі (для даного кліматичного району).

Температура поверхні Сонця становить близько 6000 К. Його теплове випромінювання посідає діапазон довжин хвиль від 300 до 2500 нм. Зосереджена у цьому діапазоні тепла енергія може бути розподілена за довжинами хвиль.

Спектри теплового випромінювання Сонця та внутрішніх поверхонь приміщення. Сонцем і зовсім не присутня у спектрі випромінювання внутрішніх поверхонь приміщення, розгляд його в будівельних розрахунках має практичне значення лише для приміщень спеціального призначення – більшої частиною, у медичних закладах.

Таким чином, основним завданням проектування оптичних характеристик скління є цілорічний забезпечення його оптимальної роботи у видимому та ІЧ ділянках спектра відповідно до заданих умов для конкретного приміщення. На рис. 3.1 показано схему передачі сонячного випромінювання через конструкцію скління. Частина теплової енергії, що падає на скло (або склопакет), проникає крізь нього, частина теплової енергії відбивається від поверхні скла, частина поглинається склом.

Оптична робота скла як у видимій, так і в ІЧ області характеризується рівнянням розподілу випромінювання:

$$t + r + a = 1 \quad (2.1)$$

У подальшому викладі будемо використовувати такі характеристики

У видимій частині:

t_v – пропускання; r_v – відображення; a_v – поглинання.

В ІЧ частині:

t_e – пропускання; r_e – відображення; a_e – поглинання.

У видимій частині спектра поведінка скла характеризується колірними координатами (або так званим "колірним коробом"), що визначають його візуальне сприйняття людським оком. Для звичайного флоат - скла характерний так званий "нейтральний аспект" - прозорість, що сприймається зорово.

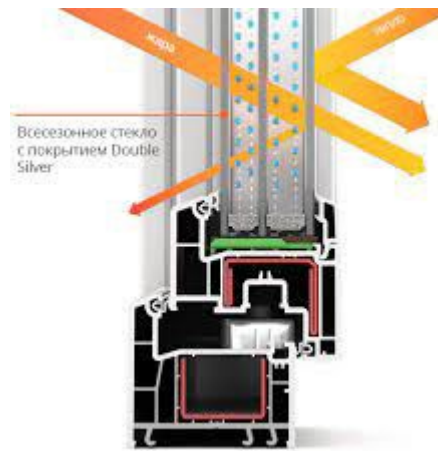


Рисунок 2.1 – Схема передачі сонячного випромінювання через конструкцію скління

На рис. 3.2 показана система колірних координат, що застосовується виробниками скла для оцінки їх поведінки (в лабораторних умовах) у видимій частині спектра.

Характеристики звичайного скла, що має пропускання у видимій частині $t_v = 0,9$ і відображення $r_v = 0,08$ можуть служити як орієнтир для оцінки зорового сприйняття. Так у “к-скла” з напиленням, що сприймається зорово майже так само, як звичайне скло, ці величини становлять відповідно $t_v = 0,84$ і $r_v = 0,11$, а для дзеркального скла $t_v = 0,32$ і $r_v = 0,46$.

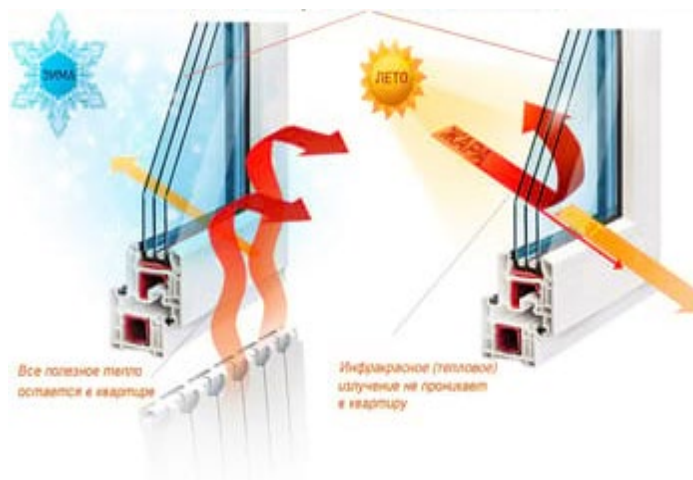


Рисунок 2.2 – Система колірних координат, що застосовується виробниками скла для оцінки їхньої поведінки

Здатність скла відобразити направлене на нього довгохвильове ІЧ випромінювання (в області кімнатних температур) характеризується його випромінювальною здатністю - ϵ . Чим менше ϵ , тим більше теплової енергії відобразиться від скла у приміщення. Під випромінювальною здатністю ϵ розуміють відношення потужності випромінювання поверхні до потужності випромінювання так званої абсолютно чорної поверхні (або абсолютно чорного тіла АЧТ).

ϵ – випромінювально-поглинальна здатність тіла, яка також називається ступенем чорноти, визначається як відношення енергій випромінювання сірого (E) і абсолютно чорного тіл (E_0) – $\epsilon = E / E_0 < 1$. Під абсолютно чорним тілом (АЧТ) розуміється таке умовне тіло, яке повністю поглинає все

випромінювання, що падає на нього. Для АЧТ $\epsilon = 1$, тобто. енергія випромінювання АЧТ становить 100% по відношенню до всіх інших тіл, що є менш потужними випромінювачами і звані інакше сірими тілами. Усі будівельні матеріали, у тому числі й скла, відносяться до сірих тіл.

Для звичайного шибки випромінювальна здатність ϵ становить приблизно 0,84, а у стекл з низькоемісійним покриттям коливається в межах 0,04 – 0,2 в залежності від призначення і типу покриття.

Отже, стає зрозумілим термін “низькоемісійне скло”, тобто. скло, що має низьку випромінювальну (емісійну - від англ, emission) здатність.

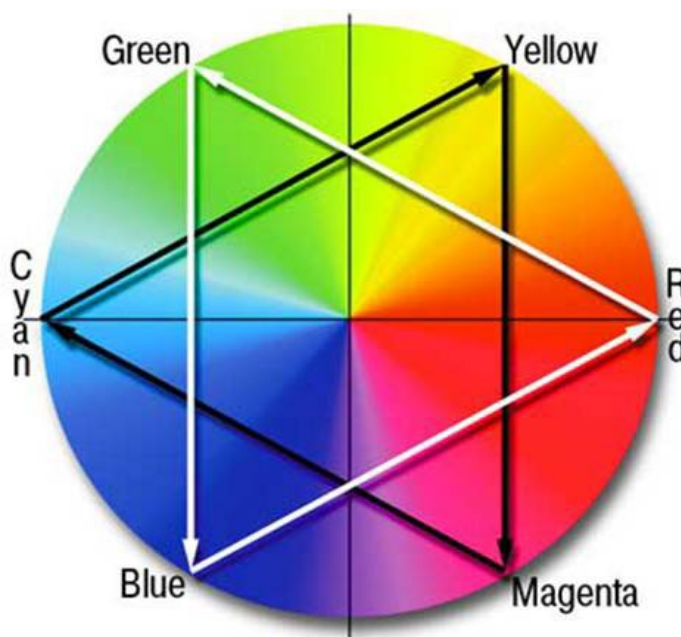


Рисунок 2.3 – Колірні координати для оцінки поведінки скла у видимій частині спектра

На рис. 2.4 показана порівняльна спектральна характеристика звичайного шибки та скла з низькоемісійним покриттям. З рисунка добре видно, що низькоемісійне скло досить добре пропускає видиме світло і майже повністю відображає теплову енергію в довгохвильовому діапазоні ІЧ (з довжиною хвилі більше 800 нм).

Питання роботи скління у сфері короткохвильового ІЧ сонячного випромінювання, зазвичай, виникає під час проектування про “сонцезахисного”

скління, – проблема, актуальна як країн із спекотним кліматом, а й умовах України та Центральної Європи.

Як видно з рис. 2.4, звичайне шибка пропускає ІЧ сонячне випромінювання майже так само добре, як і видиме світло. У спектрі ІЧ випромінювання характеристики звичайного шибки відповідно рівні: $t_e = 0,82$; $r_e = 0,07$; $a_e = 0,11$.

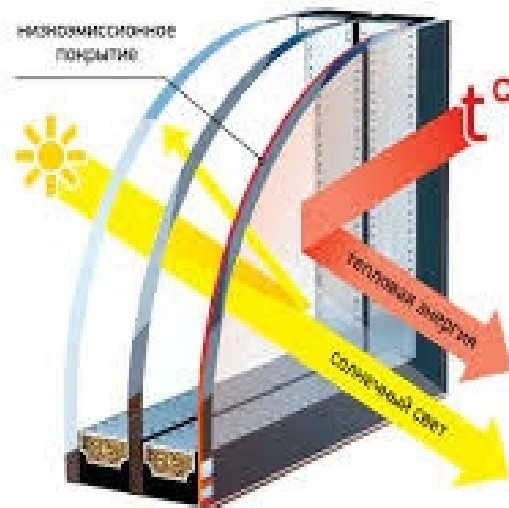


Рисунок 2.3 – Віконне скло пропускає ІЧ сонячне випромінювання так само, як і світло

Тепло, що надходить у приміщення за рахунок сонячної радіації, акумулюється внутрішніми стінами та перекриттями, що призводить до їх перегріву, що несприятливо відчувається людиною. Створюється так званий парниковий ефект. Аналогічні відчуття можна випробувати в автомобілі, який довгий час простояв на сонці, при акумуляції тепла салоном.

Ідея сонцезахисного скління полягає у зниженні його пропускання t_e в ІЧ спектрі з відповідним збільшенням відбиття або поглинання сонячної енергії.

Скло з сонцезахисними покриттями має характерне забарвлення у відбитому світлі і класифікується в літературних джерелах як тепловідбивні. Цей термін можна вважати не цілком коректним, оскільки, по-перше, покриття може бути нанесене на скло, пофарбоване в масі (телопоглинаюче), а по-

друге, покриття, що проводить за своєю природою, саме по собі досить добре абсорбує сонячну енергію.

2.2 Співвідношення тісного взаємозв'язку з колірними рішеннями скління на стадії архітектурного проектування

У цьому необхідно відзначити, що сучасні технології нанесення покриттів дозволяють отримати практично необмежену колірну гаму скління з різним ступенем рефлексивної яскравості. Колірні рішення, особливо у фасадному склінні, диктуються архітектурними стилями та традиціями кожної країни. Так, наприклад, у низці країн існують обмеження на яскравість відбиття сонця фасадними стеклами з точки зору їх впливу на будівлі, що протистоять, а також на безпеку дорожнього руху.



Рисунок 2.4 – Кольорове рішення фасадного скління

Сонцевідбивні покриття, що відрізняються великою різноманітністю, можуть бути поділені на дві основні групи, що характеризують віддзеркалення сонячної енергії. Неселективні покриття відбивають сонячну радіацію у всьому спектрі сонячного випромінювання, включаючи видиме світло. Селективні покриття пропускають видиме світло ($\lambda = 0,38-0,78$ мкм) і відбивають ІЧ випромінювання з довжиною хвилі $\lambda = 0,78$ мкм.

Неселективні покриття виконуються на основі оксидів заліза, хрому, нікелю та титану; наносяться з одного або з обох боків скла. Ці покриття наносяться, як правило, за технологією «on - line» і відносяться, таким чином, до жорстких покриттів. Сонцевідбиваючий ефект неселективного скла заснований на відображенні та абсорбції металевого шару товщиною 5-30 нм.

Селективні покриття виконуються на основі срібного шару товщиною 10-20 нм (донедавна як базовий шар використовувалося золото).

Сонцезахисний ефект таких покриттів заснований на відображенні короткохвильового випромінювання ІЧ за рахунок наявності в покритті вільних електронів. Робота покриття може бути покращена за рахунок додаткових шарів з низько абсорбуючих діелектричних матеріалів. Ці додаткові шари визначають колір покриття. Усі селективні сонцезахисні покриття відносяться до так званих "м'яких покриттів" і можуть бути застосовані тільки в склопакетах за умови, що покриття звернене всередину повітряної камери.

Таким чином, вище були описані конструктивні рішення скла, орієнтовані на вирішення певних будівельних завдань і характеризують скління в різних ділянках спектра сонячного випромінювання.

3. ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ СКЛЯНИХ ФАСАДІВ

3.1 Нові технології в склінні

Нині у Європі велику популярність набирають вентилязовані фасади. Їх використовують не лише при будівництві, а й під час реставрації будівель. Завдяки професійному монтажу у приміщеннях зберігаються оптимальний мікроклімат, освітлення, рівень вологості. При цьому такі фасади добре забезпечують будівлі захист від опадів та інших кліматичних явищ. Всі ці показники можна досягти без додаткового обладнання, такого як обігрівальні прилади або кондиціонери.

До вікон і дверей завжди були різні архітектурні вимоги. Сучасна архітектура та нові технології в склінні можуть запропонувати чудовий ряд характеристик, які можна налаштувати в ексклюзивний виготовлений на замовлення продукт.

Скляні фасади-це:

1. Енергоефективність;
2. Відмінні теплові характеристики;
3. Передача видимого світла;
4. Звукоізоляція;
5. Безпека;
6. Атмосферостійкість;
7. Регулювання коефіцієнта сонячного тепла;
8. Пожежна безпека.

Зовнішній вигляд і вага залежить від таких змінних, як місцевий клімат, орієнтація будинку на сонці, енергетичні цілі, потреби в безпеці та фізичне місцезнаходження (міський/приміський/сільський). Так само, як і навісні стіни у великих висотних будинках, житлові фасади зі скла не є структурними, тобто

вони не несуть на собі ваги загальної конструкції. Вони просто утворюють зовнішню «завісу» зі скла. Сьогоднішнє розмаїття варіантів скління надають домовласникам та архітекторам різноманітні рішення для фасадної системи.

Підсумовуючи, основними та вирішальними для клієнтів перевагами вентильованих скляних фасадів є:

1. Різноманітність варіантів естетики: прозорі, напівпрозорі та непрозорі кольори, візерунки, природний дизайн.

2. Захист від стихії: запобігає пошкодженню від вологи, а захисні споруди від дощу та вітру.

3. Поліпшений захист та безпека: полегшення видимості та природного спостереження.

4. Збереження переваг денного світла: з використанням прозорого та напівпрозорого елегантного декоративного скла.

5. Універсальність: ідеально підходить для паркувальних конструкцій, зовнішніх сходових клітин та ліфтових вишок.

Ціни на роботи зі скляного фасаду

№ Найменування робіт Од. змін. Вартість фасадних робіт без матеріалу

- Монтаж кронштейнів у залізобетон, повнотіла цегла шт від 50 грн.
- Монтаж кронштейнів у порожнисту цеглу, газобетонні блоки, арболітові блоки і т.д. прим від 70 грн..
- Монтаж підсистеми з оцинкованої сталі м² від 320 грн..
- Монтаж алюмінієвої підсистеми м² від 260 грн..
- Монтаж підсистеми з нержавіючої сталі м² від 350 грн..
- Монтаж холодних вітражів м² від 340 грн..
- Монтаж теплих вітражів м² від 400 грн..
- Монтаж укосів та відливів м .п. від 200 грн..
- Оренда лісів (на місяць) м² від 30 грн..
- Установка-розбирання лісів м² від 90 грн..

Скляні панелі зазвичай спираються окремими вертикальними сталевими елементами на основну конструкційну раму будівлі, яка може бути внутрішньою або зовнішньою по відношенню до будівлі. Нержавіюча сталь і порожнисті профілі часто використовуються в поєднанні зі склом.

Система зашкленних стін призначена для забезпечення необхідних функцій захисту від атмосферних впливів, природного освітлення та затінення та теплоізоляції. Тому силіконові з'єднання між панелями скління є дуже важливими для цих функцій.

Основною проблемою при проектуванні систем скління є запобігання високому сонячному посиленню, особливо на фасадах, звернених на південь, а також втрати тепла через відносно високе значення U систем подвійного або навіть потрійного скління, що збільшує втрати тепла. Великі панелі скління зазвичай підтримуються вертикальними вставками або, у деяких випадках, скляними ребрами. Скло призначене для розміщення руху своєї системи підтримки через вітер та інші сили, що діють на нього. Типові межі відхилення при розрахункових вітрових навантаженнях визначаються спеціалістами-інженерами.

Існує велика різноманітність систем захисту від сонця, які можуть бути використані та включені як частина фасаду будівлі є:

Горизонтальні сталеві елементи овальної форми, які проходять горизонтально між зовнішніми колонами та їх розмірами та рознесенням, призначені для зменшення інтенсивності сонячного підсилення.

Виступаючий дах або навіс, що часто підтримуються зовнішньою сталевією конструкцією.

Зашклені чи металеві жалюзі.

Металеві перфоровані екрани, що пропускають природне світло, але також забезпечують високий рівень затінення.

Сучасні системи підтримки скління засновані на кріпленнях до 2 або 4 окремих скляних панелей з використанням кронштейнів з нержавіючої сталі, також відомих як павуки через їх численні ніжки. Кріплення до скляних

панелей зазвичай виконуються за допомогою кронштейнів із нержавіючої сталі з неопреновими прокладками через скло, як показано нижче. Ці кріплення дозволяють зчленування через теплові та структурні рухи, так що місцева напруга на склі зводиться до мінімуму.

Конструкції для скління можуть мати різні форми:

Зовнішні або внутрішні трубчасті колони, які можуть бути нахилені

Горизонтальні трубчасті або ґратчасті елементи, розташовані між широко розташованими колонами

Пов'язані кабелем системи, як показано нижче, використовують зовнішні стяжки, кронштейни та розпірки з нержавіючої сталі.

Засклені входи часто зроблені максимально прозорими, щоб забезпечити візуальний зв'язок між внутрішньою та зовнішньою частиною будівлі. Для підвищення прозорості можна використовувати скління зі склінням або скляні ребра.

Засклений атріум.

Засклені дахи атріуму дозволяють світла глибоко проникати в будівлю. Атріуми також використовуються для забезпечення природної вентиляції шляхом включення отворів, що відкривають, в даху. Тепле повітря, що піднімається в атріумі і виходить через вентиляційні отвори, втягує зовнішнє повітря через відкриті вікна у фасаді. Атріуми використовуються в офісах із глибоким плануванням, а також є особливістю торгових центрів, де торгові точки виходять на центральний атріум. Доступні різні системи підтримки скління, включаючи сталеві, алюмінієві та дерев'яні конструкції.

В цілому порядок по монтажу вентиляованих скляних фасадів можна розділити на наступні етапи:

Детально досліджуються технічні характеристики фасаду, особливості його розташування. Аналізуються кліматичні умови експлуатації.

Проектується інженерно-архітекторський план на основі фактичних вимірів, що виходять при використанні надточних інструментів.

Маючи дані, отримані під час попереднього технічного аналізу, вибирається оптимальний тип скляної фасадної системи.

Створюється електронний макет фасаду. Робота ведеться на основі затвердженої замовником концепції.

Надається кошторис за матеріалами, а також розраховується вартість робіт.

Виготовляються елементи фасадної системи, доставляють їх прямо на об'єкт.

Виконуються монтажні роботи під контролем професіоналів.

Об'єкт здається в експлуатацію.

Важливо не забувати, що монтаж скляних фасадів процес специфічний і має бути довірений лише фахівцям з певним багажем знань, досвіду та навичок, щоб бути спокійним за експлуатацію фасаду надалі.

3.2 Заміна склопакетів

Декоративне скління – модна сучасна архітектурна тенденція. Сьогодні багато Київських будівель мають скляний фасад. Системи скління часто влаштовані таким чином, що в разі необхідності замінити один з елементів можна тільки зовнішнім способом. Використовувати будівельні ліси або спецтехніку при цьому нераціонально. Заощадити кошти, час, гарантувати якість і безпеку робіт дозволяє метод промислового альпінізму.

Особливості роботи зі склом

Скло є матеріалом досить крихким. Стандартні склопакети не витримують сильних ударних навантажень. Нерідко на великій висоті після вітрів і негоди виявляються тріснуті, розбиті елементи скління.

Заміна склопакетів повинна проводитися професійними фахівцями. Виконання таких робіт вимагає наявності спеціальних знань,

навичок, інструментів. Завдання професіоналів ускладнюється тим, що працювати доводиться на великій висоті.

Наші фахівці використовують при виконанні замовлень з ремонту, заміни склопакетів, стандартні мотузкові системи. Вони дозволяють без труднощів дістатися до будь-якої частини фасаду будівлі. Заміна склопакета може бути здійснена на об'єкті як простий, так і складної архітектурної форми.

Підйом елементів скління на висоту здійснюється за допомогою спеціальних систем (зокрема, електролебідки, системи потрійних присосок і т.п.). Монтаж склопакетів альпіністами проводиться оперативно, з гарантією якості. Крім установки нових елементів скління ми пропонуємо герметизацію вікон, стиків, відливів.

Види скління

Наші фахівці працюють з усіма сучасними системами скління. Термінова заміна склопакета може бути здійснена в безрамній або спайдерной, вітражної, структурної, панорамної, елементної системі. Всі конструкції встановлюються з дотриманням відповідних норм. Це гарантує їх довговічність і безпеку подальшої експлуатації.

Вартість послуг альпіністів

Заміна склопакетів може мати різні розцінки. Вартість робіт залежить від ряду факторів. Серед них особливе значення мають:

- місце розташування об'єкта;
- складність архітектури будови;
- наявність точок кріплення на об'єкті;
- вага і розмір склопродукції;
- терміни реалізації ремонтного проекту;
- висота проведення робіт.

Клієнтам, які вибирають фасадне скління, ми пропонуємо як разове, так і абонентське обслуговування. В рамках останнього фахівцями компанії здійснюється не тільки демонтаж склопакетів і заміна їх новими, а й висотний

клінінг. Збереження систем скління в чистоті, а також дотримання правил догляду за їх елементами, зокрема ущільнювачами, дозволить продовжити термін служби всієї конструкції.

3.3 Технологія скління будівель та споруд

Технології сучасного скління будівель та споруд мають на увазі використання міцного, але легкого каркасу. Фасадні системи кріпляться на опорні конструкції, потім заповнюються склопакетами. Часто використовується крупноблочний монтаж. Він передбачає збирання модульних елементів на будівельного майданчику.

Етапи роботи зі скління:

- створення проекту, застосування 3D-візуалізації та геодезичної зйомки;
- узгодження проекту із замовником;
- постачання готових комплектуючих на об'єкт;
- монтажні роботи;
- здавання-приймання.

1. Класична технологія (стійковий ригель)

Це скління фасадів за допомогою алюмінієвих кріплень. Спочатку монтується міцний алюмінієвий каркас, який складається з вертикальних стійок і горизонтально прикріплених до них ригелів, – звідси і назва технології. На змонтовану конструкцію встановлюються скляні панелі, притискаючи алюмінієвим профілем. Ця технологія популярна унаслідок низьких витрат на реалізацію проекту, а також можливості створити як прямі, вертикальні, так і похилі.

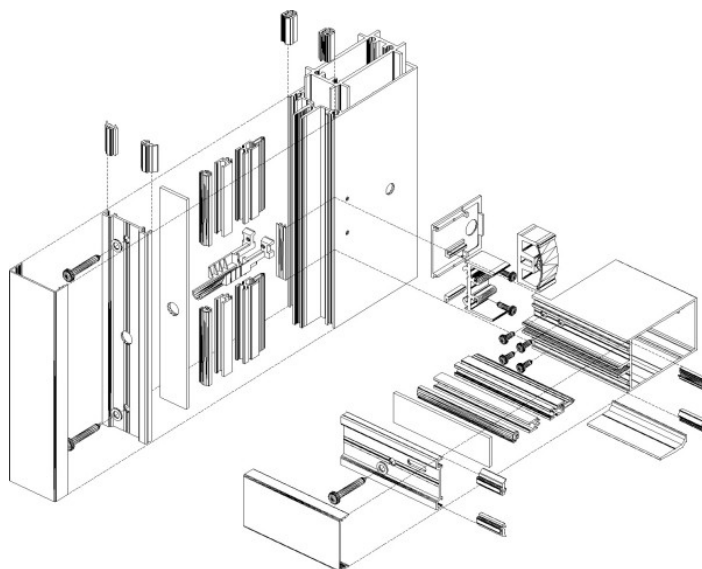


Рисунок 3.1 – Класична технологія (стійковий ригель)

2. Модульна технологія

Такий вид скління розроблений для багатоповерхових будівель – від 10 до 100 поверхів. Процес монтажу виглядає таким чином: блоки виготовляються завчасно і привозять на об'єкт готовими до монтажу. Ці вітражі піднімають на потрібний поверх, встановлюють на кронштейни і герметизують шви. Перевага блокової технології – в швидких термінах виконання робіт в порівнянні з класичною схемою, адже окремий каркас споруджувати не треба. На виході – надійна і довговічна.

Щільно до відповіді це питання підійшли фахівці, наприклад, компанії Schuco, які розробили системи модульного фасадного скління USC 65 і UCC 65 SG. Втім, від них не відстають інженери всіх провідних будівельних компаній. Благо, модульне елементне скління - правильний шлях до підвищення якості продукції і, отже, конкурентоспроможності підприємства.

Модулі елементного фасадного скління виготовляють відразу заввишки один чи два поверхи. У цехових умовах збираються не тільки профільні системи, а й монтується скління, вентиляція та ін.

Після чого модуль доставляється на будівництво, краном або лебідкою піднімається на висоту потрібного поверху і просто навішується на спеціальні

кронштейни. Закріплення модуля, його утеплення, стикування з іншими модулями здійснюються зсередини будівлі. Все дуже швидко нагадує збірку конструктора «Лего». Причому проведення основних робіт у цехових умовах підвищує контроль за якістю виробу та, отже, його експлуатаційні властивості.

Вартість модульного скління фасадів приблизно на третину вище за ціну звичайного стоечно-ригельного. Почасти цей ціновий люфт компенсується відсутністю необхідності зводити будівельні риштування, частково – скороченням бою скла на будмайданчику, непродуктивних втрат профілів тощо.



Рисунок 3.2 – Модульна технологія фасадного скління

3. Спайдерная технологія

Особливість цього виду скління – в спеціальних кріпленнях з міцної нержавіючої сталі, які називаються спайдерами, тому що на вигляд нагадують павука. Процес монтажу розпочинається з установки металевих несних конструкцій, також базою можуть бути колони, що несуть, труби, плити перекриття. Далі прикріплюють склопакети до каркаса за допомогою “павукоподібних” кріплень. Кожен “павук” скріплює чотири кути чотирьох склопакетів за схемою: одна “лапка” – один кут. Насправді цей коннектор має хрестоподібну форму, але архітектори – креативні люди. Перевага спайдерной схеми скління фасаду в тому, що це дуже надійна і безпечна технологія, за допомогою цієї системи можна використати максимальну кількість склопакетів

і склити максимально великі площі, а також відтворити складні архітектурні форми.

Для таких систем може використовуватись більшість видів сучасного скла, а також склопакети спеціальної конфігурації у випадку підвищених термо-шумоізоляційних або будь яких інших функціональних вимог до скління. Вибране скло обов'язково загартовується, а частіше додатково ламінується з іншим загартованим або термозміцненим склом. Найважливішим критерієм є безпека, якість та геометрична точність виготовлення скляних елементів.

Герметики в «спайдерному» склінні – в процесі монтажу стики між суміжним склом заповнюються спеціальними герметиками. В конструкціях зовнішнього скління для захисту від атмосферних впливів герметики повинні відповідати особливим вимогам. Вони повинні мати високу ступінь фіксації та адгезії до скла, мати стійкість до ультрафіолетових променів, забезпечувати надійну гідроізоляцію та герметичність конструкції. В широкому діапазоні температур, в тому числі низьких в холодну пору, зберігати еластичність, потрібну для компенсації температурних та динамічних деформацій конструкції. Для герметизації стиків між склопакетами використовуються додаткові полімерні вставки. Крім вибору належного типу герметика, високі вимоги пред'являються до якості проведення робіт – шов повинен заповнюватися щільно та послідовно.

Шарніри для «спайдерного» скління (інша назва:гранати або ратули) – закріплення скляної панелі до променевого кронштейну. При цьому таке з'єднання зберігає певну ступінь рухомості скла щодо осі шарніру. Оскільки різні моделі шарнірів відрізняються за величиною допустимого навантаження та за пераметром максимально можливого кута відхилення від центрального положення осі (від $\pm 5^\circ$ до $\pm 10^\circ$), під час вибору типу шарніру необхідно враховувати специфіку конкретного проекту, вид та розміри елементів скління, снігові та вітрові навантаження для регіону. Виходячи з цих параметрів розраховуються максимальні проектні величини прогину скла, що в свою чергу дозволяє підібрати шарнір відповідної потужності з необхідним діапазоном

ходу стрижня. Існують моделі шарнірів з кутом відхилення до $\pm 20^\circ$, які дають можливість встановлювати скляні елементи під кутом один до одного при монтажі фасадів складних форм. Шарніри для «спайдерного» скління виготовляються з нержавіючої сталі найвищої якості. Для конструкцій зовнішнього скління та приміщень із високою вологістю використовують сплав марки 316, який має особливі антикорозійні якості, для інтер'єрного використання – марку 304.

Фіксація шарнірів кріплень в скляних панелях здійснюється за допомогою отворів. Тип отвору в склі визначається моделлю шарніру. Для одного виду використовуються прості циліндричні отвори, до складу скріплення у них входять диски більшого діаметру, який перевищує розмір отвору та виступає над поверхнею скла з зовнішньої сторони фасаду. Інші моделі шарнірів припускають використання отворів конічної форми, яку отримують шляхом зенкування, або при використанні ламінованого скла, отворів у вигляді складного різно-розмірного циліндру. В цьому випадку зовнішня частина кріплення утоплюється в тіло скла, що дозволяє отримати абсолютно гладку поверхню скління без виступаючих деталей. Такі конструкції мають більш витончений зовнішній вигляд, зручніші в експлуатації внаслідок того, що не мають виступаючих деталей, які б накопичували бруд та ускладнювали очищення скла. Найбільш привабливим варіантом, який може бути реалізований тільки при використанні ламінованого скла, або склопакету, є повна відсутність виходу металевих частин кріплення на зовнішню поверхню скла, коли всі несучі деталі кріплення повністю інтегровані у внутрішні шари елементу скління. Окрім естетичних переваг таке рішення мінімізує ризики промерзання та конденсації вологи на металевих елементах конструкції всередині приміщення. Оскільки при використанні кріплень в місцях спирання скла на кріпильну частину шарніра виникає висока концентрація навантаження, до складу шарніру обов'язково входять додаткові вирівнювальні кільця із м'якого високочистого (99,5%) алюмінію типу EN AW-1050A або полімерних матеріалів, виключаючих прямий контакт скла зі сталлю.

Переваги систем скління «спайдер»:

- додають максимальну прозорість та візуальну легкість всій конструкції за рахунок мінімізації кількості додаткових несучих елементів;
- забезпечують гладкість поверхні скління з обох боків – ззовні та зсередини;
- мають довговічність та стійкість до різних природних умов завдяки використанню скла та нержавіючої сталі, як найбільш інертних та непадвладних корозії та УФ- випромінюванню матеріалів;
- завдяки секційній структурі, в разі пошкодження окремого скляного елемента, дозволяє його нескладну та швидку заміну;
- прості у догляді та не потребують великих витрат на утримання.

Схеми кріплення та підконструкції для «спайдерного» скління – «павуки» спайдерного скління, в свою чергу можуть кріпитися до елементів капітальних несучих конструкцій, до додатково збудованих металевих колон, ригелів та навіть можуть утворювати враження підвішених у повітрі, перебуваючи закріпленими за допомогою вантових тросових ферм або скляних опорних ребер. Вибір системи залежить від бюджету проекту, існуючих капітальних конструкцій та архітектурних вподобань замовника й архітектора.



Рисунок 3.3 – Спайдерна схема скління фасаду

4. Вантова (планарная) технологія

Таку систему кріплення відносять до різновиду спайдерной техніки, але є істотна відмінність в способі кріплення секцій до будівлі. Жорсткого

металевого каркаса до стін не прикріплюють, немає ніяких рам або перегородок. Уся конструкція кріпиться на міцних натянутих тросах, а сполучні кріплення виглядають як суміш вантуза з “спайдером”. Якщо подивитися на вантову систему кріплень зсередини, це виглядатиме як павутина. За допомогою такого скління можна реалізувати будь-який проект, навіть найскладніший, але ця технологія не дуже.

Планарне (вантове) скління фасадів є різновидом популярної спайдерної системи, яка надає скляному фасаді панорамний ефект, візуальну цілісність, легкість, елегантність. Це один із найпрактичніших і найпрестижніших на сьогодні типів скління, яке може зводитися на будинках будь-якої геометрії, форми, розмірів.

Від традиційних світлопрозорих фасадних конструкцій планарне скління відрізняється дуже суттєво. Суть цієї відмінності полягає в принципі її кріплення до будівлі та у відсутності традиційних рам-секцій для встановлення скла. Якщо більшість фасадів мають жорстко прикріпленій до базових стін металевий каркас, то планарна конструкція кріпиться за допомогою спеціальних високоміцних тросів (вантів), туго натягнутих і «сплетених» за принципом павутини.

Гідності системи планарного скління

Ключовою конкурентною перевагою планарної системи скління перед іншими типами світлопрозорих фасадів є малопомітність конструкції, що несе. Завдяки тому, що каркаса практично не видно, скляна поверхня фасаду виглядає суцільною, рівною, без вираженої сегментації як єдине ціле скляне полотно.

Замовивши розрахунок проекту планарного скління для своєї будівлі в компанії «Альпіка», ви зможете вибрати будь-який тип скла, включаючи дзеркальне, ламіноване, триплекс, із сонцезахисним та енергозберігаючим покриттям. Будь-яке з них гарантує вашому фасаді приголомшливий візуальний ефект.

Детальніше про деякі переваги планарних (вантових) фасадів:

- Найширші можливості щодо вибору дизайнерських рішень;
- Висока здатність конструкції, що несе, пружність і гнучкість тросів, що знаходяться під напругою, дозволяє протистояти абсолютно будь-яким вітровим і термічним навантаженням (для довідки: вантовий принцип використовується для зміцнення щогл на вітрильних судах);
- Великий вибір елементів скління;
- Система нівелює статичні та динамічні навантаження, рівномірно перерозподіляючи їх по всій конструкції;
- Тривалий термін служби із збереженням фізичних характеристик;
- Висока ремонтпридатність, простота обслуговування.

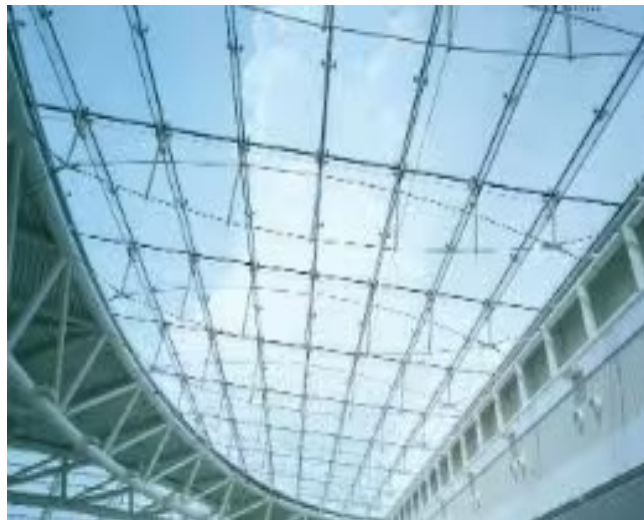


Рисунок 3.4 – Вантова (планарная) схема скління фасаду

5. Структурна і напівструктурна технологія

В якості основи монтують металевий каркас із стійок і ригелів. Відмінність в тому, як виглядає “парадна” сторона з вулиці – суцільне скло, ніяких профілів, притисків, рамок, інших масивних накладок не використовують, склопакети скріплюються клеєм і герметиками. Для структурного скління фасадів виготовляють склопакети особливої форми – внутрішнє скло розміром менше за зовнішній. В деяких випадках для зовнішньої окантовки склопакета по периметру використовують тоненькі лицьові штапики, які виглядають як малопомітний шов – це напівструктурна

технологія. Такий фасад стійкий до холодів і вологості, шумоізолює будівля, довго служить і виглядає респектабельно.

3.4 Контроль якості та приймання робіт

У процесі влаштування КСФН відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 [35] слід здійснювати:

- вхідний контроль елементів КСФН;
- операційний контроль окремих будівельних процесів виробничих операцій;
- приймальний контроль.

При вхідному контролі елементів лід перевіряти їхню відповідність вимогам робочої документації та маркування виробів.

Відповідність марок елементів перевіряється за сертифікатами підприємств-виробників та специфікацій, що входять до складу робочої документації.

При вхідному контролі цілісність елементів слід перевіряти візуально, геометричні розміри - по супровідній документації постачальників, а також за допомогою необхідних засобів вимірювань.

Розміри виробів, а також відхилення від заданої форми визначають з урахуванням вимог ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 [36].

Перевірку геометричних розмірів проводять за допомогою металевої вимірювальної рулетки та штангенциркуля за ДСТУ 4179-2003 [37].

При виявленні невідповідностей вимогам супровідних документів слід визначати фізико-технічні характеристики елементів. Для проведення цих робіт можуть залучатися акредитовані лабораторії

У разі виявлення невідповідності фізико-технічних характеристик елементів вимогам проекту та супровідної документації ці елементи мають бути відбракованими та вилученими.

Результати перевірки вхідного контролю повинні фіксуватись у журналі обліку за ДСТУ 9027:2020 [38].

Операційний контроль повинен проводитися в ході виконання робіт з влаштування з метою забезпечення своєчасного виявлення дефектів та вжиття заходів щодо їх попередження та усунення.

У процесі операційного контролю влаштування повинні перевірятися кронштейни, стійки, ригелі та склопакети

Відхилення в розташуванні кронштейнів не повинні перевищувати $\pm 5,0$ мм відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 [36]. Відхилення кожного елемента фіксується в журналі виконання робіт.

Відхилення довжини стійок не повинні перевищувати значення $\pm 2,0$ мм відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 [36].

Відхилення від прямолінійності стійок та ригелів не повинно перевищувати $\pm 0,5$ мм відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 [36]. Відхилення кожного елемента має фіксуватись в журналі виконання робіт.

Місця примикань металевих елементів стійок до основи повинні бути захищені від корозії.

Проектна величина моменту затягування болтових з'єднань забезпечується використанням моментного ключа.

Розміри опорних підкладок для встановлення склопакетів повинні становити по довжині не менше 40 мм, по ширині – не менше ширини заповнення, по висоті – не менше 3 мм.

При здачі робіт із приймання повинен здійснюватись контроль виконання монтажу кожного з конструктивних елементів із записом у журнал робіт та зі складанням актів на приховані роботи формою зазначеною у ДБН А.3.1-5:2016 . При приймальному контролі має бути перевірено:

- за супровідною документацією елементи КСФН у їх відповідності до проекту;
- за виконавчими геодезичними схемами із застосуванням засобів інструментального контролю за відповідністю положення КСФН вимогам проекту;
- наявність внесення монтажною організацією змін до проекту виконавчих креслень, а також наявність документів, що підтверджують узгодження цих змін;
- наявність та правильність оформлення актів огляду прихованих робіт;
- наявність журналу загальних робіт та відповідність послідовності пристрою.

Здача результату робіт підрядником та приймання його замовником оформляються актом, який підписується обома сторонами.

Оформлення результатів здачі виконаних підрядником робіт здійснюється за уніфікованими формами, якими визначено також порядок їх заповнення.

3.5 Відомості про охорону праці

Норми і правила техніки безпеки на будівельно-монтажних роботах викладені в ДБН А.3.2-2-2009 [34] і поширюються на всі організації, що здійснює будівництво.

Кожне робоче місце на будівельному майданчику має бути перевірено майстром чи виконробом з тим, щоб виключити можливість нещасного випадку.

Нові робітники повинні пройти вступний інструктаж з техніки безпеки і виробничої санітарії та інструктаж безпосередньо на робочому місці.

Робочі комплексних бригад повинні бути проінструктовані і навчені безпечним прийомом за всіма видами робіт, які вони будуть виконувати.

Ділянка повинна бути забезпечена телефонним зв'язком або радіозв'язком.

При організації будівельного майданчика, розміщення ділянок робіт, організації робочих місць, проїздів будівельних машин і транспортних засобів, проходів для людей, слід встановити небезпечні для людей зони, в межах яких постійно діють або потенційно можуть діяти небезпечні виробничі фактори. Небезпечні зони повинні бути позначені знаками безпеки і написами встановленої форми.

На межах зон постійно діючих небезпечних виробничих факторів повинні бути встановлені запобіжні захисні огороження, сигнальні огорожі або знаки безпеки. Конструкція огорожень повинна задовольняти вимогам ДСТУ Б В.2.8-43:2011 [39]. Огороження, що примикають до місць масового проходу людей, необхідно обладнати суцільним захисним піддашком.

Пожежну безпеку на будівельному майданчику, ділянках робіт і робочих місцях слід забезпечувати відповідно до вимог НАПБ України.

Електробезпека на будівельному майданчику, ділянках робіт і робочих місцях повинна забезпечуватися відповідно до вимог ДСТУ Б А.3.2-13:2011 [40].

Будівельний майданчик, ділянки робіт, робочі місця, проїзди і підходи до них у темний час доби повинні бути освітлені відповідно до ДСТУ Б А.3.2-15:2011 [41]. Освітлення повинне бути рівномірним, без сліпучої дії освітлювальних пристроїв на працюючих. Виробництво робіт в неосвітлених місцях не допускається. Колодязі, шурфи і інші виїмки в ґрунті в місцях можливого доступу людей повинні бути закриті кришками, міцними щитами або огорожені. У темний час доби огорожі повинні бути позначені електричними сигнальними лампами напругою не вище 42 В.

У в'їздах на будівельний майданчик повинна бути встановлена схема руху транспортних засобів, а на узбіччях доріг і проїздів - що абсолютно

очевидно дорожні знаки, які регламентують порядок руху транспортних засобів відповідно до Правил дорожнього руху України. Швидкість руху автотранспорту поблизу місць проведення робіт не повинна перевищувати 10 км / год на прямих ділянках і 5 км / год - на поворотах. Проїзди, проходи і робочі місця необхідно регулярно очищати, не захарашувати, а розташовані поза будівлями посипати піском або шлаком в зимовий час. Ширина проходів до робочих місць і на робочих місцях повинна бути не менше 0,6 м, а висота проходів у світлі - не менше 1,8 м.

Робочі місця і проходи до них на висоті 1,3 м і більше та відстані менше 2,0 м від межі перепаду по висоті повинні бути огорожені тимчасовими огорожами.

При неможливості влаштування цих огорожень роботи на висоті слід виконувати з використанням запобіжних поясів за ДСТУ 4304:2004 [42]. Не допускається користуватися відкритим вогнем у радіусі менше 50,0 м від місця застосування та складування матеріалів, що містять легкозаймисті або вибухонебезпечні речовини. Лакофарбові, ізоляційні, оздоблювальні та інші матеріали, що виділяють вибухонебезпечні або шкідливі речовини, дозволяється зберігати на робочих місцях в кількостях, що не перевищують змінної потреби.

Пилоподібні матеріали слід зберігати в закритих ємностях, вживаючи заходи проти розпилення в процесі навантаження і розвантаження. Завантажувальні отвори повинні закриватися захисними решітками, а люки - затворами. Матеріали, що містять шкідливі або вибухонебезпечні розчинники, необхідно зберігати в герметично закритій тарі.

На робочих місцях, де застосовуються клеї, мастики, фарби та інші матеріали, що виділяють вибухонебезпечні або шкідливі речовини, не допускаються дії з використанням вогню або що викликають іскроутворення. Ці робочі місця повинні провітрюватися.

Електроустановки в таких приміщеннях (зонах) повинні бути у вибухонебезпечному виконанні. Крім того, повинні бути вжиті заходи, що запобігають виникненню і накопичення зарядів статичної електрики.

Нестійкі конструкції, що знаходяться в зоні виконання робіт, слід розкріпити стійками, підкосами або іншими засобами. Не допускається залишати конструкції або їх окремі елементи без відповідного додаткового кріплення, якщо є небезпека їх обвалення (падіння) під впливом вітру або інших чинників.

При розбиранні, руйнуванні будинків, споруд, а також при прибиранні відходів, залишкових матеріалів, сміття слід передбачати заходи по зменшенню пилоутворення.

Працюючі в умовах запиленості повинні бути забезпечені засобами захисту органів дихання від надходження в них пилу і мікроорганізмів.

ВИСНОВКИ

Далеко не всі види фасадного скління, але ми можемо зробити висновки: для створення світлопрозорих конструкцій потрібні спеціальні склопакети, виготовлені за особливою технологією : з армованого, броньованого, загартованого стікла. Для деяких проектів скло необхідно зігнути, щоб відтворити круглий і овальний фасад. Наступна необхідна умова для монтажних робіт – створення внутрішнього каркаса, на якій кріпляться склопакети. І третя необхідна умова – елементи кріплення. На цих “трьох слонах” тримається система фасадного скління будівель.

Фасадне скління - це інноваційна технологія кріплення скляних блоків, що дозволяє оформляти цільну поверхню зі скла без видимих притискних складових. З таким сучасним способом облицювання будь-яка будівля виглядатиме стильно і дорого.

Завдяки склінню фасадів приміщення наповнюються максимальною кількістю природного освітлення. За експлуатаційними властивостями склофасад такого типу не поступається іншим технологіям фасадного оздоблення.

Структурне скління має високі показники безпеки, воно стійке до ультрафіолетових променів, атмосферних опадів та механічних впливів.

Експлуатація структурного фасаду проста та зручна. Завдяки безшовному з'єднанню між склом не накопичується бруд і фасад завжди залишається чистим.

- Висока стійкість до промерзання
- Екологічна безпека
- Високий ступінь пожежної безпеки
- Висока якість складання гарантує практично повну відсутність бракованих елементів
- Красивий зовнішній вигляд фасаду завдяки відсутності притискних планок
- Герметичність фасаду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кицкай Л. І. Енергоефективність в Україні: аналіз, проблеми та шляхи підвищення. *Інноваційна економіка*. 2013. №3. С. 32-37.
2. Боровик Ю. Т., Єлагін Ю.В. Стійке будівництво: сутність, принципи, тенденції розвитку. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2021. №72-73. С. 47-56
3. Іванова Л.С. Енергоефективні інновації у будівництві. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2018. №52. С. 302-306
4. Краці практики щодо енергозбереження у житлово-комунальному господарстві України. Київ : Центр громадської експертизи, 2011. 184 с.
5. Практика інноваційних розробок у сфері територіально-просторового розвитку міст і регіонів : монографія / за заг. ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник. Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2016. 286 с.
6. Кіотський протокол до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату від 17.11.2006. URL:http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995_801.
7. Про затвердження Стратегії енергетичної безпеки : Постанова Кабінету Міністрів України від 4 серп. 2021 р. № 907-р. URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/907-2021-p>
8. Директива Європейського Парламенту та Ради 2010/31/ЄС від 19 травня 2010 року про енергетичні характеристики будівель. № L 153. *Офіційний вісник Європейського Союзу*. 2018. № L 156. С. 75
9. World Energy Trilemma Index 2022: Monitoring the Sustainability of National Energy Systems. World Energy Council. 2022. URL:<https://www.worldenergy.org/publications/entry/world-energy-trilemma-index-2022>
10. Досвід країн Євросоюзу з підвищення енергоефективності, енергоаудиту та енергоменеджменту з енергоощадності в економіці країн. Київ

: Відділ інформаційно-аналітичної роботи департаменту міжнародного співробітництва та євроінтеграції, 2017. 113 с.

11. Energy Performance of Buildings Directive (EPBD). URL: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings-directive-epbd_en

12. Basics [Passipedia EN]. Passipedia - The Passive House Resource [Passipedia EN]. URL: <https://passipedia.org/basics> (date of access: 13.03.2023).

13. Houses made of sip panels. ECOPAN. URL: <https://ecopanua.com/ru/doma-iz-sip-panelej-sip-paneli-sip-paneli/>

14. Аспект плюс. Скло. Види скла. Обробка скла. URL: <http://aspectplus.com.ua/content/view/105/lang,ua/>

15. Літинський та Літинський. Все, що треба знати про віконні конструкції. URL: http://litinskyandlitinsky.com/article_in.html

16. ДСТУ Б В.2.7-107:2008. Будівельні матеріали. Склопакети клеєні будівельного призначення. [На заміну ДСТУ Б В.2.7-107-2001 (ГОСТ 24866-99); чинний від 01.01.2010]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. 32 с.

17. Кужель Л.М. Закономірності теплопередачі через віконні конструкції : дис. канд. техн. наук : 05.14.06 / Інститут технічної теплофізики НАН України. Київ, 2017. 190 с.

18. Фаренюк Є.Г. Тепловий режим світлопрозорих огорожувальних конструкцій сучасних багатоповерхових будівель : дис. канд. техн. наук : 05.23.01 / Національний університет водного господарства та природокористування. Рівне, 2015. 172 с.

19. Velux: Вікна спеціального призначення. URL: https://www.velux.ua/uk/products/mansardni_vikna/special-function

20. Герасимчук З.В., Аверкина М.Ф. Зарубіжний досвід використання покрівлі типу «зелений дах» в контексті забезпечення стійкого розвитку міста. Збірник наукових праць Буковинського університету. Економічні науки. Чернівці : Книги XXI, 2013. С. 125 - 132.

21. Бородай С.П., Бородай Д.С., Бородай А.С., Бородай Я.О. Екологічні технології будівництва у сучасній народній архітектурі північно-східної України. Містобудування та територіальне планування : наук.-техн. зб. Київ : КНУБА, 2021. № 77. С. 85-99.

22. Дадіверіна Л.М., Комишня А.В. Інженерні, економічні, соціальні та екологічні переваги зеленої покрівлі. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро, 2018. № 5. С. 60 - 65.

23. Салій Ю. Сад на даху: як озеленюють покрівлі в Україні та світі. Київський міський журнал «ХМАРОЧОС». URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2016/03/16/sad-na-dahu-yak-ozelenuyuyut-pokrivli-v-ukrayini-ta-sviti/>

24. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 130 с.

25. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проєктування. Зміна № 1. [Чинний від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2007. 75 с.

26. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування і забудова територій. [Чинний від 2019-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2019. 185 с.

27. ДБН Б.1.1-15:2012 Склад та зміст генерального плану населеного пункту. [Чинний від 2012-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 37 с.

28. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-06-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 47 с.

29. ДБН Б.1.1-14:2012 Склад та зміст детального плану території. [Чинний від 2012-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 25 с.

30. ДБН В.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Із Зміною № 1. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 70 с.

31. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2022. 27 с.

32. ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Вікна та зовнішні двері. [Чинний від 2021-02-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2021. 81 с.

33. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів [Чинний з 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 42 с.

34. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний з 2012-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2009. 117 с.

35. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. [Чинний з 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2017. 54 с.

36. ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. [Чинний з 2010-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2010. 36 с.

37. ДСТУ 4179-2003 Рулетки вимірювальні металеві. Технічні умови. Зі зміною № 1. [Чинний з 2003-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2007. 16 с.

38. ДСТУ 9027:2020 Системи управління якістю. Настанови щодо вхідного контролю продукції. [Чинний з 2021-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2021. 20 с.

39. ДСТУ Б В.2.8-43:2011 Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови. [Чинний з 2012-12-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. 12 с.

40. ДСТУ Б А.3.2-13:2011 Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги. [Чинний з 2012-12-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. 14 с.

41. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків. [Чинний з 2012-12-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. 31 с.

42. ДСТУ 4304:2004 Пояс запобіжний монтерський. Загальні технічні умови. [Чинний з 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2005. 17 с.