ГОДИШНИК НА УНИВЕРСИТЕТА ПО АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛСТВО И ГЕОДЕЗИЯ СОФИЯ

Том Volume 56 2023 Брой Issue 2

ANNUAL OF THE UNIVERSITY OF ARCHITECTURE, CIVIL ENGINEERING AND GEODESY SOFIA

Получена: 03.01.2023 г.
Приета: 09.02.2023 г.

СГРАДНАТА ОБВИВКА НА ВИСОКИТЕ СГРАДИ. СПЕЦИФИЧНИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ И ЗАВИСИМОСТИ

Г. Ганчев[1]

Ключови думи: *високи сгради, сградна обвивка, фасада*

РЕЗЮМЕ

Сградната обвивка е сред най-характерните за високите сгради архитектурно-конструктивни елементи. Тя представлява сериозно предизвикателство за проектантите, тъй като е онази част от архитектурния обект, която се възприема първа при контакта на зрителя със сградата, предизвиква емоции и създава внушения. От друга страна, сградната обвивка допринася за целесъобразното използване на сградата, а в някои случаи и за конструктивната ѝ устойчивост.

За нуждите на научното изследване е конкретизирано понятието „сградна обвивка“. В част втора на статията се проследява историческото развитие на фасадната обвивка на високите сгради, както и някои строително-технически въпроси. Трета част разглежда взаимодействията, в които участва сградната обвивка по отношение на външни и вътрешни за нея фактори. Четвъртата част на статията представя в табличен вид влиянието на съответните фактори върху основните аспекти на фасадната конструкция, а именно собствена структура, собствена функция и естетика.

1. Въведение

В днешно време се употребяват редица термини, касаещи елементите, които отделят физически вътрешните пространства на сградата от околната среда. В специализираната литература се срещат понятията сградна обвивка, ограждаща конструкция, фасадна конструкция, архитектурна повърхност, сградна кожа и пр. Сградна

[1] Ганчо Ганчев, арх., редовен докторант, кат. „Технология на архитектурата“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: gganchev5@gmail.com

обвивка и ограждаща конструкция са двете понятия, които обединяват всички елементи на сградата, отделящи я от околната среда.

Според „Речник на българския език“ [1] обвивка представлява *„най-външният, повърхностният слой на нещо, който покрива, обвива от всички страни, изцяло неговата вътрешност“.*

В сферата на строителството се използва съчетанието ***сградна обвивка***, което по смисъла на определението по-горе представлява външния слой на сградата, който я отделя от околното пространство. В монографията на доц. д-р арх. Кутова „Сградната обвивка на 21-ви век“ [2] откриваме следното разширено определение за сградната обвивка, което конкретизира обхвата и функцията ѝ:

„Сградната обвивка, състояща се основно от покрив и фасади, се явява като гранична повърхност между околната среда и затвореното в сградата интериорно пространство и в това отношение нейната защитна роля е доминираща сред останалите сградни елементи“.

Ключови в това определение са словосъчетанията „гранична повърхност“ и „защитна роля“. Сред основните задачи на сградната обвивка е създаването на физическа преграда между вън и вътре, която да противодейства на въздействията на околната среда и да осигурява благоприятна среда за обитаване в сградата.

В книгата „Енергия в сградната обвивка“ [3] доц. д-р инж. Александър Димитров дефинира сградната обвивка по следния начин:

„В архитектурните проекти видът на сградната обвивка е обект на специално внимание. В нея освен плътни стени се включват много и разнообразни остъклени елементи (прозорци, витрини, оберлихти и др.), предназначени да пропускат слънчева светлина, а напоследък и специализирани компоненти (напр. фотоволтаични панели, рисивъри на хибридни осветления или вятърни турбини), свързани с удовлетворяване на нови функционални характеристики на сградите, изисквани от инвеститорите“.

В българската архитектурно-строителна литература се среща и понятието ограждаща конструкция, което също се отнася за съвкупността от елементи, които отделят външното от вътрешното пространство. *„Много от елементите на сградата се наричат ограждащи, тъй като оформят помещенията на сградата и нейната „обвивка“ по отношение на външната среда“* [4].

Националният институт за строителни науки на САЩ създава глобална база данни наречена *Whole building design guide (Наръчник за цялостно проектиране на сгради).* Част от тази база данни представлява и *Building Envelope design guide (Наръчник за проектиране на сградната обвивка).* Според наръчника значението и обхвата на термина сградна обвивка са както следва: *„…в обхвата на сградната обвивка попадат сутеренни стени, фундаменти, ограждащи стени, подови конструкции – сградната обвивка включва всички елементи, които отделят вътрешността на сградата от външната среда. … Обвивката има главна роля при определянето на естетическите качества на сградата, нейните цвят, текстура…*

Сградната обвивка съдържа следните подсистеми в своята структура:

1. *Ограждащи стени – носещи и неносещи.*
2. *Остъкляване – прозорци и окачени фасади.*
3. *Покриви – плоски и скатни“* [5].

Всичко казано дотук дава основание понятията сградна обвивка и ограждаща конструкция да бъдат възприети за синоними. В настоящия текст ще бъдат разгледани проблеми на сградната обвивка при високи сгради и някои характерни технически решения.

2. Историческо развитие на фасадната конструкция на високите сгради

При високите сгради фасадната конструкция заема най-голяма част от сградната обвивка. Тя е и елементът, който е в пряк контакт с обитателите на сградата и тези, които я наблюдават. Поради това текстът ще акцентира върху историческото развитие само на фасадната конструкция.

Няколко са събитията, които водят до революционни промени при фасадната конструкция на високите сгради. Първото от тях е следствие от индустриалната революция и новите строителни похвати и материали, които носи тя. През 19 век започват да се прилагат скелетни конструкции, изпълнени от стоманени елементи, и постепенно новата строителна система измества традиционните конструкции със зидани носещи стени или дървена скелетна конструкция. Първата етажна сграда, в която са приложени скелетна конструкция и ковано желязо, като основен материал за носещата конструкция, е *Мелница за лен в Дитерингтън* (фиг. 1). Тази сграда е считана за далечен прародител на небостъргача, който ще се появи след повече от 70 години в Съединените щати. Приложението на скелетната конструктивна система в комбинация със стоманата е революционно въведение по отношение на ограждащата конструкция, тъй като води до освобождаването ѝ от пространствено-укрепваща функция. Това от своя страна води до намаляване на дебелината на фасадните стени, реализиране на по-големи подпорни разстояния и отвори и съответно по-голяма свобода при проектирането на фасадата. Една от причините голяма част от изследователите на високи сгради да възприемат *Хоум Иншърънс Билдинг* (фиг. 2) за първия небостъргач е фактът, че при него са съчетани всички технологични новости, характерни за високото строителство по това време, като една от най-важните е именно отделянето на фасадните стени от носещата конструкция. Значимостта на разграничаването на ограждащите и носещите конструктивни елементи ясно личи при сравняване на който и да е небостъргач със скелетна конструкция и 17-етажната сграда Монаднок Билдинг, изпълнена с носещи стени.

Фиг. 1. Мелница за лен в Дитерингтън, Великобритания, 1800

източник https://www.shropshirestar.com/

Фиг. 2. Хоум Иншърънс Билдинг, Чикаго, САЩ, 1885

източник: https://designergirlee.wordpress.com/2011/08/23/chicago-school/

Фиг. 3. Монаднок Билдинг, Чикаго, САЩ, 1893

източник: https://www.pinterest.com/pin/489414684477540606/

Фиг. 4. Рилайънс Билдинг, Чикаго, САЩ, 1895

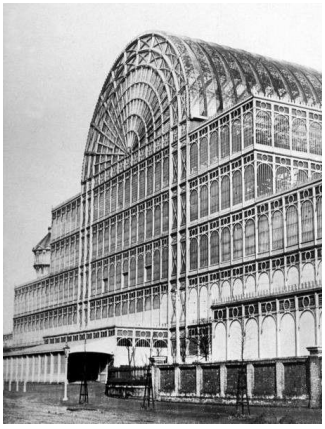
източник: https://www.pinterest.com/pin/217791331956084081/

Интересни са примерите на *Монаднок Билдинг* (фиг. 3) и *Рилайънс Билдинг* (фиг. 4). И двете сгради се намират в Чикаго, завършени са съответно 1893 г. и 1895 г. и са с височина 60 и 61,5 метра. Архитект Даниел Бърнам е част от проектантския екип и на двете сгради. Въпреки всички тези прилики въздействието на фасадното им решение е

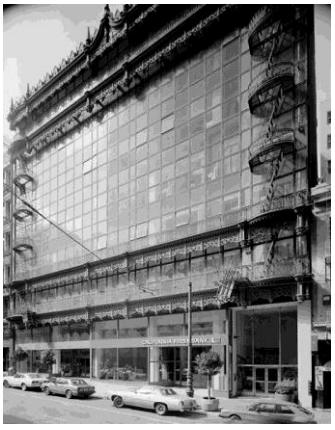
категорично различно, а причината за това е разликата в ограждащата конструкция и конструктивната система. Друго събитие, което оказва влияние на ограждащите конструкции на високите сгради, е усъвършенстването на стъкларската промишленост. Едно от големите предизвикателства пред производителите на промишлено стъкло през 19 век е да направят стъклени плоскости с големи размери. Основният вид стъкло, който е използван тогава, е т. нар. цилиндрично стъкло. Технологията на производството му до голяма степен ограничава размерите на стъклените плоскости. Стъклото се издухва в кух цилиндър, след което се разрязва и разгъва в равна повърхност. Обиколката на цилиндъра е определяща за размера на стъклата, произведени по този метод. Друг метод за производство на стъкло, който позволява направата на по-големи стъклени повърхности, е чрез екструдиране или валцоване. Стъклото, произведено по тази технология, се нарича равнинно стъкло, а главен недостатък е, че повърхностите не са оптически успоредни и това води до изкривяване на образа.

През 1851 г. в лондонския Хайд Парк е издигната основната постройка за изложението през същата година. Сградата е останала в историята с името *Кристалният дворец* (фиг. 5) и е предвестник на значимостта, която ще придобие стъклото за строителството през следващите десетилетия. Целият чугунен скелет на сградата е „облечен“ в стъкло, а размерите на най-голямата стъклена повърхност са определящи при проектирането на конструкцията на сградата.

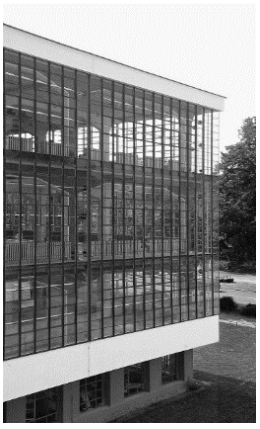
Големите стъклени повърхнини като части от ограждащата конструкция на сградите привличат все повече вниманието на архитектите, както в Европа, така и в САЩ. Свидетелство за това са сградите *Халиди Билдинг* (фиг. 6) и *Сградата на училището Баухаус* (фиг. 7). Те са едни от първите примери за промяната в разбирането за остъкляване.



Фиг. 5. Кристалният дворец, Лондон, Великобритания, 1851
източник:
https://www.pinterest.fr/pin/371898881725489167/



Фиг. 6. Халиди Билдинг, Сан Франциско,САЩ, 1918
източник:
https://en.wikipedia.org/wiki/Hallidie_Building#/media/File:Hallidie_Building.jpg

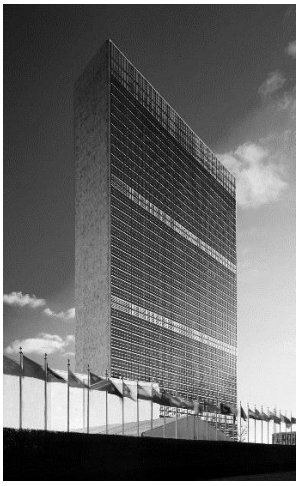


Фиг. 7. Сградата на училището Баухаус, Десау, Германия, 1926
източник:
https://en.wikipedia.org/wiki/Bauhaus_Dessau#/media/File:Bauhaus-Dessau_Werkstätten.jpg

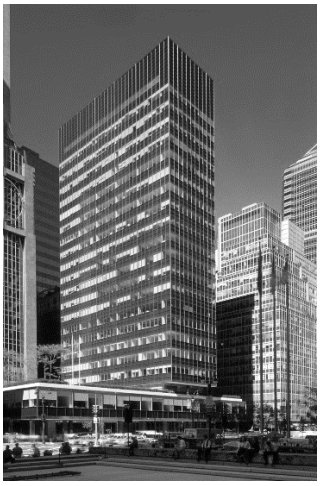
Обикновените прозорци отстъпват пред стъклената окачена фасада, а това дава на архитектите ново изразно средство – „несъществуващата“ преграда. Години по-късно концепцията за „прозрачната“ сграда ще бъде развита до край в контекста на високото

строителство и Интернационалния стил. Характерни примери за това са *сградата на Обединените нации* (фиг. 8), *Левър Хаус* (фиг. 9) и *Сийграм Билдинг* (фиг. 10).

Същевременно развитието в производството на промишлено стъкло продължава с технологията на Алистър Пилкингтън, при която разтопеното стъкло се излива в единия край на вана с разтопен калай. Стъклото се стича по калая и се подравнява. Така се създава плоска повърхност от двете страни, след което бавно се охлажда и втвърдява и излиза от ваната като непрекъсната лента. Накрая стъклото се полира. Завършеният продукт има почти идеално успоредни и гладки повърхности.



Фиг. 8. Сградата на Обединените нации, Ню Йорк, САЩ, 1952
източник:
https://heintges.com/united-nations-headquarters/

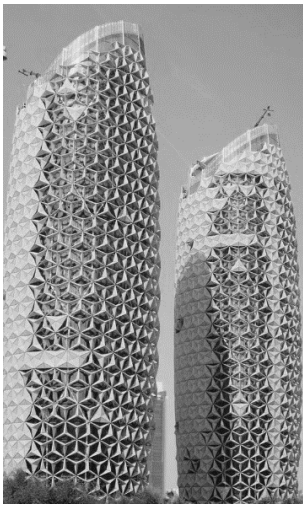


Фиг. 9. Левър Хаус, Ню Йорк, САЩ, 1952
източник:
https://www.swiss-architects.com/en/projects/view/lever-house#image-5

Фиг. 10. Сийграм Билдинг, Ню Йорк, САЩ, 1958
източник:
http://skyscrapercenter.info/building/seagram-building/3529

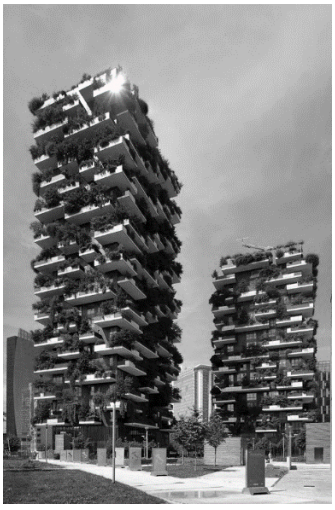
Следващият фактор, който води до промени в начина, по който се третират ограждащите конструкции на високите сгради, е тенденцията за създаване на сгради с отговорност към околната среда – т. нар. „зелена архитектура“. Фасадното решение е един от факторите, които могат да повлияят на общата консумация на енергия на сградата и на микроклимата в нея. Съвременните фасадни системи трябва да блокират неблагоприятните външни въздействия и да поддържат условията на обитаване в комфортни граници, с минимална консумация на енергия. *Сред основните подходи за постигане на тези задачи са ориентацията на сградата, формата ѝ, позицията на ядрото, приложението на слънцезащитни елементи в ограждащата конструкция, интегрирането на растителност в сградата и/или сградната обвивка и възможност за естествена вентилация* [6]. Примери за сгради, в които са приложени някои от тези подходи, са *Ал-Бахар Тауър* (фиг. 11) със своята кинетична фасада; *Боско Вертикале* (фиг. 12) или в превод от италиански „вертикалната гора“ – по балконите на двата жилищни небостъргача виреят около 20 000 растения – дървета, храсти и цветя, които намаляват прегряването на апартаментите през лятото, спомагат за преработване на въглеродния диоксид и създават запомнящ се архитектурен образ; *Комерцбанк* (фиг. 13) е сред най-забележителните примери за отговорна към природата сграда. Реализирана в края на 20 век, сградата предлага на обитателите си възможност за естествена вентилация, както и просторни атриуми с богато озеленяване.

От първостепенно значение за изпълнението на фасадната конструкция са строително-техническите възможности, въздействията на околната среда, на които трябва да противодейства, изискванията на вътрешната среда, които трябва да удовлетвори, както и реализирането на архитектурната идея. Краткият исторически обзор води до заключението, че фасадната конструкция на високите сгради най-често се изпълнява чрез окачени фасадни конструкции. Този тип техническо решение преобладава в сградната обвивка на съвременните високи сгради и ще бъде обект на изследването по-нататък в текста.



Фиг. 11. Ал-Бахар Тауър, Абу Даби, ОАЕ, 2012

източник: https://in.pinterest.com/pin/713328028457461892/



Фиг. 12. Боско Вертикале, Милано, Италия, 2014, снимка: Thomas Ledl

източник: https://www.thermax.eu/works/bosco-verticale/?lang=en

Фиг. 13. Комерцбанк, Франкфурт, Германия, 1997

източник: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d3/Frankfurt_Commerzbank-Turm.20130904.jpg

3. Сградната обвивка на високите сгради – взаимодействия

Като граничен елемент сградната обвивка е в зависимост както с околната среда, така и със самата сграда. Това дава основание да бъдат разгледани факторите, които ѝ влияят, като външни и вътрешни. Външните и вътрешните фактори поставят изисквания към сградната обвивка, респективно към нейните елементи.

3.1. Външни фактори

Външни фактори са тези, които съществуват независимо от наличието на конкретната сграда. Те се определят от географското местоположение и специфичните въздействия, вследствие от него и градоустройствения контекст. Други външни за сградата фактори са размерът на инвестицията и печалбата, генерирана от нея или с други думи икономическият аспект на строителството, който не е обект на настоящия текст.

Слънчева топлина и светлина

Слънчевата радиация влияе както на микроклимата на сградата, така и на самата сградна обвивка. Количеството топлина, което преминава през фасадната конструкция, има пряко отношение към комфорта на обитаване и към методите за регулиране на микроклимата. Топлинният баланс зависи от фактори като местоположението на сградата, ориентацията ѝ спрямо световните посоки, конструкцията и вида на фасадната обвивка, свойствата на използваните материали, съотношението между плътни и остъклени части, използването на системи за засенчване и вентилация и др. По отношение на самата фасадна конструкция – топлината води до свиване и разширяване на материалите, което би могло да доведе до компрометирането им.

Важни критерии за оценка на остъкляването са:

Коефициент на топлопреминаване (U) – количеството енергия, което преминава през определена площ от стъклото за единица време, при температурна разлика от 1 Келвин. Колкото по-ниска е стойността на този коефициент, толкова по-малки са загубите на топлина през стъклото.

Соларен фактор (SF) – показател за цялото количество слънчева енергия, преминаващо през стъклото. Ниският соларен фактор означава, че през стъклото влиза по-малко от слънчевата топлина и охлаждането е по-лесно.

Светлинно преминаване (TL) – процентното количество светлина, преминало през стъклото, спрямо цялото количество излъчена светлина.

Осигуряването на максимално количество естествената светлина в помещенията е от първостепенна важност. Повече остъкляване означава по-голяма осветеност, но това би могло да бъде в противоречие с регулирането на топлинния поток. За постигане на баланса допринасят съвременните технологии, които позволяват стъклото да пропуска повече светлина отколкото топлина, двойните окачени фасади, интелигентните фасади, които се адаптират според потребностите на обитателите.

Атмосферна вода и влага

Предпазването на сградата от влиянието на атмосферната вода е сред основните задачи на фасадната конструкция. Освен предпазването на вътрешността на сградата от атмосферните води, фасадната конструкция, в частност окачената фасада, трябва контролирано да отвежда водата, която е успяла да проникне през фасадата, извън сградата. Проникването на вода в сградата може да се ограничи чрез уплътнения между профилите на окачената фасада и стъклените ѝ елементи, чрез употреба на дренажни системи, които да извеждат вода или пък кондензиралата влага извън сградата.

Вятър

Окачената фасада е първият елемент от сградата, който поема ветровите натоварвания. С нарастване на височината на сградите влиянието и силата на вятъра се увеличава. Ветровите натоварвания са основен фактор при оразмеряването на профилите на окачената фасада и връзките между тях. Силният вятър може да доведе до движения между отделните елементи на фасадата, а това от своя страна да създаде предпоставки за проникване на въздух и вода в сградата.

Липсата на достатъчно добра въздухонепроницаемост на фасадната обвивка може да доведе до засилване на ***коминния ефект***. Коминният ефект представлява придвижването на въздушни маси между зони с различно налягане, респективно със значителна температурна разлика. Когато движението на въздуха не е контролирано, би могло да има негативно действие върху вътрешните пространства. Работата на асансьорите се възпрепятства – блокира се затварянето на вратите и придвижването на кабината,

предизвикват се големи енергийни загуби, затруднява се отварянето и затварянето на вратите при стълбищната клетка, предизвикват се силен шум в общите части и др.

Шумово замърсяване

Много често, с увеличаването на височината, особено в гъсто застроените зони, градският шум не намалява, а дори в някои случаи последните етажи на високите сгради са изложени на по-силен шум, отколкото първите. Това се дължи на все по-големия брой изцяло стъклени фасади. В сравнение с каменните или клинкерните фасадни облицовки стъклото има нисък коефициент на звукопоглъщане, което води до многократно отражение на градските шумове от фасадите на сградите и предаването им във височина. Влиянието на външния шум в обитаемите помещения би могло да се ограничи чрез прилагането на стъклопакети в структурата на окачената фасада, като различната дебелина на стъклените плоскости води до по-добро абсорбиране на шума. Друго решение е употребата на шумопоглъщащи екрани, като те биха могли да се съчетаят със слънцезащитните елементи.

Сеизмична активност

Осигуряването на сградата срещу земетръс е задача на носещата ѝ конструкция. В съвременните небостъргачи фасадната конструкция е неносещ елемент и като такъв не участва в осигуряването на цялостната устойчивост на сградата срещу сеизмична активност. Въпреки това е необходимо да се вземат мерки за намаляване на щетите и опасността за човешкия живот, които би могла да предизвиква окачената фасада в случаи на земетресение. По време на земетресение сградата е подложена на хоризонтални премествания, които се предават към фасадната обвивка чрез подовите конструкции, към които е закрепена тя. Стъклените плоскости от своя страна имат статическо поведение на повърхнинен конструктивен елемент, но с много по-малка здравина, което води до разрушаването им в следствие на хоризонталните движения. Пропукване на стъклените плоскости и отчупване на парчета от тях са сред най-честите последици за окачените фасади по време на земетресение. Поради тази причина видът на стъклото е от първостепенно значение за намаляване на риска за хората и обектите в съседство.

Терористична атака

Терористичната атака е злонамерено предварително планирано събитие, което може да се осъществи по земя, въздух или дори от вътрешността на сградата. Силата и мястото на атаката няма как да бъдат предвидени, което прави цялата сграда уязвима. По отношение на фасадната конструкция на високите сгради остъклените части от окачената фасада са потенциален обект на атака. Мерките за справяне с евентуални терористични атаки са оптимизиране на плътните и остъклените участъци от фасадата за сгради, които са потенциални мишени или дори изпълнението им с изцяло плътна фасадна обвивка и използването на високоустойчиви материали като например бетонни панели.

Естественото осветление и вентилация обаче са важни фактори за постигането на качествена среда за обитаване – лишаването от тях не винаги е оправдано решение, затова се предвиждат и други мерки за ограничаване на вредите от терористичните атаки. Използването на закалено или ламинирано стъкло е една от тях. Допълнително осигуряване на остъклените зони се постига чрез задържащи системи, които представляват укрепващи профили или стоманени въжета, разположени от вътрешната страна на фасадната конструкция, така че да попречат на взривната вълна да я изтласка навътре в помещението. Подобен е принципът на действие и на противовзривните завеси, които представляват стоманени въжета, разположени от вътрешната страна на големи остъклявания.

3.2. Вътрешни фактори

Вътрешни фактори са тези, които са следствие от изисквания към конкретната сграда – нейната функция, условията на обитаване, архитектурната идея и т.н.

Строително-технически възможности

Едно от най-разпространените решения за ограждащата конструкция на етажните сгради е чрез зидани стени. В съчетание с подходящи финишни материали и системи това решение удовлетворява основните изисквания към фасадната конструкция. Съществен негов недостатък, в контекста на високото строителство, е големият разход на време за изпълнение, наличието на мокри процеси, вертикалният транспорт на строителни материали, опасностите, които възникват по време на работа, голямото собствено тегло и пр. Въпреки това съществуват и примери, изпълнени именно по този начин, но те са представители на т.нар. „ранни небостъргачи“. Мащабни проекти, каквито са високите сгради, изискват прецизност и бързина на изпълнението. По отношение на тези два фактора сглобяемите фасадни конструкции имат безспорно предимство пред зиданите. Колкото по-голяма е степента на завършеност на фасадните елементи преди монтажа им, толкова по-целесъобразно е приложението им в строителството на високи сгради. Сред предимствата на сглобяемите фасадни конструкции са ускоряване на работния процес, намаляване на фактора човешка грешка, спестяване на място на строителната площадка, гаранция за строително-техническите качества на всеки елемент и други. Съществуват различни видове предварително изработени панелни ограждащи стени, които обаче също не удовлетворяват напълно изисквания към фасадната конструкция на високите сгради. Техни основни недостатъци са голямото тегло и не дотолкова добрите топлотехнически характеристики.

Окачените фасадни конструкции отговарят най-цялостно на изискванията към фасадната конструкция на съвременните високи сгради. *Окачена фасадна стена се нарича неносеща външна стена, която представлява непрекъсната защитна обвивка на сградата, разположена извън носещата ѝ конструкция (скелета) и закрепена на нея* [6]. В сравнение с другите видове стени, окачените фасади са с малка дебелина. Изпълняват се предимно от алуминий, пластмаса, стъкло и стъклопакети, топлоизолационни панели, каменни, тухлени, композитни и други облицовки.

Окачените фасади могат да се класифицират според различни техни признаци, като например:

- според технологията на изпълнение
    - колонно-гредова окачена фасада;
    - елементна окачена фасада;
    - точкова окачена фасада;
- според метода на съединяване между елементите:
    - стандартна (капачкова);
    - структурна;
    - полуструктурна;
- според структурата на фасадата:
    - еднослойна;
    - двуслойна (дабъл скин);
    - многослойна.

Пожар

Противопожарните изисквания към високите сгради целят осигуряване на безопасни евакуационни пътища и максимално дълъг период за евакуация на обитателите на сградата и се прилагат по отношение на всички елементи на сградата. Задачите на ограждащата конструкция са свързани с ограничаването на обхвата на огъня и удължаване на времето за разпространението му. Голяма част от съвременните високи сгради са с изцяло или предимно стъклени фасади. Степента на пожароустойчивостта на стъклото е ниска, особено в сравнение с материали като керамичните блокове и бетона, затова при осигуряването на окачената фасада срещу пожар трябва да се предприемат допълнителни мерки. За ограничаване на разпространението на пламъците и дима се предвижда затваряне на пространството между подовата конструкция на сградата и окачената фасада с трудно горими материали. Допълнително забавяне на разпространението на пожара се постига чрез гъсто разположение на елементи от пожарогасителната инсталация в непосредствена близост до фасадата. Освен същинското гасене на пламъците тази мярка допринася и за задържане на температурата на фасадните елементи възможно най-ниска за по-дълго време преди разрушаването им. При двуслойните окачени фасади (дабъл скин) се предвиждат употреба на трудно горими материали в пространството между двата слоя на фасадата, което също забавя разпространението на пламъците във височина.

Освен борбата с огъня, в случай на пожар трябва да се предприемат мерки срещу разпространението на дима, контролираното му отвеждане извън евакуационните пътища и обема на сградата.

Поддръжка и обслужване

Създаването на безопасен достъп до фасадната конструкция е мярка, с която се осигурява възможност за ефективното ѝ поддържане и почистване. При високите сгради интегрирането на система за поддръжка на фасадата е от голямо значение, тъй като възможностите за осъществяване на тази дейност от терена са ограничени. Предвиждането на такива системи след завършване на сградата коства много повече, отколкото ако бъдат предвидени в самото начало на проектирането. С осигуряването на достъп до фасадната конструкция се повишава безопасността за хората, които я поддържат и почистват, а безопасните условия на труд от своя страна повишават коефициента на полезно действие на работниците. Поддържаната и почистена фасада допринася за по-добрия външен вид на сградата, привличането на нови наематели и генерирането на приходи от сградата.

Факторите, които са определящи при избора на система за осигуряване на достъп до фасадната конструкция са:

- височина на сградата;
- геометрични характеристики на сградата;
- вид на фасадните елементи и връзките между тях;
- елементи от фасадата, които подлежат на специфична поддръжка;
- икономически баланс.

Съществуват различни системи за обслужване и почистване на фасадите, в зависимост от начина, по който се осъществява достъпът до фасадата. Следните видове намират най-широко приложение:

- система за поддръжка и почистване (building maintenance unit);
- монорелса;
- временно окачена платформа;

- достъп чрез въжета;
- умни роботи.

Архитектурната идея

При високите сгради архитектурната идея е от първостепенно значение – подобни мащабни обекти имат силно влияние върху заобикалящата ги среда и често се превръщат в символ на мястото. Зад архитектурната идея стои сложен процес на вземане на решения по отношение на контакта на сградата с града, градоустройствените показатели, функцията, конструкцията, обемно-пространствената композиция на сградата и т.н. Резултатът от този процес намира цялостна изява в сградната обвивка и в частност във фасадната конструкция. Чрез фасадната конструкция може да бъде подчертана определена характеристика на сградата и да се подсили въздействието ѝ върху зрителя. От друга страна, функцията, конструкцията, обемно-пространствената композиция на сградата могат силно да повлияят върху вида, начина на изпълнение, естетиката на фасадната конструкция.

На базата на тези фактори и изискванията им към сградата могат да се дефинират следните отношения:

1) среда – сградна обвивка (външни фактори);
2) сграда – сградна обвивка (вътрешни фактори).

Както бе отбелязано по-рано в текста, при високите сгради фасадната конструкция има значително по-голям дял от сградната обвивка, спрямо останалите ѝ елементи. От фасадната конструкция зависят най-силно и качествата на средата на обитаване, както и естетическото въздействие на сградата. Както сградата може да бъде разгледана едновременно като система и като структурен елемент, така и фасадната конструкция може да бъде разглеждана като структурен елемент от системата „сграда“, но и като самостоятелна система със свои собствени структурни елементи. Фасадната конструкция, отделно взета, условно отделена от сградата, може да се разглежда по отношение на своята:

- ❖ собствената структура на фасадната конструкция – съвкупност от елементи, чрез които се реализира пространствено устойчив физически обект с конкретни геометрични и материални характеристики;
- ❖ собствената функция на фасадната конструкция – осъществяването на физическо отделяне на вътрешното архитектурно пространство от заобикалящата го среда, защитаване на вътрешното пространство от външни въздействия, осигуряване на благоприятна среда на обитаване;
- ❖ естетика на фасадната конструкция – подчертаване на обемно-пространствената композиция на сградата чрез фасадната конструкция, изграждане на балансирана композиция между елементите на фасадната конструкция.

4. Въздействия върху сградната обвивка на високите сгради – задачи и мерки

Всеки от тези три аспекта може да бъде разгледан на ниво отношение с околната среда (среда-фасадна конструкция) и на ниво отношение със сградата (сграда-фасадна конструкция). Таблица 1, таблица 2 и таблица 3 показват изискванията, които външните и вътрешните фактори пораждат по отношение на посочените по-горе аспекти на ограждащата конструкция и базовите мерки, които е необходимо да се предприемат за изпълнението на тези задачи.

Таблица 1. Въздействия върху елементите на фасадната конструкция на високите сгради

				Елементи на фасадната конструкция	
				Задачи	Мерки
Отношения	Околна среда ↔ Фасадна конструкция	Външни фактори	Слънчева радиация	Издръжливост на елементите срещу температурни колебания	Изследване на физико-химичните свойства на материалите
			Атмосферна влага и вода	Издръжливост на елементите срещу атмосферна вода и влага	Изследване на физико-химичните свойства на материалите
			Вятър	Приемане, предаване и разпределяне на товари	Изследване на поведението на фасадната конструкция при ветрово натоварване чрез симулации в аеродинамичен тунел
			Шумово замърсяване	Абсорбиране на шума	Употреба на остъкляване с повече от един пласт стъкло
			Сеизмична активност	Приемане, предаване и разпределяне на товари, запазване на целостта на фасадата	Осигуряване на възможност за движение на елементите на фасадната конструкция като се запазва целостта ѝ
			Терористична атака (отвън)	Поемане на екстремни товари, запазване на целостта на фасадата	Осигуряване на елементите на фасадната конструкция да запазят целостта ѝ за максимален период от време. Интегриране на задържащи системи
	Сграда ↔ Фасадна конструкция	Вътрешни фактори	Строително-технически възможности	Избор технология на изпълнение – колонно-гредова, елементна, точкова	Оценка на преимуществата на различните технологии на изпълнение за конкретен обект
			Пожар	Ограничаване на разпространението на огъня	Използване на материали с висок клас на пожаро-устойчивост
			Поддръжка и обслужване	Ремонт или подмяна на компрометирани части от фасадната конструкция	Интегриране на система за поддръжка и обслужване на фасадата
			Архитектурна идея	Реализиране на архитектурната идея Осигуряване на качествена среда на обитаване	Изпълнение на всички мерки по отношение на структурата на фасадната конструкция, без това да води до компромиси с обемно-пространствената композиция на сградата

Таблица 2. Въздействия върху функцията на фасадната конструкция на високите сгради

				Функция на фасадната конструкция	
				Задачи	Мерки
Отношения	Околна среда ↔ Фасадна конструкция	Външни фактори	Слънчева радиация	Регулиране на количеството слънчева радиация, което попада в сградата	Употреба на слънцезащитно стъкло. Интегриране на слънцезащитни елементи. Дабъл скин фасадни системи
			Атмосферна влага и вода	Защита на вътрешното пространство от проникване на вода и влага	Интегриране на дренажна система във фасадната конструкция и допълнителни уплътнения. Качествено изпълнение на връзките и уплътненията между елементите
			Вятър	Осигуряване на въздухоне-проницаемост	Качествено изпълнение на връзките и уплътненията между елементите
			Шумово замърсяване	Изолиране на вътрешното пространство на сградата от външните шумове. Намаляване на ефекта на „градските каньони“	Употреба на материали с добри шумопоглъщащи свойства
			Сеизмична активност		
			Терористична атака (отвън)	Завишена защитата от терористичен акт в определена зона	Масивна фасадна конструкция – без или със минимална площ на прозорците
	Сграда ↔ Фасадна конструкция	Вътрешни фактори	Строително-технически възможности	Създаване на физическа граница между вън и вътре	Използване на подходяща за конкретния случай окачена фасадна конструкция – еднослойна, двуслойна
			Пожар	Запазване на целостта на фасадната конструкция. Осигуряване на безопасни евакуационни пътища	Разделяне на фасадата на сектори, така че да се ограничи разпространението на пожара. Интегриране на пожарогасителна система във фасадната конструкция
			Поддръжка и обслужване	Осигуряване на добър вид на фасадната конструкция, регулярно почистване и поддръжка	Интегриране на система за поддръжка и обслужване на фасадата
			Архитектурна идея	Реализиране на архитектурната идея. Осигуряване на качествена среда на обитаване	Изпълнение на всички мерки по отношение на функцията на фасадната конструкция, без това да води до компромиси с обемно-пространствената композиция на сградата

Таблица 3. Въздействия върху естетиката на фасадната конструкция на високите сгради

				Естетика на фасадната конструкция	
				Задачи	Мерки
Отношения	Околна среда ↔ Фасадна конструкция	Външни фактори	Слънчева радиация	Решаване на задачите, касаещи структурата и функцията на фасадната конструкция, като същевременно се създава хармоничен архитектурен обект	Изследване и избор на подходяща слънцезащитна система
			Атмосферна влага и вода		
			Вятър	Създаване на форма, която да намалява влиянието на ветровото натоварване	Изследване на поведението на обема на сградата при ветрово натоварване чрез симулации в аеродинамичен тунел; косвено влияние върху фасадната конструкция и нейните елементи
			Шумово замърсяване	Решаване на задачите, касаещи структурата и функцията на фасадната конструкция, като същевременно се създава хармоничен архитектурен обект	Изследване и избор на подходящи материали – например клинкерът има по-добри шумопоглъщащи свойства от стъклото
			Сеизмична активност		
			Терористична атака (отвън)	Решаване на задачите, касаещи структурата и функцията на фасадната конструкция, като същевременно се създава хармоничен архитектурен обект	Изследване на съотношението между плътни и остъклени участъци и избор на конкретна задържаща система
	Сграда ↔ Фасадна конструкция	Вътрешни фактори	Строително-технически възможности	Подчертаване на естетическите качества на обемно-пространствената композиция на сградата	Начин на свързване между носещата конструкция и фасадната конструкция. Начин на съединяване между елементите на фасадата – капачкова, структурна, полуструктурна окачена фасадна конструкция
			Пожар		
			Поддръжка и обслужване	Решаване на задачите, касаещи структурата и функцията на фасадната конструкция, като същевременно се създава хармоничен архитектурен обект	Изследване и избор на подходяща система за поддръжка и обслужване; интегриране на системата към обема/фасадната конструкция на сградата
			Архитектурна идея	Реализиране на архитектурната идея	Изследване на взаимодействието на сградата с околните сгради и пространства

5. Заключение

Фасадната конструкция на високите сгради заема значителна част от сградната обвивка, което я прави важна за това как изглежда сградата. Направеният исторически преглед демонстрира значението ѝ и начина, по който се е развивала в годините. Освен с естетическа функция, фасадната конструкция е натоварена и с редица строително-технически изисквания. Познаването и отчитането на факторите, които влияят върху трите основни аспекта на фасадната конструкция, е от ключово значение за решаване на проблемите ѝ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rechnik na bylgarskiq ezik. https://ibl.bas.bg/rbe/, poseten na 15.12.2022.
2. *Kutova, G.* Sgradnata obvivka na 21-vi vek. Sofia, Propeler, 2020, ISBN978-954-329-604-6.
3. *Dimitrov, A.* Energiq v sgradnata obvivka. Sofia, 2011, Prof. Marin Drinov.
4. *Angelov, Ch.* Sgradostroitelstvo. Sofia, 1987, Tehnika, ISBN 954-03-0550-0.
5. Whole building design guide. https://www.wbdg.org/, poseten na 15.12.2022.
6. *Petrov, P., Stoytchev, G.* Sgradostroitelstvo. 1986, Tehnika, Sofia.
7. *Howeler, E.* Skyscraper: Designs of the Recent Past and for the Near Future. Thames & Hudson, 2003, ISBN-13:978-0500284469.
8. *Sarkisian, M.* Designing tall buildings: structure as architecture. Routledge, 2016, ISBN 978-1-138-88671-1.

BUILDING ENVELOPE OF TALL BUUILDINGS. SPECIFIC INFLUENCES AND DEPENDENCIES

G. Ganchev[1]

Keywords: *tall buildings, high-rise, building envelope, façade*

ABSTRACT

Building envelopes are among the most distinctive features of tall buildings. Designing the building envelope may be a great challenge since it is directly perceived by the spectator. On the other hand, the building envelope is a crucial factor in providing an effective performance of the building. For the purpose of this study the term *building envelope* will be examined and specified. Part 2 of the paper traces back the development of the facade of tall buildings in the scope of its construction and technical aspects. Part 3 discusses the interaction of the façade and some internal and external factors. Part 4 represents the influence of these factors on the structure, function and aesthetics of the façade.

[1] Gancho Ganchev, Arch., PhD student, Dept. “Technology of Architecture”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd, Sofia 1046, e-mail: gganchev5@gmail.com