А.В. Коротич

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ «КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ» ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ

В статье изложены некоторые актуальные аспекты развития большой группы современных высотных зданий, имеющих кристаллическую структуру внешних оболочек. Представлена авторская общая классификация «кристаллических» высотных зданий по основным морфологическим характеристикам. Также показаны основные геометрические способы их формообразования, раскрывающие гигантский выразительный художественно-эстетический потенциал зданий-«кристаллов» и их композиционные перспективы в контексте развития мировой высотной архитектуры.

In article are considered some actual aspects of the development of big group of modern tall buildings which have crystalline structure of external shells. Performed author's general classification of "crystalline" high-rise buildings according to their main morphological characteristic features. Also showed main geometric methods of their shape-forming which show largest expressive artistic and aesthetic potential of buildings-"crystals" and their compositional perspectives in worldwide development of high-rise buildings Architecture.

Ключевые слова: высотное здание, пластика, символ, архитектурная форма, экономика, композиция, экология, градостроительство, силуэт.

Keywords: tall building, plastics, symbol, architectural form, economics, composition, ecology, city planning, silhouette.

При наличии специальных научных работ, посвященных развитию архитектурной типологии и истории высотных зданий, а также их конструктивно-технологической эволюции [1–2], необходимо констатировать прак-



Рисунок 1. Высотные здания, основные призматические объемы которых имеют простейшие ортогональные или диагональные плоскогранные усечения. Источники информации в соответствии с порядком обозначений: [25; 16; 38; 14; 34; 31; 24; 7; 21; 20].

тически полное отсутствие искусствоведческих исследований, направленных на выявление классификационных разновидностей архитектурных форм высотных зданий.

Вопросы общей классификации архитектурных форм высотных объектов по характеру геометрии основного объема были ранее изложены в работе автора [3]. Однако систематизация форм высотных зданий, имеющих *кристаллографическую структуру внешних оболочек* (первая классификационная группа), со структурно-композиционных позиций до сих пор не производилась. Вместе с тем подробно не исследовались основные способы формообразования кристаллических высотных объемов. Осветить данную научную проблематику — задача настоящей работы.

Исследование особенностей композиционного построения архитектурных форм самой многочисленной на сегодняшний день группы высотных объектов (здания-«кристаллы») позволило установить их основные морфологические разновидности.

1. Призматические объемы с простейшими ортогональными и диагональными плоскогранными усечениями (рис. 1, рис. 2 з–и). Простейший кристаллический объем высотного здания получается при одинарном косом диагональном усечении прямой либо наклонной призмы с различным контуром многоугольного основания (например, офисное здание «Illinois Center», Чикаго, США — рис. 1 а). Немногим

более сложные усечения основного призматического объема двумя-пятью разнонаклонными секущими плоскостями представлены на рис. 1 б–к.

В данных случаях плоскогранные усечения могут: — очерчивать ступенчатую конфигурацию объема, располагаясь по его боковой поверхности с выходом на вершину (рис. 1 б — «Allaid Bank Tower», Даллас, США, арх. И.М. Пэй; рис. 1ж — «Shanghai Regent Hotel», Шанхай, Китай, арх. бюро Arquitectonica; рис. 1и — «Central Plaza One & Two», Брисбэн, Австралия, арх.бюро Kisho Kurokawa & Associates); — срезать узкие угловые фрагменты боковой поверхности, образуя «фаски» (рис. 1 и); — затрагивать лишь завершающую часть исходной призмы, образуя многолучевую остроугольную контурную «корону» (рис. 1 з — «Generali», Дефанс, Париж, арх.бюро Valode & Pistre Architects) либо пирамидальные вершины типа «заточенный карандаш» (рис. 1 к — «Bank of America», Нью-Йорк, США, арх.бюро Cook+Fox); — формировать консольные/нависающие многогранные участки (рис. 1 в — «Crystal Tower», Турция; рис. 1 д — «1 Business Bay», Дубай, ОАЭ, арх. бюро Whitby & Bird; рис. 1 е — «Friendship Store Development», Пекин, Китай, арх. бюро PTW Architects); — образовывать расширяющиеся к основанию плоскогранные участки основного объема (рис.1 г — «Mandarin Oriental Hotel», Пекин, Китай, арх. бюро OMA).

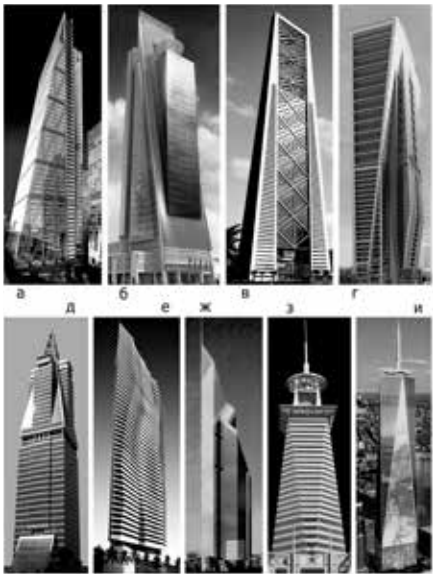


Рисунок 2. Высотные здания, основные объемы которых выполнены в виде прямого или обратного клина (а–г). Высотные объемы, имеющие форму сложноусеченных монокристаллов: сложное многогранное усечение вершины и/или боковой поверхности (д–ж). Высотные объемы, имеющие форму призматоида (з–и). Источники информации в соответствии с порядком обозначений: [6; 28; 27; 35; 21; 30; 20; 21; 33].

К элементарным высотным «кристаллам» также можно отнести

здания, имеющие форму *призматоида*- многогранника, получаемого усечением исходной призмы наклонными угловыми плоскостями, образующими треугольные боковые грани, которые очерчивают верхнее основание усеченного объема, диагонально развернутое относительно нижнего (рис. 2 з–и). Так, здание «Telecommunications Tower», Тянджин, Китай, арх.бюро C.Y. Lee & Partners, Architects & Planners (рис. 2 з) имеет фасадную фактуру в виде чередующихся стеклянных и непрозрачных горизонтальных полос, а также выразительное завершение в виде кольцеобразной структуры со шпилем. Напротив, здание «World Trade Center Tower1», Нью-Йорк, США, арх. бюро SOM (рис. 2 и) выполнено целиком стеклянным с четким выделением ребер боковой многогранной поверхности и также имеет шпилеобразное завершение.

2. «Клинья» (рис. 2 а–г). Разновидностью первой группы являются высотные здания, основные объемы которых выполнены в виде призм треугольного или трапециедального поперечного сечения с горизонтальной осью, имеющих клиновидную (сужающуюся к вершине или основанию) форму. При этом к основному объему «высотки» могут присоединяться различные выступающие дополнительные/второстепенные объемы, как, например, в офисном здании «The Prism», Дубай, ОАЭ, арх.бюро Dewan Architects & Engineers (рис. 2 б).

Основной клиновидный объем может опираться на основание прямоугольной гранью («прямой клин») либо ребром («обратный клин»). В последнем случае основной объем обратного клина обязательно дополняется каким-либо опорным объемом (или группой опорных объемов), необходимым для обеспечения конструктивной и визуальной устойчивости сооружения, в т.ч. в плане благоприятного психологического воздействия его своеобразных образно-тектонических характеристик (рис. 2 г — «Madinat Al Arab», Dream Harbour, Дубай, ОАЭ).

Возможны композиции из встречно ориентированных прямого и обратного клиньев, образующих основной призматический объем высотного «кристалла» и разделенных узкой стеклянной полоской («MG Tower», Гент, Бельгия, арх.бюро Jaspers-Eyers Architects).

Также возможно сокращение ширины клина от основания к верхней части здания (рис. 2 в — «Lighthouse Tower», Дубай, ОАЭ, арх.бюро WS Atkins).

3. Сложноусеченные монокристаллы (рис. 2 д–ж; рис. 3–4). Такие

формы получаются в результате сложных многогранных (в т.ч. иррегулярных) усечений боковой поверхности и/или вершины основного объема. Вместе с тем их можно рассматривать и как сочленение нескольких элементарных кристаллических объемов, т.е. «друзу»/группу однородных или разнотипных кристаллов.

К основным разновидностям сложных многогранных усечений основного призматического объема высотного объекта могут быть отнесены следующие.

А). Усечение боковых граней с образованием складчатой поверхности (в т.ч. ромбовидных складок). Здесь прежде всего необходимо выделить здание «Qatar National Bank», Доха, Катар, арх.бюро LAB (рис. 3 а). Боковая поверхность полностью остекленного основного объема имеет иррегулярную складчатую структуру и составлена из разнонаклонных треугольных граней, состыкованных с образованием изогнутой в плане выпуклой криволинейной оболочки, постепенно переходящей в вертикальные плоские остекленные участки, примыкающие к тыльному фасаду здания.

Однотипные ромбовидные складки, ритмично расположенные на боковой поверхности основного призматического объема, могут оформлять лишь его угловые участки (здание «Hearst Tower», Нью-Йорк, США, арх. Н. Фостер — рис. 3 б).

Б). Высечение центральной пирамидальной вершины типа «заточенный карандаш». Различные композиционные варианты использования данного приема можно проследить на характерных примерах. Так, в здании «One Liberty Place», Филадельфия, США, арх. Х. Ян (рис. 3 д) центральное трехъярусное телескопическое завершение основного объема образовано последовательно выходящими друг из друга подобными кристаллическими отсеками с четырьмя ромбовидными восходящими складками, перегнутыми по большей диагонали; при этом боковые остекленные грани основного объема имеют остроугольный очерк, снабжены выступающими пластическими элементами аналогичного очертания и имеют изящную накладную фасадную деталировку. Усиливают «кристаллический эффект» общей композиции четко выраженные угловые вертикальные складки.

Более простую, но не менее эффектную композицию имеет объемное

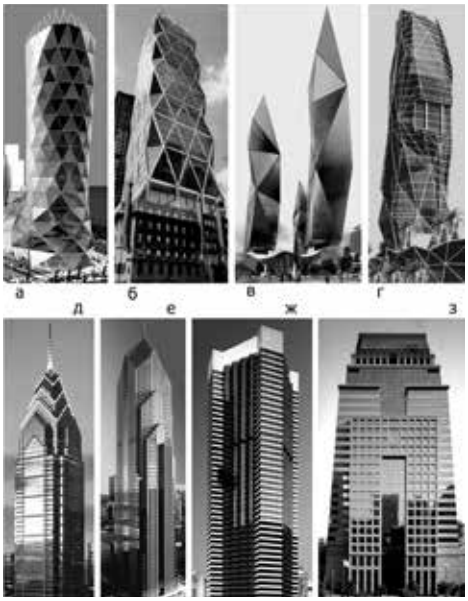


Рисунок 3. Высотные здания, основные объемы которых выполнены в форме сложноусеченных монокристаллов либо друз/составной группы однородных кристаллов. Источники информации в соответствии с порядком обозначений: [29; 4; 36; 26; 16; 20; 21; 32].

решение здания «Two Prudential Plaza», Чикаго, США, арх.бюро Loebel Schlossman & Hackl (рис. 3 е) с центральным четырехгранным ромбическим усечением типа «заточенный карандаш» в центральной вершине; при этом из двух противолежащих боковых вертикальных плоскостей основного объема, имеющих в завершении треугольные фронтоны, выступают по два малых боковых пилона с подобными треугольными фронтонами, ритмически снижающихся от вершины к основанию.

Совершенно иную композицию имеет завершение здания «King Tower», Шанхай, Китай, арх. бюро Taoho Design Architects Ltd. (рис. 2 д). Верхний ярус здания оформлен классической четырехгранной пирамидой, на наклонные боковые треугольные грани которой вынесены узкие клиновидные пилоны- части основного объема нижнего яруса. При этом пирамида завершения отделена от основного объема узким двухэтажным заглублением.

В). Иррегулярное усечение боковой поверхности в форме асимметричных складчатых «борозд» переменной ширины и глубины. Например, здание «ARIG Tower», Джедда, Саудовская Аравия, арх. бюро Perkins & Will (рис. 2 е) содержит на центральном фасаде вертикально ориентированную широкую борозду, имеющую малую глубину и образующую многогранные сколы на фасадной поверхности.

Абсолютно иррегулярную складчатую/многогранную оболочку имеют здание «Orchid Mall & Commercial Tower at Mina Rashid», Ду-

бай, ОАЭ, арх.бюро Ajit Bhuta & Associates (рис. 3 г) и комплекс «Setia ECOCITY», Малайзия, проект Setia Group (рис. 3 в), состоящий из двух подобных парных небоскребов.

4. «Друзы»/группы кристаллов (рис. 3–4). Поликристаллические «друзы» — составные многогранные конгломераты из подобных или разнородных кристаллических объемов — можно рассматривать одновременно и как разновидность очень сложных многогранных усечений неких исходных простейших по форме призматических монокристаллов. Морфологический анализ позволил выявить их следующие основные разновидности.

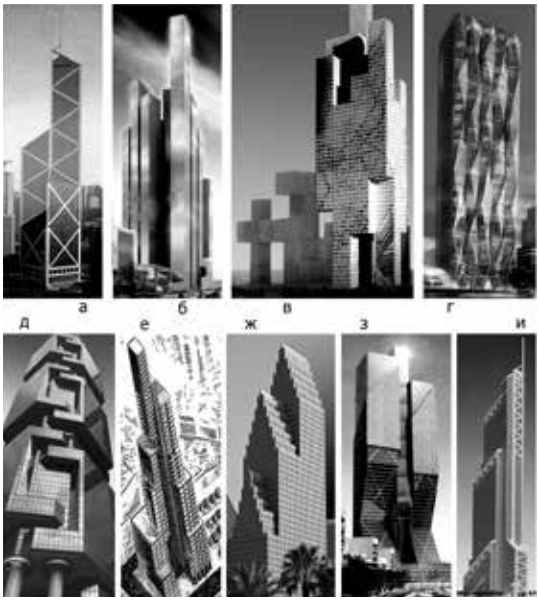


Рисунок 4. Высотные здания, основные объемы которых выполнены в форме сложноусеченных монокристаллов либо друз/составной группы однородных кристаллов. Источники информации в соответствии с порядком обозначений: [25; 11; 9; 15; 39; 8; 40; 12; 5].

А). Каскад вертикально ориентированных асимметричных складок-борозд, зигзагообразно прорезающих плоскость фасада от вершины к основанию и создающих образ водопада или застывшего ледяного утеса (рис. 4 г — «Reforma 432», Мехико, Мексика, арх. бюро Rojkind Arquitectos).

Б). Композиция из отдельно стоящих или сочлененных однородных призматических пилонов или слоев, имеющих различную высоту и ширину (рис. 4 б — офисное здание в Мельбурне, арх. бюро Denton Corker Marshall; рис. 4 е — здание в Москве: проект студии Н.А. Ладовского / аналогичную композицию имеет «Sears Tower», Чикаго, США, арх. бюро SOM; рис. 4 и — башня «Меркурий», ММДЦ, Москва, арх. F. Williams; рис. 4 а — «Bank of China», Гонконг, арх. И.М. Пэй; рис. 3 з

— «Sathom City Tower», Бангкок, Таиланд, арх.бюро P&T Group; рис. 4 з — «Ajman Marina», Аджман, ОАЭ, арх. бюро HOK International).

В). Ступенчатые призматические участки/выемки основного объема: — ритмические с регулярной структурой (рис. 4 ж — Республиканский Банк/«Bank of America» в Хьюстоне, США, арх. Ф. Джонсон); — аритмические иррегулярные (рис. 4 в — здание Газпрома, Санкт-Петербург, арх.бюро OMA).

Г). Вертикальные зигзагообразные складки боковой поверхности основного объема (рис. 3 ж — «JW Marriott Hotel», Гонконг, арх. бюро Wong & Ouang (HK) Ltd.). Этот же композиционный прием, эффектно дополненный ярусами невысоких «сталактитовых» складок-уступов, спускающихся ступенями в нижней части здания к его основанию, можно наблюдать в здании отеля «Trump Tower», Нью-Йорк, США.

Д). Вертикальная комбинация сложноусеченных взаимно пересекающихся соосных многогранных блоков (рис. 4 д — парные башни «LIPPO Center», Гонконг, арх. П. Рудольф).

5. Пирамиды (рис. 5–6). По общему архитектурному очертанию основного объема кристаллические высотные пирамиды могут быть подразделены на несколько основных групп.

А). Традиционные/классические с различным контуром многоугольного основания. Так, четырехгранная пирамида «Transamerica Pyramid», Сан-Франциско, США, арх. бюро William L.Pereira Associates, имеет квадратный план основания и снабжена двумя симметрично расположенными узкими клиновидными призматическими пилонами, выступающими из наклонных противолежащих треугольных граней (рис. 5 а–б). Здание имеет насыщенную фактурную/пластическую деталировку фасадных плоскостей; при этом опорная часть пирамидальной оболочки выполнена в виде сквозной наклонной решетчатой структуры с треугольными ячейками.

Совершенно иной характер архитектуры являет собой высотная пирамидальная оболочка здания «London Bridge Tower/Shard», Лондон, Великобритания, арх. Р. Пиано, имеющая сложный многоугольный план, наружные полностью остекленные грани которой практически лишены деталировки (рис. 5 в).

Наклонная пирамида со сложной и композиционно активной на-

кладной пластикой, фактурой и деталировкой воплощена в здании «Al Rajhi Tower», Эр-Рияд, Саудовская Аравия, арх. бюро WS Atkins (рис. 5 д). Весьма оригинально решена опорная часть здания: основной пирамидальный объем косо срезан и нависает над основанием, образуя своеобразный атриум; при этом между угловыми опорными ребрами, очерчивающими фронтальную грань пирамиды, и наклонными кромками боковых треугольных граней размещены трубчатые сквозные решетки.

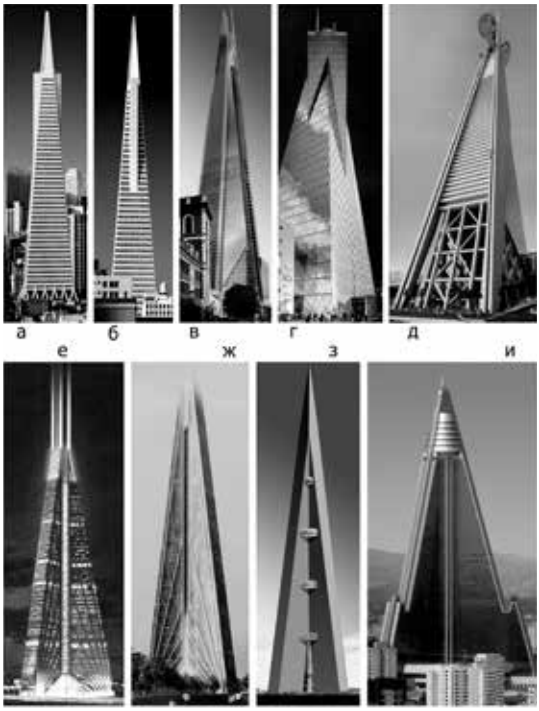


Рисунок 5. Высотные здания, основные объемы которых выполнены в виде классических пирамид с различным контуром многоугольного основания (а–д), а также радиально-лучевых пилонных пирамид (е–и). Источники информации в соответствии с порядком обозначений: [а, б — 20; 23; 10; 27; 17; 19; 32; 22].

Узкая/клиновидная пирамида, имеющая четко выделенную ярусную структуру оболочки, представлена в проекте «Le Projet Triangle», Париж, Франция, арх. Ж. Херцог и П. де Мерон (рис. 6 г).

Также необходимо отметить проект высотного комплекса у Ладожского вокзала, Санкт-Петербург, арх. бюро «Студия-44», составленного из однотипных зданий, каждое из которых представляет собой полностью остекленную четырехгранную пирамиду, в которую сверху асимметрично врезана прямая стеклянная призма, завершающая составную кристаллическую композицию (рис. 5 г).

Оригинальную архитектуру имеет здание «Al Faisaliah Complex»,

Эр-Рияд, Саудовская Аравия, арх.бюро Foster & Partners, усеченная пирамидальная оболочка которого аппроксимирована четырьмя вспарушенными четырехугольными поверхностями, имеющими активную фасадную фактуру (горизонтальные ряды наклонных солнцезащитных панелей); при этом между верхними участками угловых дугообразных ребер пирамидальной оболочки, сходящимися в вершине, расположен стеклянный сферический объем (ресторан) и смотровые площадки.

Б). Радиально-лучевые пилонные. Внешняя форма таких пирамидальных зданий очерчена оболочкой, составленной из клиновидных ребер-пилонов, пристыкованных к центральному осевому стволу, сечение которых уменьшается от основания к вершине; в результате здание имеет многолучевой/звездчатый план. В настоящее время все сверхвысокие здания мира (как построенные так и проектируемые) имеют общую пирамидальную радиально-лучевую конфигурацию.

Радиально-лучевые пилонные пирамиды имеют ребристую форму, обеспечивающую большую пространственную жесткость, а их развитая многолучевая опорная система обеспечивает значительную устойчивость и оптимальные нагрузки на фундаменты при значительной высоте (h=800 м и более). В сравнении с классическими высотными пирамидами, имеющими сплошное многоугольное основание, пилонные пирамидальные здания имеют значительно меньшую массу при той же высоте и, соответственно, меньшую нагрузку на фундаменты, что позволяет делать их сверхвысокими. При этом малая толщина пилонов обеспечивает естественное освещение внутренних помещений, примыкающих к внешней остекленной оболочке, на всю их глубину даже на затененной стороне объекта за счет отраженного света (в пирамидальных зданиях, имеющих выпуклый многоугольный план, естественное освещение будет осуществляться лишь для помещений, непосредственно примыкающих к внешней остекленной оболочке; вся же остальная масса внутренних помещений, расположенных в толще основного объема, остается неосвещенной).

Среди зданий группы прежде всего необходимо отметить башню «Россия», ММДЦ, Москва; высота 600 м; проект арх. бюро «Foster & Partners» (рис. 5 е–ж). Форма башни образована тремя призматическими пилонами одинаковой толщины, пристыкованными к центральному стволу по вертикальным ребрам и развернутыми друг к другу под углом

120°. Поперечное сечение пилонов убывает от основания к вершине, а план здания является трехлучевым.

Также выделяется сверхвысокое здание «1200 m Tower» в Джакарте, Индонезия; высота — 1200 м; проект арх.бюро «P&T Group» (рис. 5 з). Форма башни образована тремя призматическими пилонами одинаковой толщины, состыкованными вдоль центрального ствола по вертикальным ребрам и развернутыми друг к другу под углом 120°. Поперечное сечение пилонов убывает от основания к вершине, а план здания является трехлучевым.

Разновидностью вышеописанного здания является сверхвысокая башня «1001 m Tower» в Джакарте, Индонезия; высота — 1001 м; проект арх. бюро «P&T Group». Форма башни образована четырьмя призматическими пилонами одинаковой толщины, состыкованными крестообразно вдоль центрального ствола по вертикальным ребрам и развернутыми друг к другу под углом 90°. Поперечное сечение пилонов убывает от основания к вершине, а план здания является четырехлучевым.

В ряду зданий этой группы также выделяется стеклянная башня «Ryugyong Hotel», Пхеньян, Северная Корея (рис. 5 и); ее три восходящих к вершине пилона имеют зигзагообразное очертание, образованное промежуточными остроугольными пиками.

В). Параллельно-слоистые. Здесь выделяется проект «Timelinks» для Ближнего Востока (рис. 6 а–в), воплощающий здание общего пирамидального очертания высотой более 1,6 км со стороной квадратного основания более 2,3 км. Здание включает отдельно стоящие клиновидные пилоны Г-образного очертания в плане, ритмически увеличивающиеся от основания к вершине, а также размещенные в углах наименьшие по высоте усеченные пирамиды. Пилоны образуют четыре зеркально симметричные блока, расположенные вокруг центральной оси; при этом в каждом блоке разновысокие пилоны и располагаются параллельно друг другу. Наклонные поверхности пилонов и угловых усеченных пирамид выполнены ступенчатыми.

Г). Обратные/перевернутые (уникальный проект Музея современного искусства в Каракасе, Венесуэла, выполненный в виде перевернутой четырехгран-

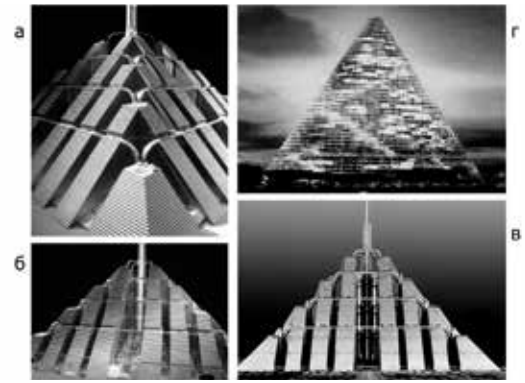


Рисунок 6. Высотные здания, основные объемы которых выполнены в виде составной пирамиды из отдельно стоящих Г-образных в плане параллельных пилонов (а–в), а также многоярусной узкой/клиновидной пирамиды (г). Источники информации в соответствии с порядком обозначений: [а,б — фото автора; в — 37; 13].

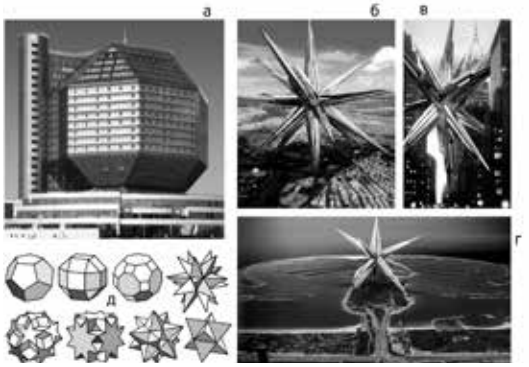


Рисунок 7. Высотные здания, основные объемы которых выполнены в виде замкнутых полуправильных (а) или звездчатых (б–г) многогранников. Потенциально возможные решения основных объемов зданий-многогранников (д). Источники информации в соответствии с порядком обозначений: [18; б,в,г — 13; 41].

ной пирамиды, поставленной на вершину; арх. О. Нимейер).

6. Замкнутые центрические многогранники (рис. 7). Здания этого морфологического типа в настоящее время являются весьма редкими в практике мировой высотной архитектуры, но, несомненно, имеют большие композиционно-художественные перспективы развития (некоторые возможные типы многогранных оболочек таких зданий представлены на рис. 7 д). Многогранники, очерчивающие их внешнюю оболочку, относятся к одному из двух принципиальных типов: а) выпуклые (правильные, полуправильные и др.); б) невыпуклые/звездчатые.

К первому типу относится здание Национальной библиотеки Беларуси, Минск, Республика Беларусь, арх. М. Виноградов и В. Крамаренко (рис. 7а), полностью остекленная многогранная оболочка которого выполнена в

форме ромбокубооктаэдра.

Второй тип представлен зданием в виде звездчатого многогранника со сложной асимметричной радиально-лучевой структурой (рис. 7 б–г: проект «Superstar» — чайна-тауны для различных стран, арх. бюро MAD).

Заключение. В работе впервые произведена морфологическая систематизация самой многочисленной группы высотных зданий-«-кристаллов», в результате чего установлены шесть их основных структурно-композиционных разновидностей, а также обозначены принципиальные способы их структурного формообразования. Это создает системную основу для проведения дальнейших прогностических исследований, а также позволяет открывать и развивать перспективные пути структурного моделирования новых пластически выразительных архитектурных форм высотных объектов с кристаллографической геометрией внешних оболочек.

Библиография:

1. *Абрамсон Л.А.* Развитие строительства высотных зданий / Л.А. Абрамсон // Жилищное строительство. — 2005. — № 10. — С. 14–29.

2. *Маклакова Т.Г.* Высотные здания / Т.Г. Маклакова. — М.: АСВ, 2008. — 160 с.: ил.

3. *Коротич А.В.* Систематизация архитектурных форм высотных зданий: композиционный аспект / М.А. Коротич, А.В. Коротич // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2009. — № 1. — С. 45–49, ил.

4. ARX / учредитель ЗАО «Билдинг Медиа». — ISSN 1818–2305. — 2006, № 01 [02] февраль–март.

5. ARX / учредитель ЗАО «Билдинг Медиа». — ISSN 1818–2305. — 2006, № 03 [04] июнь–июль.

6. ARX / учредитель ЗАО «Билдинг Медиа». — ISSN 1818–2305. — 2007, № 04 [11] июль–август.

7. ARX / учредитель ЗАО «Билдинг Медиа». — ISSN 1818–2305. — 2007, № 05 [12] сентябрь.

8. Волчок Ю. П. Конструкции и форма в советской архитектуре / Ю. П. Волчок, Е. К. Иванова, Р. А. Кацнельсон, Ю. С. Лебедев. — М.: Стройиздат, 1980. — 263 с.: ил.

9. Высотные здания/Tall Buildings: журнал высотных технологий / учредитель ООО «Скайлайн Медиа». — ISSN 1992–2124. — 2007, № 1.
10. Высотные здания/Tall Buildings: журнал высотных технологий / учредитель ООО «Скайлайн Медиа». — ISSN 1992–2124. — 2007, № 4.
11. Высотные здания/Tall Buildings: журнал высотных технологий / учредитель ООО «Скайлайн Медиа». — ISSN 1992–2124. — 2007, № 5.
12. Высотные здания/Tall Buildings: журнал высотных технологий / учредитель ООО «Скайлайн Медиа». — ISSN 1992–2124. — 2007, № 6.
13. Высотные здания/Tall Buildings: журнал высотных технологий / учредитель ООО «Скайлайн Медиа». — ISSN 1992–2124. — 2009, № 1.
14. Высотные здания/Tall Buildings: журнал высотных технологий / учредитель ООО «Скайлайн Медиа». — ISSN 1992–2124. — 2009, № 2.
15. Высотные здания/Tall Buildings: журнал высотных технологий / учредитель ООО «Скайлайн Медиа».— ISSN 1992–2124. — 2012, № 1.
16. *Кемпбелл Р.* Американская архитектура сегодня / Р. Кемпбелл // Дизайн США. — 1989. — С. 46–54.
17. *Салунов А.* Цена высоты / А. Салунов // РБК. — 2008. — № 2. — С. 44–51.
18. *Фролова Е.А.* 100 самых удивительных достижений современной архитектуры / Е. А. Фролова. — М.: Эксмо, 2011. — 232 с.: ил.
19. *Binder G.* Tall buildings of Europe, the Middle East and Africa / G. Binder. — Sydney: Images Pubilshing, 2006. — 240 p.: il.
20. *Binder G.* 101 of the world's tallest buildings / G. Binder. — Sydney: Images Pubilshing, 2006. — 239 p.: il.
21. *Binder G.* Tall buildings of Asia and Australia / G. Binder. — Sydney: Images Pubilshing, 2001. — 224 p.: il.
22. CTBUH Journal / учредитель Council of Tall Buildings and Urban Habitat. — ISSN 1946–1186. — 2012. — Issue IV.
23. *Sarbutu A.* London: vertikalen in der horizontalen stadt / A. Sarbutu // Archithese. — 2003. — № 3. — S. 16–21.
24. Shanghai: Architecture & Design / edited by Christian Datz & Christof Kullmann. — teNeues Verlag GmbH & Co. KG, Kempen, 2005. — 192 p.: il.
25. *Sheppard C.* Skyscrapers: masterpieces of Architecture / C. Sheppard. — New York: Todtri, 1996. — 80 p.: il.
26. «Ajit Bhuta & Associates» /каталог.

27. «WS Atkins» /каталог.
28. «Dewan Architects & Engineers» /каталог.
29. «LAB» /каталог.
30. «Perkins + Will» /каталог.
31. «PTW Architects» /каталог.
32. «P&T Group /Architects & Engineers» /каталог.
33. «SOM» /каталог.
34. «Whitby & Bird» /каталог.
35. «Dream Harbour» /каталог.
36. «Setia ECOCITY» /каталог.
37. «Timelinks» /каталог.
38. URL: https://masterok.livejournal.com/tag/Небоскребы (дата обращения: 03.03.2017г.).
39. URL: https://designer-sha.livejournal.com/2834.html (дата обращения: 21.02.2017г.).
40. URL: https://collections.yandex.ru/user/shevchukiury/sovremennaia-arkhitektura (дата обращения: 19.05.2017г.).
41. *Гольцева Р.И.* Методика формообразования многогранных моделей. Часть 1. Многогранники / под общ.ред.Гамаюнова В.Н. — М.: Изд. МИСИ им. В.В. Куйбышева, 1983. — 48 с., ил.