

УДК 728+721.021+728.1.051

С.Г.Буравченко

*канд. арх., професор кафедри архітектури
Національного авіаційного університету, м. Київ*

buravch1@i.ua

КодORCID

<https://orcid.org/0000-0001-7862-0494>

ЕСТЕТИЧНЕ І ТИПОЛОГІЧНЕ ПОХОДЖЕННЯ НОВОЇ ТЕКТОНІЧНОЇ МОВИ СУЧАСНОЇ АРХІТЕКТУРИ ТА ЇЇ ДЕЯКІ КОНСТРУКТИВНІ СКЛАДОВІ

Анотація: В статті розглянуті основні джерела формування образно-естетичної і тектонічної мови сучасної архітектури з використанням фасадних систем із світлопрозорих матеріалів – так званого структурного застосування. Розглянуто фактори розвитку структурного застосування - художньо-естетичні та функціонально-типологічні. Єдиний естетико-стильової алфавіт архітектурного мови утворюють - субструктура фасадної системи, вузли з'єднання між скляними елементами та сонцезахисні пристрої.

Аннотация: В статье рассмотрены основные источники формирования образно-эстетического и тектонического языка современной архитектуры с использованием фасадных систем из светопрозрачных материалов - так называемого структурного остекления. Рассмотрены факторы развития структурного остекления - художественно-эстетические и функционально-типологические. Единый эстетико-стилевой алфавит архитектурного языка образуют субструктура фасадной системы, узлы соединения и солнцезащитные устройства.

Abstract: The article deals with the main sources of framing the figurative-aesthetic and tectonic language of modern architecture using fascicular systems of translucent materials - the so-called structural glazing. The factors of development of structural glazing are considered - artistic-aesthetic and functional-typological. The overall aesthetic-style alphabet of the architectural language forms the substructure of the facade system, joints and sunscreens.

Ключові слова: тектоніка, фасадні системи, світлопрозорі матеріали, структурне застосування, художньо-естетичні фактори, функціонально-типологічні фактори, субструктура фасадної системи, вузли з'єднання, сонцезахисні пристрої.

Ключевые слова: тектоника, фасадные системы, светопрозрачные материалы, структурное остекление, художественно-эстетические факторы, функционально-типологические факторы, субструктура фасадной системы, узлы соединения, солнцезащитные устройства.

Key words: tectonics, facade systems, translucent materials, structural glazing, artistic and aesthetic factors, functional-typological factors, substructure of the facade system, connection nodes, sunscreen devices.

Стан дослідження проблеми. Усталене розуміння поняття тектоніка базується на тому, що будівля сприймається стійкою з позицій уявлень про «роботу» каменю в архітектурі. «В архітектурі поняття тектоніки означає пластичну побудову форми споруди відповідно до її конструктивної сутності» - формулює теоретик архітектурної композиції А.М.Соколов.

Крім класичних поглядів на тектоніку, які базуються на постулатах Вітрувія, А.Палладіо, Віоле ле Дюка, О.Шуазі є сучасні дослідження такі як спеціальна робота Гейла Пітера Бордена, яка категоризує різні розуміння тектоніки з розвитком сучасних матеріалів і нових конструктивних систем [1], або Роберта Молдена, який наполягає на тому, що на актуальному етапі конструктивних можливостей тектоніка переходить від фізичного у бік метафізичного сенсу [2], може трактуватися як художня метафора. При цьому на тлі наскрізних класифікацій є недостатньо вивченою проблема масового інтересу до будівель з високим відсотком застосування фасадної поверхні, які деякі з академічних дослідників вважають атектонічними, неприродними для архітектури.

Мета публікації - уточнити розуміння використання поняття тектоніки для деяких з сучасних конструктивних систем і проаналізувати різні чинники, що впливають на відмову від традиційних важких конструкцій на фасадах сучасних будівель.

Основна частина. У минулому столітті поступово отримав розвиток новий естетичний феномен, пов'язаний з появою каркасних систем, а як наслідок – одним з напрямків – розвитком невагомих світлопрозорих архітектурно-будівельних систем. Ймовірно виникнення іншої тектонічної мови пояснюється тим, що поряд з відчуттям надійності стійких кам'яних будівель, сучасна людина потребує також естетичного задоволення від продемонстрованою архітектурою споруди - ілюзорної - невагомості конструкції.

Коли скла в архітектурі будівлі стає забагато, виникає оманливе враження, що архітектура зникає зовсім - архітектурний об'єм або простір стає своєрідним «фантомом». Але це тільки перше враження. Дійсно, коли у рази зменшується відсоток глухих огорож і капітальних стін, як об'єкт візуального сприйняття в такій споруді починають фігурувати несучі ажурні конструкції, які замислюються архітекторами і конструкторами за законами будівельної механіки та опору матеріалів. І в той же час починає працювати естетика новітньої інженерії. Варто звернути увагу, що така інженерія реалізує закони природи, архітектор з розвиненою асоціативною пам'яттю або той що цілеспрямовано вивчає природні явища, може використовувати біонічні підходи. Такими стають закони, за якими побудовані біологічні організми - рослини, тварини - або за якими виникають продукти їх життєдіяльності – мушлі, корали, стільники, павутиння, гнізда ...

Як розцінювати моду на структурне скління - як миттєвий парад технічних нововведень, або глибоку і змістовну тенденцію в архітектурі? Прихильники світлопрозорої архітектури, на тлі ідеології «хай-теку» (а вона продовже бути актуальною майже 50 років) сприймають застосування в будівлях «архітектурного» скла чи не як критерій краси, ознаку сучасності. Любителі старовини навпаки бачать в моді на суцільне скління тенденційну хвилю, яка не несе в собі ознак високої естетики, містить невиправдану відмову від звичної архітектурної мови, руйнує сталі уявлення про тектонічність споруди як фундаментальний її принцип.

Все ж філософія споруд зі скла, що стала тенденцією архітектури цілого століття мабуть складніше і багатогранніше, ніж спроби її оцінити на основі постулатів і еталонів часів кам'яної архітектури. Вона підтримує напрямки більш стійкі, ніж сплеск моди, який можна б було пояснити реалізацією можливостей техніки і рекламними інтервенціями виробників так званого архітектурного скла.

Архітектурне скло - це новий феномен архітектури минулого і цього сторіччя. За іноземними визначеннями це «високопрограмний продукт» (дослівний переклад англomовного поняття «high performance product» - в даному контексті більш змістовний, ніж той термін, що відповідає стандартам гармонізованої лексики, а саме - «високотехнологічний виріб»). Це поняття вміщує ряд явних і прихованих властивостей, які оптимізують за допомогою вибіркового пропускання або відбиття видимого або невидимого світла в середину будівлі. Залежно від зовнішніх чинників (несприятливий клімат, погодні умови, надмірна інсоляція, транспортний шум, можливість проглядання ззовні, великі коливання температур на поверхні, можливість механічного пошкодження, в тому числі вогнестрільне) програмно налаштовані стекла дозволяють в конкретній ситуації без додаткових технічних пристроїв або при їх мінімумі створити не тільки малі, а й великі простори з оптимальними кліматичними умовами і умовами захищеності. В таких оптимізованих спорудах потреба в капітальній зовнішній стіні зникає.

Що було первинним, естетика прозорої архітектури або технічне досягнення - "високопрограмне" скління? Укладачі книги "Скло в будівництві", виданої під патронатом фірми "Pinkington" наводять цитату з книги німецького письменника Пауля Шербарта «Скляна архітектура» (1914р.): «Якщо ми хочемо, щоб наша культура піднялася на високий рівень ми зобов'язані в більшій чи меншій ступені змінити архітектуру. І це стане можливим лише тоді, коли ми усунемо закритий характер приміщень, в яких ми живемо. Це буде зроблено тільки в тому випадку, якщо ми втілимо в життя скляну архітектуру, яка дозволяє проникати світлу сонця, місяця і зірок не тільки обмежено - через невелике число вікон, але і через кожну можливу стіну, яка робиться повністю зі скла». Книга П. Шербарта стала джерелом натхнення для ланцюга спочатку архітектурних, а потім технічних інновацій, які відбулися в ХХ столітті і продовжуються сьогодні. Очевидно, що естетичні ідеї набагато випереджали появу технічних методів їх реалізації [3, 4, 5].

Що інспірувало появу крупномаштабного скління - скляних фасадних конструкцій? Це давня мрія людства про кришталеві палаци та космічні міста, криті вулиці і площі. Ці мрії про невагому архітектуру ймовірно виходять зі снів. Можливо це залишки генетичної пам'яті людства, яке жило на планетах з меншою силою тяжіння. Можливо це спостереження іншої архітектури під час польотів уві сні безтілесної душі... XX століття випустило людину в космос – тож невагомість стала втіленою у життя мрією, яка проникла в архітектурну естетику. Разом з традиційною тектонікою класицизму (також інших традиційних стилів), яка демонструє, що будівля стійка з позицій уявлень про кам'яну архітектуру, в минулому столітті з'явилася нова тектоніка - людина потребує естетичного задоволення від ілюзорної невагомості конструкції будівлі- ніби то це побудовано на місяці або у космічному просторі. Втім, реалізація фантастичних уявлень і умовах земного тяжіння, не знімає відповідальності конструкторів і архітекторів за надійність прозорої стіни.

Естетична потреба в невагомості стін й інженерно-дослідницька робота щодо реалізації вимог їх міцності стала базою для комплексу напрямків в архітектурі та конструкторському мистецтві, яке отримало назву «структурне скління» (Structural glazing- буквально «конструктивне скління»). Цьому сприяло бурхливий розвиток науки про інженерні розрахунки металевих конструкцій, які дозволили виконувати несучі основи стін все більш ажурними, що використовують сили стиску і розтягування тонких профілів і тросів. Прогрес стався і у виготовленні скла, яке в багатьох випадках береться до уваги в роботі стіни або покриття на вітрові, снігові і інші навантаження. З конструкційного скла навіть виготовляються вертикальні колони, що працюють на стиск і вигін, а також балки і ригелі субструктур - допоміжних несучих конструкцій вітражів.

Істотна роль у створенні суцільний скляних оболонок належить і третій складовій структурного скління - винаходу довговічних і надійних герметиків – як правило на основі силіконів. Одні силіконові системи (суміші) забезпечують надійне з'єднання скла з прихованою субструктурою, інші - стійкі до ультрафіолетового випромінювання сонця - склеюють фасадну поверхню в еластичну матрицю, яка не руйнується при зміні температур, сприйнятті навантажень і деформацій в будівлях. Зі зміною умов саме шви вільно розтягуються і стискаються.

Звичайно коло функціональних (прагматичних) і естетичних причин такої високої моди на структурне скління більш велике. На наступному розвитку наведена спроба хоча б у першому наближенні їх систематизувати. Безумовно деякі з поданням причин були першоосновою для застосування, в той час як інші виявилися після практичного осмислення і усвідомлення нової архітектурної ідеології (рис.1,2)..

Конструктивні компоненти і елементи тектонічної системи.

У конкретній споруді або в конкретній фасадній системі в естетичному плані **субструктура, вузли з'єднання і сонцезахисні пристрої** утворюють єдиний естетико-стильової алфавіт архітектурного мови. Головний тектонічний елемент будівлі зі скла - несуча основа будівлі в цілому, яка одночасно підтримує скло або склопакети світлопрозорого огорожі - так звана субструктура. Цей термін (Substructure) є усталеним в західній і зараз вже у вітчизняній практиці реалізації проектів об'єктів із структурним склінням. Він перекладається буквально – без гармонізації змісту, хоча можна було б використовувати і поняття «підконструкція» або «підтримуюча конструкція».

Незважаючи на зовнішню ілюзорність і аморфність сприйняття оболонок зі скла, в спорудах зі структурним склінням субструктури стають яскравим образним елементом. Вибір малюнка субструктур залежить від фантазії архітектора і розрахунків конструктора. Нерідко, автор повинен виступати одночасно в особі архітектора і інженера-дизайнера, який володіє і питаннями естетики і відчуттям роботи конструкції. Джерелом для натхнення повинна слугувати природа, біонічні дослідження «живих» конструкцій. (Яскравим прикладом такого архітектора і одночасно інженера-дизайнера може бути особистість Сант'яго Калатрава який через малюнки людей і тварин знаходить ключ для створення унікальних конструкцій або субструктур для своїх споруд).

Рис.1. Художньо-естетичні фактори поширення архітектури зі скла.

1.1- створення геометрично чистих архітектурних тіл (призма, циліндр, куля, піраміда) з візуально визначити неможливо масштабом з метою формування містобудівних акцентів і домінант (принцип «хай-теку»);

1.2– візуальне розчинення нових великорозмірних будівель або їхніх високих частин в історичному або природному середовищі (один з прийомів «контекстуальної» архітектури);

1.3 - створення «видових» будівель, максимально розкритих на гарний ландшафт (принцип «органічної» архітектури);

1.4 - відтворення класичних форм в новій тектоніці (прийоми «неокласики» в рамках ідеології «постмодернізму»).

Рис.2. Функціонально-типологічні фактори поширення архітектури зі скла

2.1 - реалізація ідеї критої вулиці і площі з кліматизованим простором;

2.2 - формування критого двору у вигляді так званих «атріумів» в престижних будинках, готелях та офісах;

2.3 - створення великорозмірних функціональних просторів з великими масами людей і високими вимогами до висвітлення (виставкові та торговельні комплекси, музеї, аеропорти і вокзали);

2.4 - створення критих оаз природного середовища з сприятливими або специфічними кліматичними умовами, в тому числі - кліматронів, оранжереї, аквапарки;

2-5 - фізичний захист культурних цінностей - пам'яток архітектури та археології - з максимальним збереженням масштабу архітектурного оточення.

Рис.1. Художньо-естетичні фактори поширення архітектури зі скла.

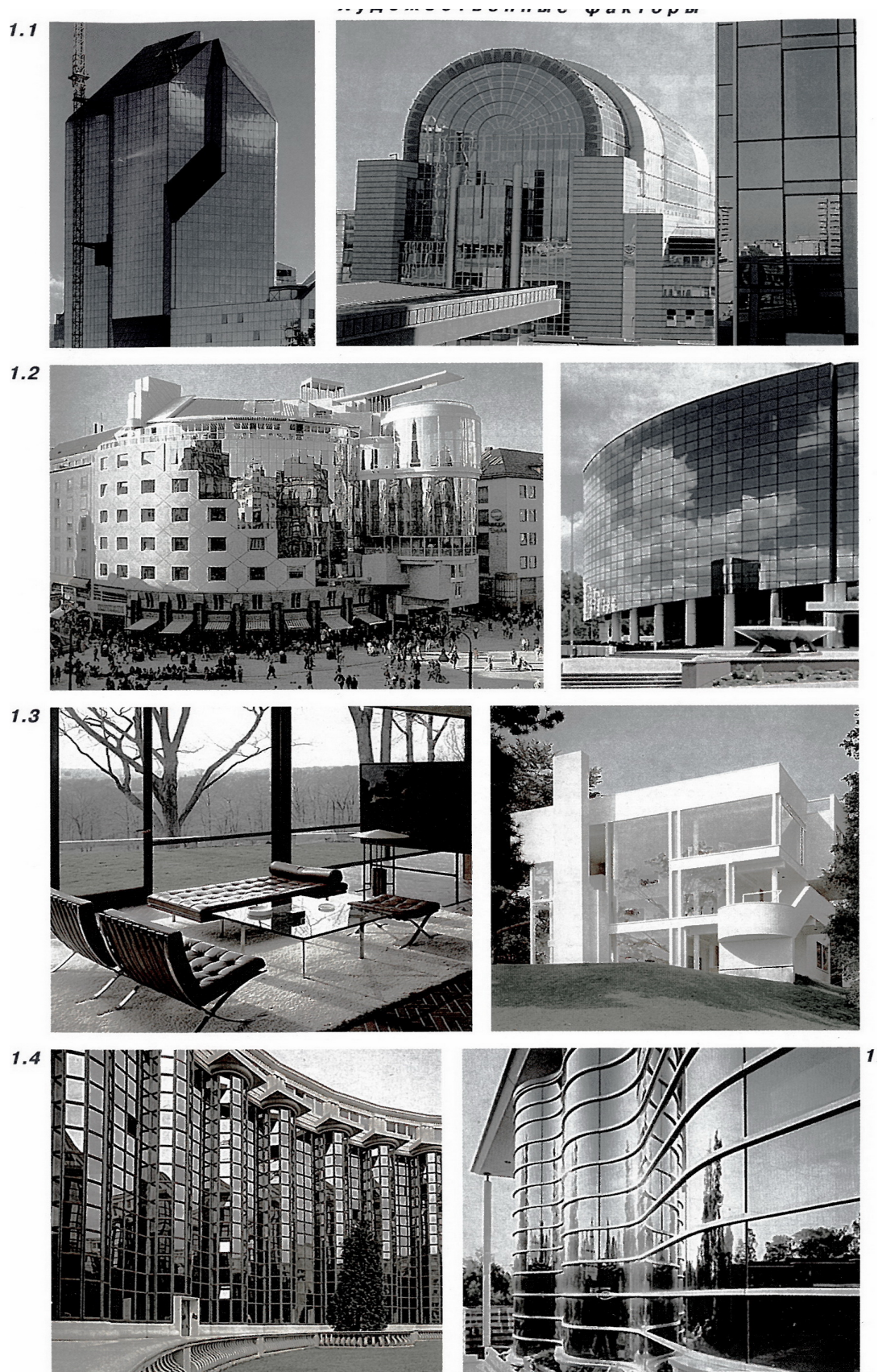
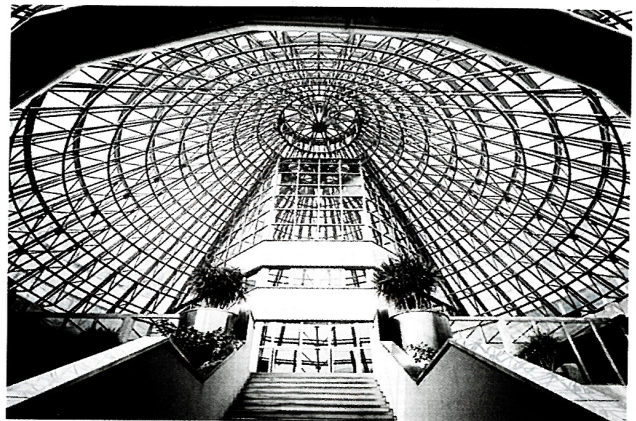


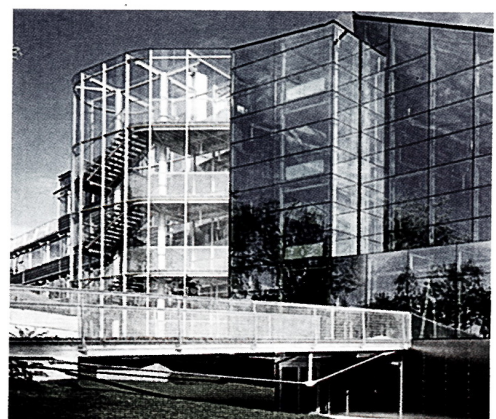
Рис.2. Функціонально-типологічні фактори поширення архітектури зі скла



2.1



2.2



2.3



2.4



2.5

1. Субструктура - це головний тектонічний елемент будівлі зі скла несуча основа будівлі в цілому, яка одночасно підтримує панель зі скла або склопакети світлопрозорої огорожі . Друга група важливих елементів - вузли з'єднання субструктури зі склом, які стають нерідко самостійними творами дизайнерського мистецтва, за своїм значенням порівнянними з такими елементами "ордера" як кронштейни, капітелі, бази, карнизи і т.п. В одних випадках, ці вузли сприймаються тільки зсередини, але від типу з'єднання залежить і сама композиційна структура фасаду - абсолютно гладкого, або з елементами кріплення - горизонтальних вертикальних або точкових. Третя частина тектонічної системи - винесені на фасад сонцезахисні пристрої або елементи (3) у вигляді ажурних козирків, жалюзійних навісів і решіток, в тому числі динамічних – із зміною кута повороту вони реагують на стан погоди і освітленості. .

2. Використовується 2 основних **способи з'єднання** світлопрозорих елементів (скла або склопакетів) з несучою субструктурою - куртинне (гратчасте) і точкове.

Для куртинного (гратчастого) з'єднання характерна тонка гратка з алюмінію або сталі, що розміщується під склопакетами. Існує 3 способи з'єднання гратки та склопакетів - клейовий, механічний, і комбінований. Для клеєвого - використовуються спеціальні "конструктивні" клеї, що володіють глибокою адгезією в скло і сталь, міцністю і довговічністю. Проте в ряді країн, наприклад у Німеччині, для багатоповерхових будівель є необхідним дублювання клейового кріплення механічним у вигляді особливих болтових або Г-образних фіксаторів, або профілів, що прикривають склопакет із зовнішнього боку. Слід зазначити, що вибір того чи іншого прийому виконання вузла кріплення до куртині залежить і від архітектурного задуму архітектора. Оформлення зовнішнього шва скляної стіни є суттєвою образної характеристикою як формування композиційної структури всього фасаду, так і нюансної інтонації будівлі, при її сприйнятті з найближчих дистанцій.

Найбільш поширеним типом точкового кріплення в даний час є спайдер («шпина») або павук, що виконується з нержавіючої сталі або алюмінію. Існує декілька типів з'єднання павука і склопакета. У поширеній так званій "планарній" системі кріплення відбувається шляхом просвердлювання отворів наскрізь склопакета або через його перше скло, з виносом назовні декоративної капелюшки болта або з її приховуванням. Цей клас рішень є неприйнятним для склопакетів з внутрішньою мембраною і вимагає, як і більша частина точкових систем застосування особливо міцного (загартованого) скла.

Прогресивне рішення, що дозволяє використовувати менш дорогі марки скла, а також склопакети з мембранами - спайдерне кріплення в рамках системи 5S. Обрамлення в цій системі склопакетів тонкими сталевими багетами дозволяє створити надійне і технологічне кріплення до профілів посилення склопакета.

Залежно від розмірів склопакетів можуть бути по законами опору матеріалів створені різноманітні типи спайдерів. Використовуючи аналогію, спайдер як тектонічний елемент можна порівняти з капітеллю або кронштейном в ордерної системі. По суті це ордерний атрибут сучасної скляної архітектури.

Тектонічні елементи 1 і 2 типу (субструктури та вузди з'єднання продемонстровані і класифіковані на рис. 3, 4.

Рис.3 Субструктури у тектончній мові світлопрозорої споруди

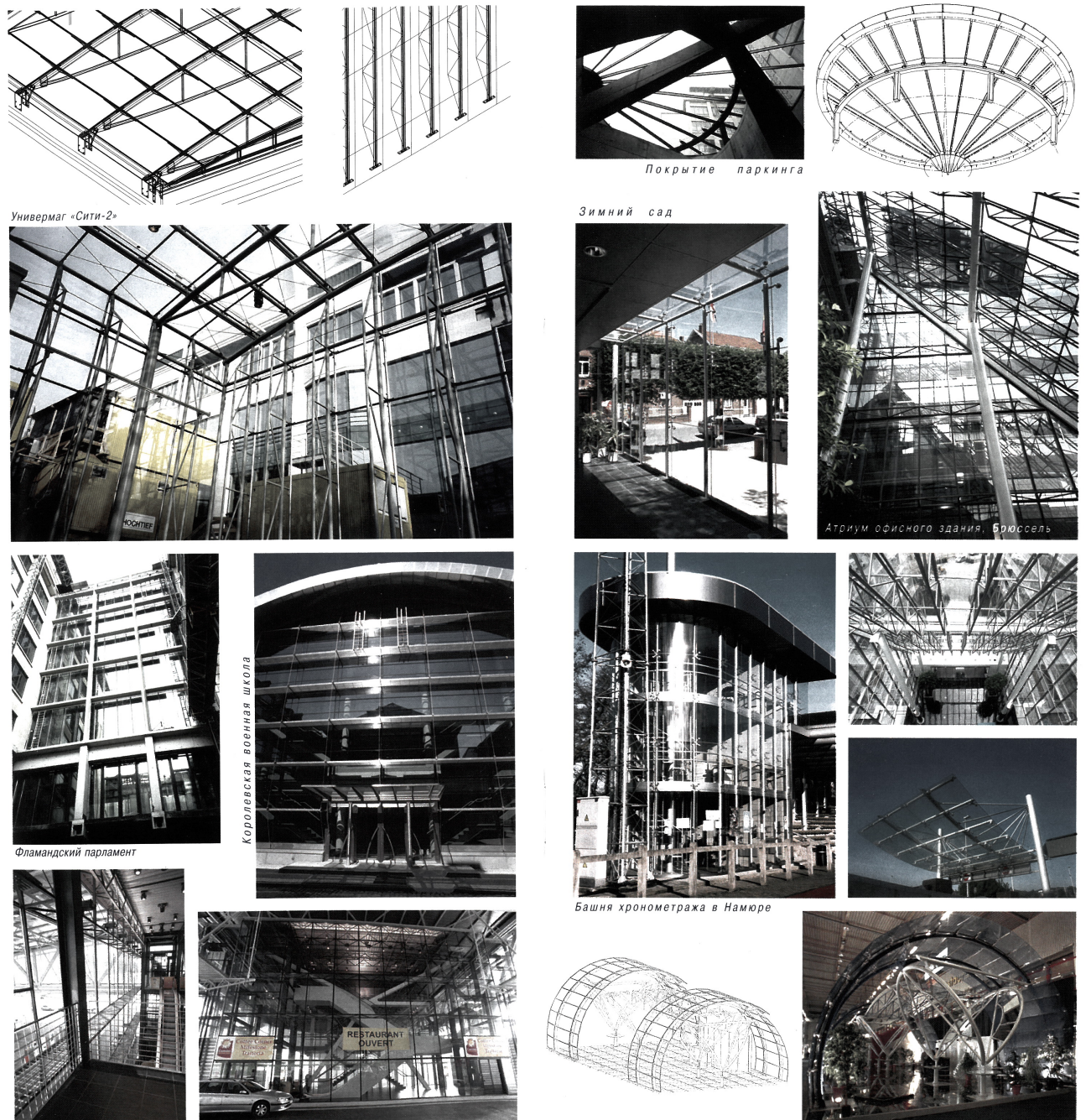


Рис.4. Вузли і з'єднання як тектонічний елемент світлопрозорої споруди



3. Пристрої затінення і клімат-контролю.

Сучасні види склопакетів, які є селективними фільтрами променистого потоку, дозволяють оптимізувати в рамках орієнтації будівлі, географічної

широти і мікроклімату тип світлопрозорого огорожі. Проте умови різко змінюються протягом року і навіть дня, і в багатьох випадках застосування пристроїв фасадного регулювання є досить ефективним.

Жалюзі можуть бути виготовлені з світлопрозорого матеріалу і слугувати якості затінювального пристрою при певних кутах повороту.

Коли є принциповим зберегти нерозчленованість краєвиду, що спостерігається через вітраж заввишки в декілька поверхів крім стекол-фільтрів, як пристрій, що рятує від сонячного перегріву, може допомогти великий консольний навіс над дахом. Але цей прийом працює при орієнтації фасаду на південь.

У скляних будинках з поверховими розміщенням приміщень прийом розкриття приміщень і блокування інсоляції вирішується на основі консольних по-поверхових затінювачів-екранів. Іноді винос таких екранів досягає 2-3 метрів. При цьому, в залежності від сонячного режиму вони можуть бути ґратчастими або виконуватися зі спеціального тонального скла, наприклад молочного.

В цілому розвивається тенденція створення пасивних систем збереження надходить сонячного тепла. З метою регулювання розповсюдження тепла в світлопрозорих повітряних прошарках створюються так звані «дабл-фасади», що інакше має назву «дабл скін» (подвійна шкіра). Сучасний тип подвійного фасаду передбачає в зимових умовах акумуляцію тепла на сонячному фасаді за скляним екраном і його перекачування на затінений, а в літньому режимі - поворот екранів для реалізації режиму затінення і провітрювання.

«Інтелектуальні» фасади, мають динамічні затінювальні пристрої у вигляді ґраток і тентів, можуть при регулюванні комп'ютерними програмами, «самостійно вибирати» оптимальний режим свого функціонування. Деякі з таких дослідів динамічної архітектури можна виявити в реалізації атріумних просторів на Потсдамській площі в Берліні.

Безумовно, наведені вище приклади - це лише перша спроба систематизації тектонічного мови архітектури скляних будівель.

В Європі та Америці формується мережа іноді і невеликих, але креативно організованих проектно-виробничих підприємств, які здійснюють своєрідне «індпошиття» таких конструкцій за типовими проектами архітекторів та інженерів. Спеціалізовані виробництва виконують точні лазерні викрійки по комп'ютерним кресленням, фрезерування і лиття. Комплектування однієї серії субструктур проводиться на кількох спеціалізованих виробництвах - все як в машинобудуванні.

В Україні творці архітектури із скла і сталі знаходяться на самому старті даного напрямку. Втім, виробничий потенціал при наявності відповідних архітектурних замовлень дозволяє швидко освоїти і цю цілину, про що свідчать нові споруди деяких архітекторів.

Висновки.

1. Структурне застосування фасадів будинків - це явище із сфери концептуальних завдань «хай-теку» - архітектурного стилю, пов'язаного з реалізацією високих технологій, пошуком моделей адаптивних до довкілля споруд майбутнього.

2. Дослідження доводять що генезис скляної архітектури базується зокрема на новій потребі людства . яка виникла разом з виходом у космічний простір - естетичному задоволенні від ілюзорної невагомості конструкції будівлі. Безумовно ці ідеї підтримані прогресом у розвитку сталевих і скляних конструкцій, винаходах в галузі виробництва «архітектурного» (високо-програмного) скла.

3. У проектуванні і виробництві елементів для несучих субструктур (стрижнів, вантів, з'єднань, що несуть скляні пластини або склопакети) використовуються у значній мірі досягнення новітніх технологій машинобудування.

4. Композиційна роль споруд з підвищеним використанням скла на фасадах відрізняється високою ефективністю у створення архітектурних домінант, навпаки будинків що «розчиняються» у просторі, будинків що орієнтовані на красиві краєвиди, поєднані з інтер'єрами.

5. Функціонально –типологічні фактори поширення споруд із світлопрозорими фасадами – це притаманні сучасному містобудуванню великі громадські простори з кліматизацією внутрішнього середовища (криті площі і вулиці, атриуми), споруди штучного клімату (кліматроні, аквапарки), конструкції для захисту об'єктів культурної спадщини (павільйони над археологічними розкриттями, музеї), великі торговельні і транспортні споруди.

6. У конкретній споруді або в конкретній фасадній системі в плані формування нової тектоніки утворюють єдиний естетико-стильової алфавіт архітектурно-тектонічної мови: **субструктури фасадної системи, вузли з'єднання і сонцезахисні пристрої.**

7. В роботі проаналізовано різновиди зазначених компонентів фасадних систем і визначено, що роль окремих елементів, вузлів, деталей, механізмів регулювання сонячного опромінення будівлі суттєво впливають на характер архітектури, сприйняття маси і деталей, масштабність, остаточний характер пластики фасадів.

Бібліографія

1. Borgen Gail Peter *Material precedent : the typology of modern tectonics* /Gail Peter Borden. Hoboken, N.J. : John Wiley & Sons, c2010. 480 p. : ill. ; 27 cm. ISBN 0470477296, 9780470477298.

2. Maulden, Robert .*Tectonics in architecture : from the physical to the meta-physical.*/ Maulden, Robert Advisor William L. Porter : Massachusetts Institute of Technology. Department of Architecture. -1986.: <http://hdl.handle.net/1721.1/78804>.

3. Pye, Brian. Glass in Building/ Brian Pye, David Button/ Architectural Press; 2nd ed. edition (September 16, 1994). 384 pages.
4. Scheerbarth Paul. Glass Architecture / Paul Scheerbarth, Bruno Taut - Praeger, 1972, 127 p.
5. Scheerbarth Paul. The Grey Cloth: Paul Scheerbarth's Novel on Glass Architecture, trans. John A. Stuart (Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2001), 207.
6. Буравченко С.Г. Структурное остекление фасадов – шаг к космической архитектуре. Светопрозрачные конструкции Прил. 2 к журналу «Особняк» (28), 2003. С. 5-13.
7. Підгорний О.Л. Світлопрозорі огороження будинків/ О.Л.Підгорний, І.М.Щепетова, О.В.Сергейчук, О.М.Зайцев, В.Л.Процюк . Учебный посібник/ КНУБА.-Видавець домашевська О.А. 2005- 282 с.
8. Reinkens J.L.M. Fascination in aluminium and glass. Facades and architecture/J.L.M.Reinkens /Nu Delft/VMRG - 2012, 258 p.
9. Jan Wurm /Glass Structures: Design and Construction of Self-supporting Skins. Springer Science & Business Media, 2007 -: 255 p.
10. Grimm, F.: Energieeffizientes Bauen mit Glass, Munich 2004, 208 pp.
11. Produkte und Technologien zum Einsatz von **Glas** in der Architektur, Munich, 2003.- 412 p.