

Выводы. Широкое применение трубобетонных конструкций сдерживается отсутствием нормативных документов по их проектированию и расчету. Несмотря на весьма обстоятельные исследования в этой области, надо признать, что до сих пор нет надежной и приемлемой для практического использования расчетной модели трубобетонного сечения в предельном состоянии, адекватно отражающей его специфические особенности.

Использование именно этой конструктивной системы дает огромные возможности архитекторам для разработки самых необычных зданий и сооружений, практически без ограничений, позволяя воплотить в жизнь самые смелые объемно-планировочные решения.

Трубобетонные конструкции экономичны. Их применение уменьшает вес сооружения в 2 – 3 раза, трудозатраты – в 4 – 5 раз, стоимость в 2 – 3 раза по сравнению с железобетонными. По сравнению с металлическими конструкциями при незначительном увеличении веса достигается существенное уменьшение стоимости (до 40 %) и расхода стали (в 2 – 3 раза).

Прекрасные конструкционные и строительно-технические свойства трубобетона позволяют применять его в самых различных областях строительства: мостостроении, строительстве метро, промышленных, жилых и общественных зданий различной этажности.

Поэтому можно сделать вывод, что дальнейшие исследования в этой области необходимы, полезны и перспективны.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Кикин А.** Конструкции из стальных труб, заполненных бетоном / А. И. Кикин, Р. С. Санжаровский, В. А. Трулль // М. : Стройиздат, 1974 г. – 144 с.
2. **Турчин Л.** Трубобетон: строим в два раза быстрее, легче, экономичней, надежней / Л. Турчин, Блог Леонида Турчина // Режим доступа: <http://blog.liga.net>
3. **Иванов А.** Трубобетонные конструкции / А. С. Иванов // Железобетонные изделия и конструкции. – 2011. – № 10. – С. 13.
4. **Хамиев Р.** Трубобетон – технология будущего / Р. Хамиев // Строительный вестник. Элек. Издание // Режим доступа: <http://subscribe.ru/archive/build.gsv/200702/28114728.html>
5. **Кикин А.** Конструкции из стальных труб, заполненных бетоном. / А. И. Кикин, Р. С. Санжаровский, В. А. Трулль. М. : Стройиздат, – 1974.
6. **Лукша Л.** Прочность трубобетона / Л. К. Лукша. – Минск : Высшая школа, 1977. – 96 с.
7. **Горев В.** Металлические конструкции / В. В. Горев, Б. Ю. Уваров, В. В. Филиппов // В 3т. Т.2. Конструкции зданий: учеб. для строит. вузов и др. – М. : Высшая школа, 1999. – 528 с.
8. **Горев В.** Металлические конструкции / В. В. Горев, Б. Ю. Уваров, В. В. Филиппов // В 3т. Т.1. Элементы конструкций: учеб. для строит. вузов – М. : Высшая школа, 2004. – 551 с.
9. **Шуллер В.** Конструкции высотных зданий / В. Шуллер. – М. : Стройиздат, 1979. – 248 с.

УДК 728.2:693.97.001.63:69.059.7

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРЫ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ И АРХИТЕКТУРНЫХ КОМПЛЕКСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАЛЬНЫХ КАРКАСОВ

О. В. Разумова, доц., к. т. н.

Ключевые слова: *формообразование, конструктивная схема, стальной каркас высотных зданий, архитектурно-пространственная и функциональная организация зданий*

Введение. Анализ опыта архитектурно-пространственного проектирования и конструирования архитектурных форм с использованием стальных каркасов в Европе и за океаном показал, что его принципы будут актуальными на протяжении еще многих лет. И еще более актуальными они будут при использовании именно стальных каркасов повышенной прочности для формирования архитектуры зданий и сооружений.

Каркас здания представляет собой систему, состоящую из несущих стоек или колонн, опирающихся на них перекрытий, покрытий и связей, обеспечивающих неизменяемость пространственной геометрической формы и устойчивость здания.

Использование каркаса резко снижает массу здания. А возведение высотных зданий в современных условиях невозможно без стального каркаса. Главное преимущество каркасных домов состоит в том, что у архитектора появляется свобода выбора объемно-планировочных решений.

С развитием цивилизации металлический каркас становился все сложнее, появлялись новые инженерные решения, конструктивные элементы. Каркасные системы становились более эффективными. Усложнялись решения и жизнеобеспечивающих систем в объеме каркасного здания. Проектирование каркасов велось с учетом различных природно-климатических условий.

Анализ публикаций. В мировой и отечественной практике проектирования многоэтажных каркасных домов наиболее известны рамная, рамно-связевая, связевая, сборно-монолитная, ствольная конструктивные системы, а также применяется каркасно-вантовая конструктивная система с предварительно напряженными вантами, каркасная система с подвесными этажами, пневматические многоэтажные каркасные системы зданий и др. На рисунке 1 отражена классификация конструктивных схем многоэтажных зданий с использованием металлического каркаса.

Именно в высотном классе наиболее ярко выражены инженерно-строительные идеи и достижения человечества в области использования возможностей стальных каркасов.

Цель статьи. Сформулировать основные направления развития архитектурно-пространственной и функциональной организации зданий, в строительстве или реконструкции которых были использованы стальные каркасы.

Характерной особенностью высотных зданий, в отличие от домов нормальной этажности, является существенное влияние горизонтальной ветровой нагрузки. Для обеспечения прочности и необходимой жесткости используются различные приемы: рамные, рамно-связевые, связевые и пространственно-связевые каркасные конструктивные схемы, а также бескаркасные с несущими стенами (рис. 2).

Первой была применена рамная каркасная конструктивная схема. Рамная конструктивная схема использовалась при возведении здания Мак Гроу Хилл в США (рис. 3 б), здания на Смоленской площади в Москве (рис. 3 а) и др. Рамная конструктивная схема обычно применяется в зданиях с мощными внешними стенами. В начале 1950-х широкое применение получили рамно-связевые и связевые каркасные системы с железобетонными диафрагмами и ядрами жесткости, что позволило перейти на систему навесных стен. Сравнительно ограниченное применение рамного каркаса в нынешние времена связано с низким уровнем унификации элементов рам, преобладанием ручных операций при создании «рамности» узлов. При этом рамный каркас создает целый ряд ограничений на планировку сооружения. Поэтому он в большинстве случаев применяется в административных и, в редких случаях, в жилых зданиях.

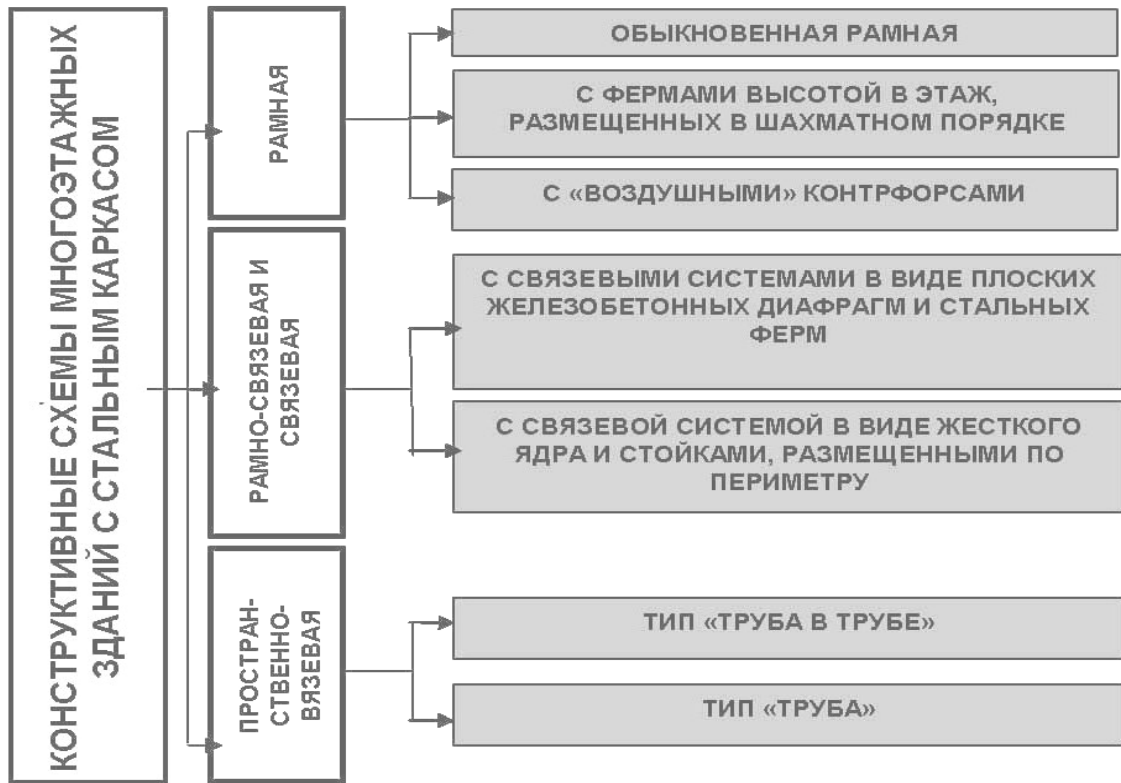


Рис. 1. Конструктивные схемы многоэтажных зданий с использованием стальных каркасов. Общая классификация

Обыкновенная рамная схема высотных зданий	Схема с связевой системой в виде жесткого ядра и с стойками, размещенными по периметру	Схема с связевыми системами в виде плоских железобетонных диафрагм и стальных ферм	Схема высотных зданий типу "tube in tube" ("труба в трубе")	Схема высотных зданий типу "tube" ("труба")

Рис. 2. Самые распространенные конструктивные схемы стальных каркасов высотных зданий

В 1960-е была отработана идея конструктивного решения каркаса многоэтажных зданий с применением ферм или ригелей высотой в этаж, которые устанавливаются как в одном уровне,

так и шахматном порядке в двух смежных рамах. При строительстве стальных каркасов для этой конструкции требуется на 40 % меньше стали, чем при строительстве традиционных рамных каркасов. Примером здания с конструктивной схемой этого типа является гостиница «Россия» в Москве (рис. 3 з), где балки расположены в одном уровне, а в крайних пролетах – трехпролетные рамы каркаса. Балки высотой в этаж применены в каркасе 16 – этажного здания Дома народных художественных промыслов в Киеве.

В зарубежной практике высотного строительства наиболее интересными являются связевые системы зданий «Касумигасеки Косо» в Японии и гостиницы «Кейа Плаза». В этих домах применены плоские диафрагмы с вертикальными прорезями. Этим самым увеличивается почти в 10 раз податливость связевых систем на сдвиг и снижается уровень сейсмических нагрузок.



а – Дом на Смоленской площади, Москва



б – Дом Мак Гроу Хилл в США



в – Марина-Сити в Чикаго, США



г – Гостиница «Россия», Москва



д – Международный торговый центр в Нью-Йорке, США



*е – Джон Хенкок Центр,
Сан-Франциско*



*ж – «Алко Билдинг» в Сан-
Франциско*



*и – «Брунсуик Билдинг»
в Чикаго*

Рис. 3. Примеры использования разных конструктивных схем стальных каркасов: а – рамная каркасная схема; б – рамно-связевая схема; в – связевая схема; г – конструктивная схема «труба»; д – конструктивная схема «труба в трубе»

В двух жилых 64-этажных домах-башнях Марина-Сити в Чикаго (рис. 3 в), 40-этажных административных зданиях КВС в Нью-Йорке и концерна «Юнилевер» в Гамбурге применены связевые пространственные системы различной формы в плане: круглые, прямоугольные, овальные и треугольные соответственно.

Также в США получила распространение конструктивная схема высотных зданий типа «tube» («труба») и «tube in tube» («труба в трубе»), применяется эта система независимо от того, сталь или железобетон применяется как материал для каркаса здания.

К указанным типам могут быть также отнесены каркасы, в которых колонны, соединенные между собой мощными вертикальными связями, размещены с внешней стороны стен дома. Образованные таким способом внешние фермы хорошо воспринимают как вертикальные, так и горизонтальные нагрузки (имеют минимальные горизонтальные прогибы). По расходам металла такие системы также достаточно эффективны.

Для очень высоких зданий каркасом может служить двухслойная пространственная стержневая оболочка (структура) из стальных труб большого диаметра, охватывающая здание с внешней стороны. Дом, расположенный внутри оболочки, состоит из многоэтажных блоков, каждый из которых крепится к специальным решетчатым фермам – диафрагмам каркаса оболочки, и работает только на вертикальные нагрузки, так как горизонтальные воспринимаются стержневой оболочкой. По такому принципу предполагалось строительство в Чикаго 150-этажного здания высотой 505 м.

В зданиях-близнецах Международного торгового центра в Нью-Йорке (рис. 3 д) высотой 417 и 415 м в основу конструктивного решения положена коробчатая система, при которой все горизонтальные нагрузки воспринимаются пространственной решеткой наружных стен. Конструкции центрального лестнично-лифтового ствола воспринимают только часть вертикальных нагрузок от перекрытий и образован он 240 стальными колоннами и стальными подоконными обвязочными балками, высота которых 132 см. В 1969 г. в Чикаго закончено строительство 100-этажного административно-торгового комплекса «Джон Хэнкок Центр» высотой 344 м. В этом здании также использована конструктивная схема по типу трубы. Однако она отличается от предыдущих тем, что если там решетка наружных стен безраскосная, а тут именно – раскосная. Общей для всех высоких зданий мира, за исключением «Эмпайр», является трубная конструктивная схема, которая отличается в разных сооружениях лишь решеткой наружных стен.

Решетка наружных стен состоит из колонн и подоконных перевязочных балок, безраскосно она выполнена в зданиях Международного торгового центра; многосекционно – в здании

страховой компании «Сирс Тауэр» (443 м), тут также помимо внешней решетки включены межсекционные решетчатые стены-диафрагмы; раскосно – в здании «Джон Хэнкок Центр» (рис. 3 е) и в здании «Алко Билдинг» в Сан-Франциско (рис. 3 ж). Рассматриваются проекты высотных зданий, в которых решетки наружных стен выполнены двухпоясными в виде пространственной фермы из стальных труб.

Конструктивная схема «труба в трубе» впервые была применена в 38-этажном административном здании «Брунсуик Билдинг» (рис. 3 и) высотой 145 м в Чикаго. Она отличается от трубной конструктивной схемы наличием второй внутренней несущей системы. Таким образом, в этой конструктивной схеме все горизонтальные и вертикальные нагрузки воспринимаются внутренними и внешними трубными системами. Совместная их работа при горизонтальной нагрузке обеспечивается ростверком, расположенным в уровнях технических этажей. За счет совместной работы внешней и внутренней систем жесткость сооружения повышается на 30 – 50 % по сравнению с рамно-связевыми и связевыми системами.

Вместе с упомянутыми каркасными зданиями с начала 1960-х годов начинает развиваться совершенно новый класс домов с подвесными этажами. В 1963 г. в Антверпене построена 14-этажное здание, имеющее висячую конструкцию. В этом здании подвеска балок перекрытия осуществлена до центрального ядра, состоящего из 8 пар стальных колонн.

Другое направление связано с подвеской на центральное ядро, выполненное из железобетона и наверху заканчивающееся плитой. В верхней плите выведены консоли в двух направлениях, чем обеспечивается одинаковый пролет перекрытий. По такой схеме построено здание Федерального Банка в ЮАР. Высота здания превышает 120 м.

В начале 1970-х определилось новое направление в развитии подвесных конструкций многоэтажных зданий. В этом случае подвеска осуществляется по типу моста. По этому принципу сконструировано здание таможни в Нью-Йорке, здание федерального банка в Миннеаполисе, проект здания биржи в Нью-Йорке.

Более сложными являются конструктивные схемы Универсальной башни в Неаполе и жилого дома на Зеленом острове в Гренобле. Универсальная башня в Неаполе (проект) – сооружение высотой 400 м выполняет назначение административного и жилого дома, места работы и отдыха. Бетонная оболочка конструкции состоит из правильных призм с треугольной основой, сторона которой равна 10 м. Эта конструкция, жесткость которой обеспечивается ее геометрической формой, служит основанием для нескольких шестиугольников. Башни на Зеленом острове в Гренобле в плане напоминают ромб с усеченными углами, размером 20 × 40 м. Все нагрузки воспринимаются внутренними продольными и поперечными стенами.

В СССР применялась практика строительства зданий высотой 27 этажей с внутренними и внешними несущими стенами из вибропрокатных панелей. В практике мирового строительства есть сооружения, в которых несущие стены выполнены в виде отдельных ядер, несущих все вертикальное и горизонтальное нагрузки, а перекрытия опираются только на эти ядра. Так, административный центр компании «Найтс оф Коламбус» в Нью Хейвене является сооружением высотой 97,5 м, 24 этажа которого опираются на центральное лифтоволестничное ядро и на четыре цилиндрические башни, расположенные по углам и выполненные в монолитном железобетоне.

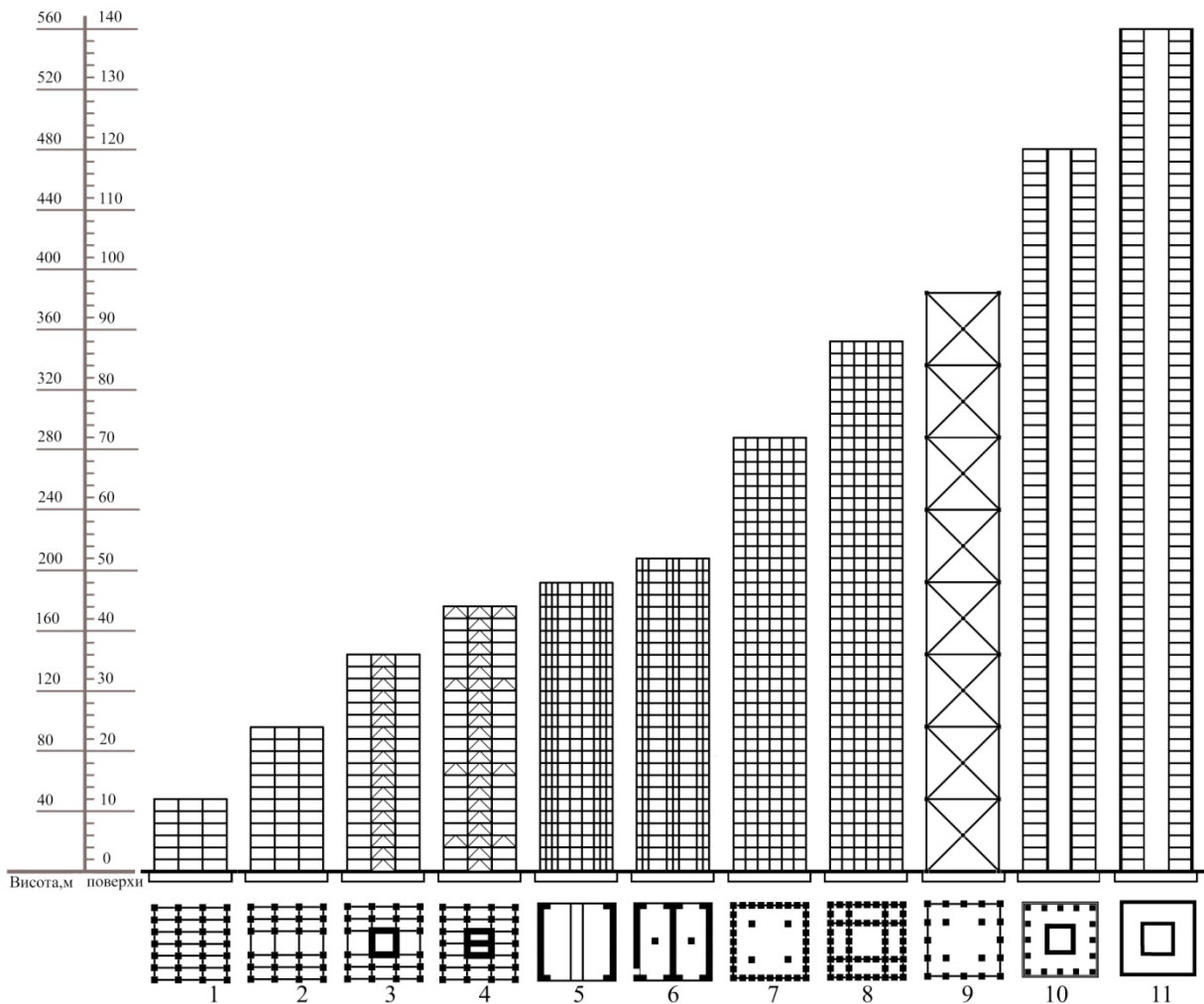


Рис. 4. Оптимальные конструктивные схемы высотных зданий в зависимости от их высоты и этажности:

- 1 – каркасная схема с гибкими узловыми соединениями;
- 2 – каркасная схема с жесткими узловыми соединениями;
- 3 – каркасная схема с диафрагмами жесткости в границах стен центрального ствола;
- 4 – каркасная схема с решетчатыми связями жесткости;
- 5 – схема с диафрагмами жесткости в плоскости внешних стен;
- 6 – схема с дополнительной поперечной диафрагмой жесткости;
- 7 – коробчатая (оболочковая) схема;
- 8 – многосекционная коробчатая схема;
- 9 – каркасная схема с внешними пространственно-раскосными решетками;
- 10 – каркасная схема «труба в трубе»;
- 11 – каркасная схема с центральным стволом жесткости и пространственной оболочкой

Каждая из рассмотренных конструктивных схем экономически целесообразна для дома определенной высоты. На рисунке 4 приведены данные, характеризующие области целесообразного применения различных конструктивных схем. Эти данные следует считать ориентировочными, так как они основаны на анализе конкретных объектов и учитывают их технико-экономические показатели. Показателем экономической эффективности при построении данной схемы принят расход стали в кг на м² полезной площади домов.

Поскольку условия строительства крайне разнообразны и весьма конкретные для каждого отдельного дома, а конструктивные системы имеют свои особенности, то выбор и применение конструктивной системы должны быть творческими. Используя комбинации систем, дополняя их полюсами жесткости, пространственными ростверками, а также используя другие инженерные решения, обеспечивая тем самым взаимодействие конструкций, можно существенно расширить область рационального применения исходной системы, тем самым разнообразить архитектурно-планировочные решения.

Одной из важных черт домов повышенной этажности является их многоцелевое использование, а это усиливает необходимость в планировочной и пространственной гибкости объемно-планировочных решений. Проектирование и строительство домов повышенной этажности является сложной инженерной задачей, связанной с рядом архитектурно-планировочных, градостроительных, конструктивных и других проблем, требующих дальнейшего изучения.

Повышение высоты зданий приводит к поискам наиболее рациональных архитектурно-планировочных и оптимальных конструктивных решений. Естественно, появляется необходимость создания принципиально новых типов многоэтажных домов, обладающих высокими эксплуатационными и экономическими качествами: эстетичностью, архитектурной выразительностью, капитальностью, надежностью, высокой технологичностью и другими, этот сложный и достаточно долгий процесс и является формообразующим.

К главным принципам формирования архитектуры фасадов с использованием стальных каркасов повышенной прочности и сейчас, и в будущем следует отнести:

- формирование архитектуры каркасами-решетками;
- создание архитектуры с использованием комбинаций несущих каркасов и навесных фасадов;
- образование архитектуры и архитектурных форм за счет выносных стальных каркасов.

К формированию архитектуры каркасами-решетками следует относить каркасные сооружения, фасады которых состоят из равномерной решетки, или сетки, с выступающими одинаковыми вертикальными и горизонтальными элементами членения фасада, где углубленные окна и подоконные стеновые панели играют во внешнем облике зданий второстепенную роль. Расстояние между вертикалями составляет, как правило, 1,6 – 1,8 м, что делает возможным делать градацию ширины помещений кратной расстоянию между осями. При этом зрительно нельзя установить, где главные и где второстепенные колонны и как распределяется нагрузка от перекрытий между колоннами; это можно выяснить только по колоннам, расположенным в подвале здания, где до фундамента доходит лишь каждая вторая или третья колонна фасадной решетки. Эта решетка либо опоясывает весь корпус здания, либо заканчивается на одном из глухих простенков, выступающих перед фасадной стороной.

Решетчатые фасады стали применять в Швейцарии, Германии, Италии и Скандинавии в 1940 – 1960 годах. И если сначала использование таких фасадов ассоциировалось с поиском новых выразительных форм каркасных зданий (здания архитектора Х. Сальвисберга), то сегодня эта архитектура не имеет такого облика, как в середине XX века. Это произошло потому, что в известных решениях решетчатых фасадов вертикали не воспринимаются как несущие стойки, а горизонтالي – как балки и перемычки, но они являются только повторением оконных обрамлений.

Естественно, что архитектуру каркасов-решеток можно и в XXI веке развивать, как и прежде, в двух главных направлениях с учетом предыдущего опыта. Первое – это подчеркивать структурно-пластичные проработки фасадов или моделировать весь строительный объем (например, как это было в проектировании Бекбей-центра в Бостоне, в доме Пирелли в Милане, в высотных домах в Дюс-Сальдорде). Второе – это устройство сплошной плоскостной облицовки стальными каркасами навесных фасадов. Такая облицовка позволяет воспринимать стальные каркасные структуры только как ритм оконных, дверных стоек, что в эстетично-эмоциональном смысле оказывает не менее сильное воздействие, чем только решетчатый фасад. Но наиболее перспективным направлением формирования архитектуры каркасами-решетками можно признать синтез первого и второго направлений, когда каркасы-сетки в одно и то же время являются несущими, ограждающими, «омывающими» как супрематические формы зданий в виде кубов, шаров, параллелепипедов, так и криволинейных, сфероподобных форм зданий и сооружений, а также тех, что имеют форму яйца.

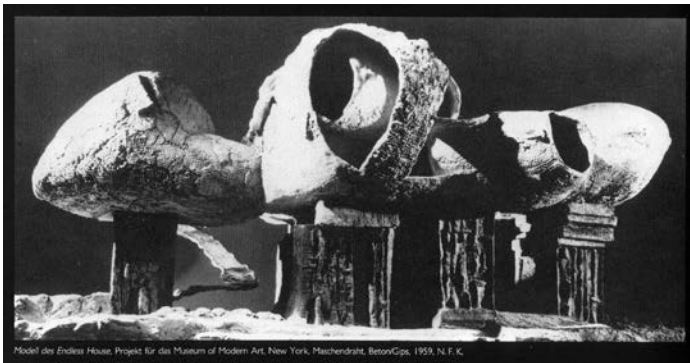
Иными словами, это направления, формальными решениями которых увлекался еще всемирно известный архитектор Ф. Кизлер. Эти решения Кизлер развивал в своей проектно-экспериментальной практике довольно долго – начиная с 1926 года, когда появились проекты, макеты, эскизы, рисунки, скульптура, модели его «бесконечных» зданий, театров, музеев, жилья, где сосуществуют неразделимо все главные конструктивные части зданий – потолки, стены, полы. Именно таким образом, наследуя Кизлера, обыгрывали названные конструктивные идеи Ганс Холляйн и архитекторы из бюро Кууп Химмельбау (рис. 5).



а



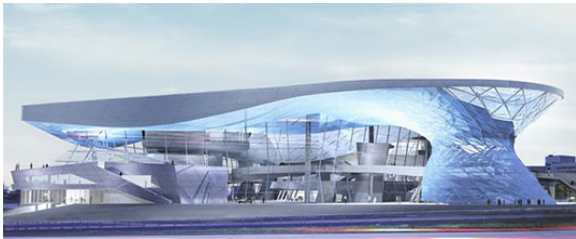
б



в



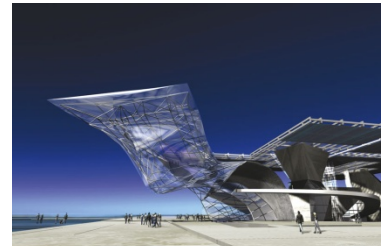
г



д



е

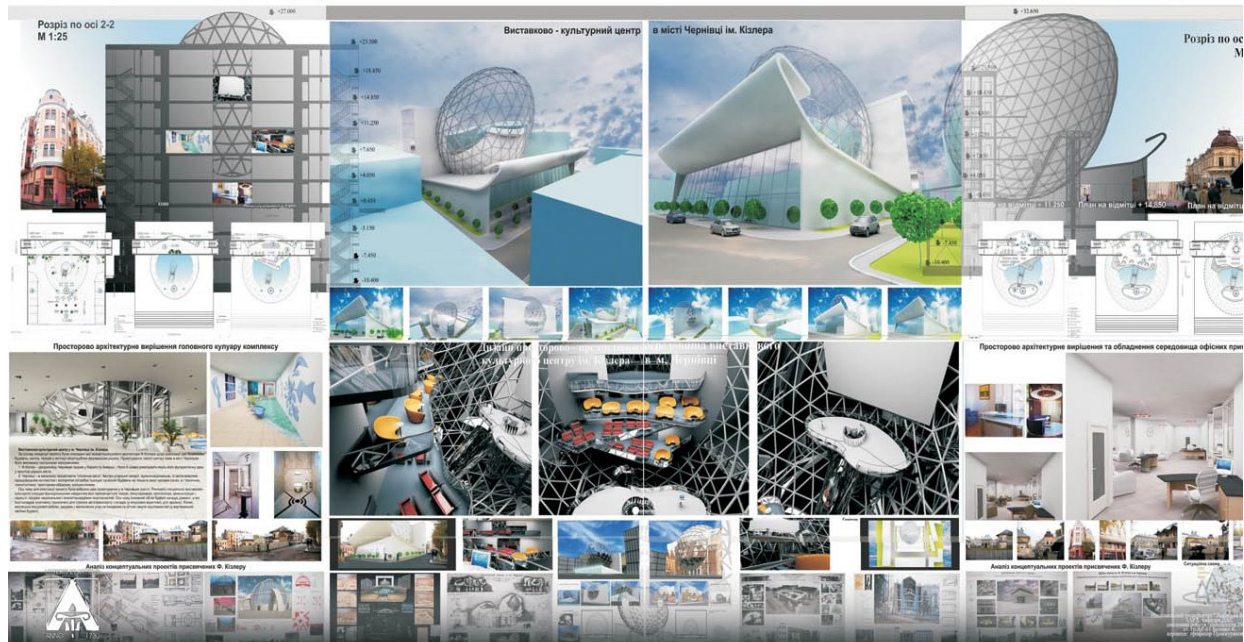


ж

Рис. 5. Принцип «омывающего» формообразующего стального каркаса в архитектурной практике Ф. Кизлера и Кууп Химмельбау (Австрия): а – Ф. Кизлер (1890 – 1965); б – эскиз «Бесконечного дома»; в – модель «Бесконечного дома»; г – интерьер «Храма книг» в Израиле; д – BMW-центр в Мюнхене, ФРГ; е – интерьер музея «Akron Art Museum», США; ж – развлекательный центр «JVC Entertainment Center», Мексика

С конца 1950-х годов XX столетия проявилось тяготение к решениям «стена-экран» или навесной стены из стекла и металла, которая к тому времени завоевала признание в США и начала проникать во все страны. Этот принцип нельзя безоговорочно считать импортируемым из США, он имеет и европейские корни, где постепенно развивался и осуществлялся переход от обычного заполнения несущего сетчатого каркаса к фасаду-экрану, решетка фасада была взломана и расширена, вертикальное членение несущих колонн ограничено. Расширяющиеся простенки, подоконные участки стен и окна заполнялись материалами, применяемыми в наружных стенах многоэтажных зданий, – металлом и стеклом, деревом и стеклом или другими комбинациями, что предвосхитило будущие направления; вертикальные элементы отступили за фасад, от несущего каркаса остались видными лишь полосы перекрытий; фасадные элементы превратились в горизонтальные полосы. Все это сформировало принцип применения навесных стен, при котором несущий каркас полностью скрыт навесным фасадом. Применение навесных

стен означало новый период в развитии каркасного строительства. Однако навесная стена – не единственная возможность развития, она представляет собой только дальнейший шаг в расширении конструктивных и формальных возможностей архитектуры.



*Рис. 6. Проект «Діамант-центра» в г. Чернівці, НУ «Львівська політехніка»
(автор – студ. К. Белова, керівник – проф. В. І. Проскураков,
консультант – к. т. н. О. В. Разумова)*

Начало архитектуре зданий со стальными конструкциями-каркасами было положено Людвигом Мис ван дер Роэ в Чикаго, о чем уже упоминалось. Именно он разработал план застройки территории Иллинойского технологического института и осуществил наиболее важные части этого плана. Основу плана зданий составляла квадратная модульная сетка; ее организующее начало и основной шаг 7,2 м были закреплены в конструкции стального каркаса, которая своей темной окраской резко выделялась на фоне остекления и светлой кирпичной кладки глухих стеновых поверхностей. Конструктивная система не была жестко регламентированной, в большинстве случаев несущие каркасы зданий соответствовали функциональным требованиям и изменяющемуся характеру строений: двух- и трехэтажных зданий, комбинированных учебных и зальных помещений, образующих большие объемы. Каждая структурная деталь (решения углов, окон, узловых соединений) скрупулезно была проработана и оформлена. Влияние Мис ван дер Роэ на международную архитектуру значительно возросло после того, как им была разработана новая структурная концепция для высотных домов. Архитектура небоскребов из металла была значительно сложнее, чем архитектура низких институтских зданий.

Первым шагом в использовании каркасов был проект двух высотных жилых домов Мис ван дер Роэ на Лейк-Шор-Драйв в Чикаго (1949 – 1950 гг.). В плане оба здания имеют классические пропорции (3 : 5), несущие колонны стального каркаса установлены по квадратной сетке с шагом 6,4 м. Стальной каркас выявлен искусственным приемом: колонны из широкополочных двутавров обетонированы до квадратного сечения, которое, в свою очередь, охвачено оцинкованными и сваренными между собой стальными листами. Они не только образуют металлическую облицовку, но и дополнительно повышают жесткость стального каркаса и уменьшают колебания здания при ветровой нагрузке. Торцы перекрытий также обшиты стальными листами. Основная структура фасадной плоскости закрыта выступающей вперед системой вертикального членения с второстепенными колоннами, проходящими через все верхние этажи. Четыре второстепенные колонны приходятся на одну второстепенную колонну; их интервал 1,6 м является модулем, определяющим ширину окон и ритм простенков. Второстепенные колонны оставлены без огнезащитной оболочки, так как они не несут нагрузки и стоят за пределами фасада; они воспринимают только ветровое давление и служат для

укрепления алюминиевых профилей, которые окаймляют глухое остекление.

Однако эти здания были небольшим шагом в развитии принципа формирования архитектуры как комбинации несущих каркасов и навесных стен на фасадах. Более того, один из таких способов строительства с использованием алюминиевых панелей очень быстро исчерпал себя, превратился в фасадный штамп, фасадную упаковку – хотя был сравнительно простым, экономичными технологически простым. Вот почему и сейчас, и в будущем, возможно, актуальной остается архитектура реечной навесной стены, где фасадные детали и панели превращены в разнообразные компактные сетки из реек, тогда как все остальные изготовлены из стекла. С формально-архитектурной точки зрения такая архитектура фасадов интересна хотя бы тем, что несущие каркасы заходят достаточно глубоко в здание и днем почти не просматриваются, а ночью являются основной темой игры света и теней.

Резервом для архитектурных решений этого принципа в Европе и Украине можно считать не сокрытие за навесной ширмой в один этаж, обогащенной различными комбинациями материалов и профилей панелей-каркасов несущих железобетонных каркасов, а наоборот, демонстрацию несущих стальных каркасов как специальных архитектурных решений в виде наружных колонн, которые прорисованы в навесных панелях, стенах, или же демонстрацию торцов консолей, ригелей, к которым подвешены стены-панели на продольных сторонах. Попытки внедрить идеи этого принципа реализовались автором непосредственно, и в его консультациях, и в архитектурных решениях – в частности, в проектах универсальных центров на въездных магистралях и внутреннем кольце г. Киев, созданных студентами-архитекторами: Д. Яремой, И. Копыляком, Я. Боднаром, С. Ивановым, В. Лозицким, Д. Францкевичем, Т. Клюбой, Т. Боднаром, О. Фляк и др. (под руководством проф. В. Проскуракова). Идея создать серию таких проектов была инициирована Украинской академией архитектуры как средство решения транспортной проблемы города в целом, а также обеспечения его обслуживающими, административными, офисными, культурными и рекреационными площадями.

Архитекторы Д. Ярема, И. Копыляк и В. Лозицкий использовали стальные каркасы повышенной прочности в проектных предложениях центров на пересечении Броварского проспекта и Братиславской улицы, а также в предложении такого центра на Богатырской улице. В первом случае авторы использовали стальные каркасы практически во всех зданиях комплекса и, в первую очередь, в высотном здании офисного назначения, которое было решено в виде круглой в плане стеклянной башни, несущий и ограждающий каркасы которой были спрятаны за обрамленными металлом стеклянными панелями (рис. 7 а).

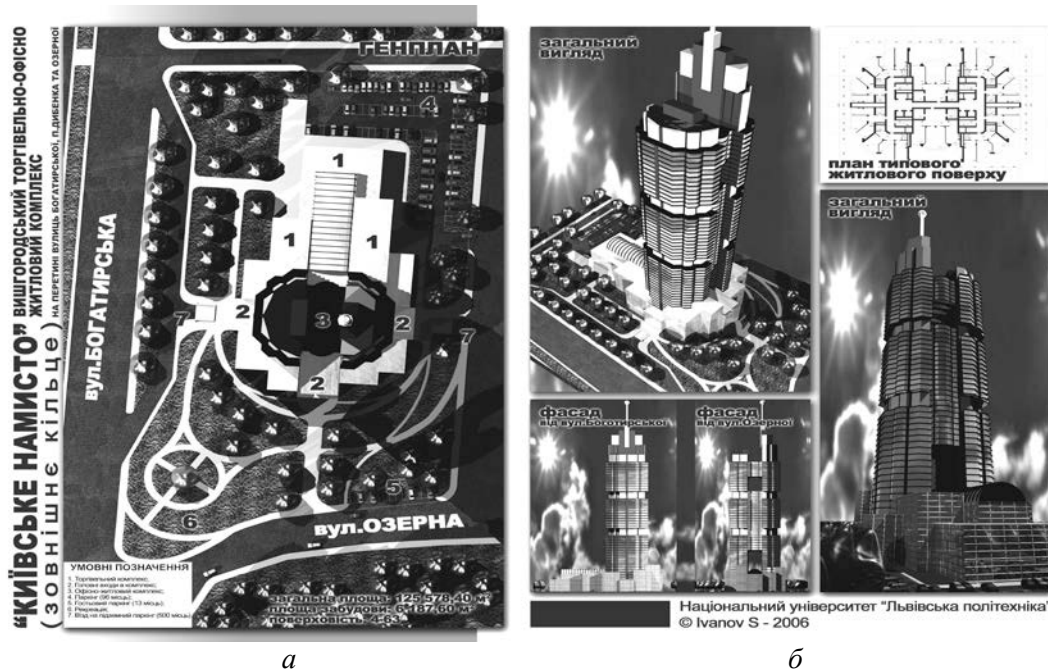
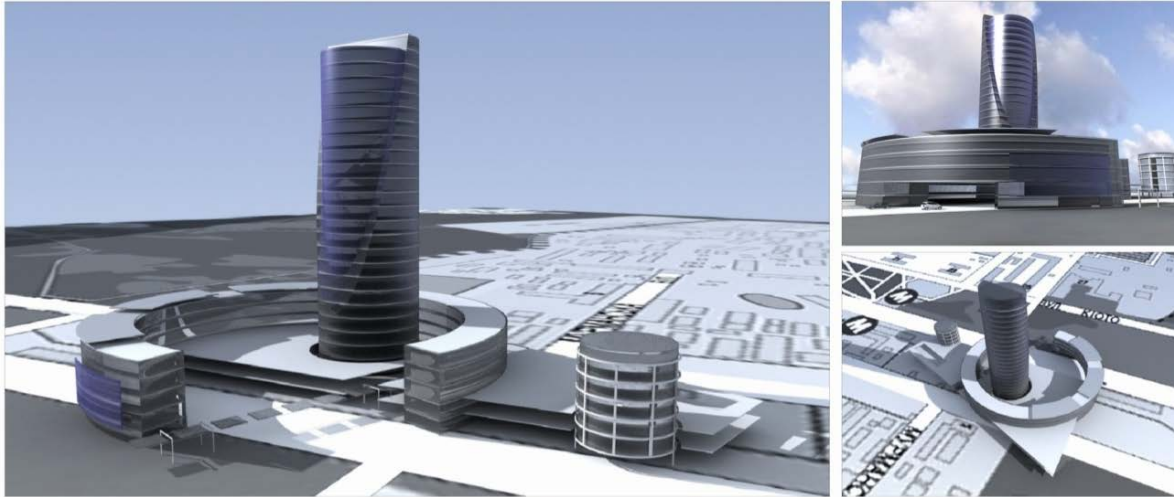


Рис. 7. Проект бизнес-центра в г. Киев, НУ «Львовская политехника» (авторский коллектив: Д. Ярема, И. Копыляк, В. Лозицкий, руководитель: проф. В. И. Проскураков, консультант – к. т. н. О. В. Разумова)

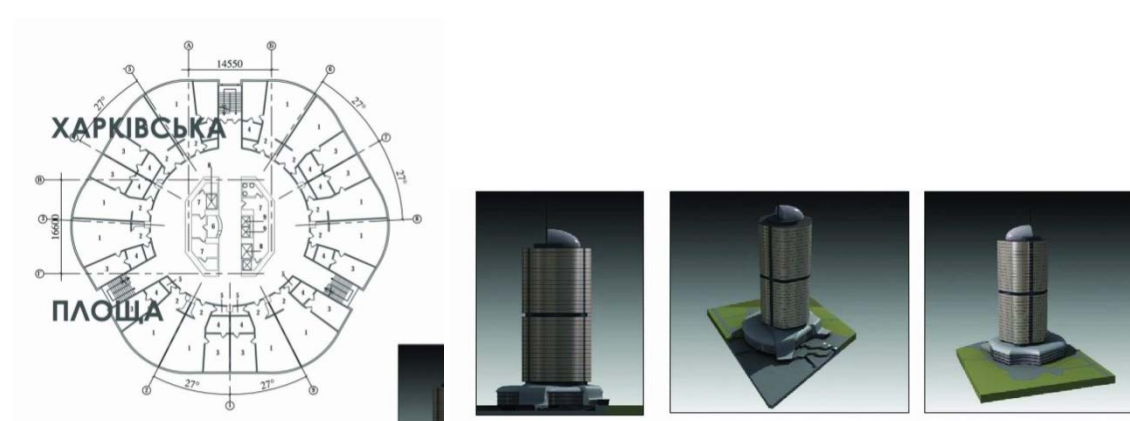
Во втором проекте, высотное здание было решено как узкая в плане линза, фасад которой состоял из двух треугольных железобетонных пилонов на всю высоту здания, пространство между которыми формировалось стальными каркасами перекрытий, колонн, сетчатыми и реечными ограждающими конструкциями (рис. 7 б).

Еще в одном из проектных предложений торгово-офисного центра на пересечении улиц П. Дыбенка, Озерной и Богатырской (г. Киев) архитектор С. Иванов решал комплекс как 63-этажную высотку с железобетонным ядром жесткости и железобетонными перекрытиями, фасады которой выполнены как стальные каркасы – решетки с вмонтированными в них стеклянными и композитными ограждающими плитами. Значительной пластичности архитектуры здания автору удалось достигнуть игрой стеклянных объемов офисов, гостиниц, выставочных помещений, «нанизанных» на железобетонную часть здания, в которой размещались коммуникации, технические и технологические помещения (рис. 8).



*Рис. 8. Проект торгово-офисного центра в г. Киеве, НУ «Львовская политехника»
(автор – студ. С. Иванов, руководитель – проф. В. И. Проскураков,
консультант – к. т. н. О. В. Разумова)*

Близким по решению главной высотки комплекса С. Иванова было и предложение архитектора Я. Бачинского – башни гостиничного комплекса на пл. Харьковской. Предложение автора также свелось к решению главной гостиницы как комбинации железобетонного сердечника и металлических (стальных) конструкций всех других составляющих его частей – консолей, лестниц, эвакуационных выходов, ограждающих конструкций фасадов (рис. 9).



*Рис. 9. Проект гостиничного комплекса в г. Киев, НУ «Львовская политехника»
(автор – ст. Я. Бачинский, руководитель – проф. В. И. Проскураков,
консультант – к. т. н. О. В. Разумова)*

К особому перспективному принципу видимых стальных каркасов как проявлению нового

формотворчества в архитектуре следует отнести открытые стальные каркасы, отправной точкой в проектировании которых можно также считать строительство архитектурного факультета Иллинойского технологического института архитектором Мис ван де Роэ в 1952 – 1956 годах.

Такой принцип образования архитектурных форм имеет куда более широкую палитру, чем, скажем, в предыдущем случае – каркасов и навесных фасадов; значительные формальные, эстетические, функциональные, и обязательно архитектурно-конструктивные решения в данном случае должны найти воплощение как в солнцезащитных и противовеетровых мероприятиях, так и в навешенных на выступающие за плоскость фасада балконах, галереях, консолях, лоджиях, эстакадах, пандусах, выступающих открытых и заключенных в башни лестницах, лифтах, подъемниках, эвакуационных проходах, карнизах, навесных садах и других деталях.

Но особое место должны занять выносные стальные каркасы, когда в одно и то же время к многоэтажным зданиям предъявляются жесткие функциональные и экономические требования, а именно тогда, когда соотношение сторон корпуса здания к его высоте – критическое и оно не может быть выполнено ни из чего иного, кроме как из каркасов, материалом которых является высокопрочная сталь.

Также важным вектором эволюции высокопрочных каркасов как способа и принципа в развитии архитектуры могут быть разнообразные фахверковые архитектурно-проектные решения.

Примером такого решения может быть один из проектов, созданный в рамках межвузовского комплексного дипломного проектирования по реконструкции жилой застройки первых массовых серий по проспекту Гагарина в Днепропетровске. Речь идет о работе студентки А. Н. Готвянской (руководитель О. В. Разумова), в которой выполнен проект многофункционального торгово-развлекательного и жилого комплекса.

В этом проекте соединены новое строительство с реконструкцией двух жилых домов раннего периода индустриального домостроения.

Комплекс запроектирован из трех зданий разной этажности (от 5 до 45) и различного функционального назначения (жилье, офисно-торговые помещения, рестораны и кафетерии).

Объемно-планировочное решение комплекса представляет собой замкнутое пространство, раскрытое в направлении реки Днепр. В центральном объеме здания сформировано открытое внутреннее пространство – своеобразная площадь для жителей комплекса.

Многофункциональный торгово-развлекательный и жилой комплекс, по идее авторов, должен стать культурным центром всего района «Гагаринский» (рис. 10).

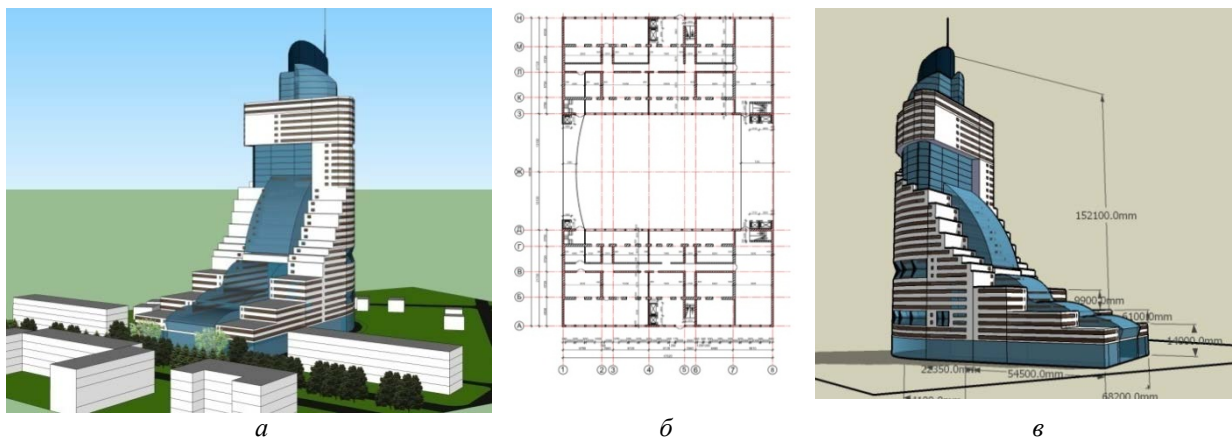


Рис. 10. Проект многофункционального торгово-развлекательного комплекса по пр. Гагарина в г. Днепропетровск, ПГАСА (автор – студ. А. Н. Готвянская, руководитель – к. т. н., доц. О. В. Разумова):
а – общий вид; б – план типового этажа; в – габаритная схема

Строительство комплекса предполагается вести в два этапа: на первом этапе реконструкция двух пятиэтажных жилых домов с надстройкой этажей (до 10 этажей) на втором – новое строительство 44 – этажного жилого дома с апартаментами.

Именно его образ решен как комбинация глухих навесных фасадных панелей белого цвета и больших стеклянных поверхностей, которые открывают взору металлический каркас здания.

Таким путем создан эффект современной фахверковой конструкции, где видимый каркас заполняется или непрозрачными стенами, или светопрозрачными конструкциями окон и дверей в зависимости от функциональных требований и эстетических пожеланий автора проекта.

Выводы. Основные направления развития архитектурно-пространственной и функциональной организации зданий, в строительстве или реконструкции которых были использованы стальные каркасы, автором предложено сгруппировать в два основных типа: при реконструкции (где можно развивать коридорную систему, анфиладную, секционную, зальную и центрическую схемы – этот тип является наиболее эффективным для общежитий, гостиниц, больниц, санаториев, админзданий т. п.) и при новом проектировании и строительстве (такие каркасы эффективны для формирования архитектуры дифференцированных, перетекающих, свободных пространств, а также пространств с чистой планировочной схемой).

Автором определены тектонические схемы, которые будут влиять на архитектуру зданий и сооружений со стальными каркасами: системы, в которых доминирует тектоника стен; тектоническая стоечно-балочная система; каркасные системы; тектоника пространственных конструкций.

Перспективность тектоники архитектуры зданий со стальными каркасами заключается в том, что пластика их форм достигается в любом направлении, а не только в горизонтальном или вертикальном.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Петухова Е. Новые Вавилоны / Петухова Е. // ARX. Универсальный язык архитектуры. 2006. – № 2. – С. 108 – 113.
2. О’Салливан А. Экономика города / О’Салливан А. // 4-е изд. / Пер. с англ. М. : ИНФРАМ, 2002. XXVI. – 706 с.
3. Ким Н. Н. Архитектура гражданских и промышленных зданий / Н. Н. Ким, Т. Г. Маклакова // Спец. курс: учеб. пособие для вузов. – М. : Стройиздат, 1987. – 287 с.
4. Алмазов В. О. Пути и методы противодействия прогрессирующему разрушению высотных зданий / В. О. Алмазов // Глобальная безопасность. – 2006. – № 6. – С. 46 – 49.
5. Граник Ю. Г. Обзор зарубежного строительного опыта по высотному домостроению / Ю. Г. Граник, А. А. Магай // Уникальные и специальные технологии в строительстве. 2004. – № 1. – С. 20 – 31.
6. Севостьянов В. В. Оценка сейсмической опасности для высотных зданий г. Москвы / В. В. Севостьянов, И. Г. Миндель, Б. А. Трифонов // Уник. и спец. технолог. в строит. – 2006. – № 1 (4). – С. 56 – 62.
7. Горин С. С. Жилые небоскребы в Москве: прошлое, настоящее, будущее. Проблемы, задачи, решения / С. С. Горин // Уник. и спец. технолог. в строит. – 2004. – № 1.

УДК 69.032.22:658.5

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОБҐРУНТУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ЗВЕДЕННЯ ЦИВІЛЬНИХ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

*А. П. Броневицький**, асп., *С. П. Броневицький***, к. т. н.

** Київський національний університет будівництва і архітектури*

*** КО «Інститут Генерального плану м. Києва»*

Ключові слова: цивільне висотне будівництво, тривалість, організаційно-технологічні фактори, щільна міська забудова

Постановка проблеми та її зв’язок із науковими і практичними завданнями. Завдання обґрунтування та вибору раціональних організаційно-технологічних рішень щодо зведення цивільних висотних будівель є актуальним, оскільки із збільшенням висоти будівель підвищуються вимоги щодо теплозахисту огорожувальних конструкцій, ускладнюються конструктивні рішення, що, у свою чергу, потребує перевірки комплексу альтернативних об’ємно-планувальних, конструктивних, технологічних та організаційних рішень.