

ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ ДЕЛОВЫХ ЦЕНТРОВ: СКУЛЬПТУРНЫЕ ИМПРОВИЗАЦИИ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ОБРАЗА

Мироненко В. В., аспирант, **Поливанова Т. А.**, соискатель

Харьковский государственный технический
университет строительства и архитектуры

Аннотация. Рассмотрены тенденции и направления в проектировании и строительстве высотных сооружений в различных странах. Изучены вопросы технологичности, конструктивной безопасности, оснащенности и художественной образности высотных зданий.

Ключевые слова: высотные сооружения, технология, художественная выразительность.

Анотація. Мироненко В. В., Поліванова Т. А. Висотні будівлі ділових центрів: скульптурні імпровізації художнього образу. Розглянуто тенденції й напрямки в проектуванні та будівництві висотних споруд у різних країнах. Вивчено питання технологічності, конструктивної безпеки, оснащеності та художньої образності висотних будинків.

Ключові слова: висотні спорудження, технологія, художня виразність.

Annotation. Myronenko V. V., Polyvanova T. A. **Height edifices of business centers: sculptural improvisations of image.** Tendencies and directions in planning and building of height edifices in different countries are considered. The questions of technological, structural safety, equipped and artistic vividness of height building are studied.

Keywords: height edifices, technology, artistic expressiveness.

Актуальность проблемы. В 1908 году в американских городах Чикаго и Нью-Йорк привыкли видеть, что их новые престижные здания достигают 25 этажей. В 2008 году Совет по Высоким Зданиям и Городской Среде обитания (СТВУН), выявили 100 самых высоких зданий во всем мире, показывающие, что они, на протяжении 250 м высоты, составляют 60 этажей. Есть 35 «супервысоких» зданий по 300 м высотой, уже построенные и существующие в эксплуатации и еще 55, находящихся в процессе строительства. Три самых высоких законченных здания – длиной 450 м высоты и шесть в процессе строительства, которые будут еще выше. Почему высотные сооружения настолько привлекательные и успешные. Действительно ли они безопасны?

Изученность вопроса. Среди различных исследователей высотных зданий и сооружений следует выделить нескольких авторов, работы которых отображают основные положения архитектурно-пространственного и композиционного развития высотных зданий (ВЗ) [1, 2, 3, 4, 5, 6 и др.].

Цель исследования. Выявление основных тенденций в проектировании высотных зданий. Формирование представлений о архитектурно-художественном образе небоскребов.

Основное содержание. Почему высотные здания? Наиболее острой проблемой отечественных мегаполисов являются завышенные показатели плотности населения и процента застроенности, что приводит к недостатку площадей автодорожной сети, территории общего пользования, неудовлетворительной экологической обстановке. Недостаток площадей общего пользования означает сокращение целого ряда необходимых участков, предназначенных для зеленых насаждений, детских садов, школ, гаражей и автостоянок, коммунальных объектов, спортсооружений районного значения, проездов, улиц, площадей. В решении этого вопроса важную роль следует отвести высотным зданиям, о чем уже давно задумывались зодчие, представляя себе города будущего. В них особое внимание уделялось органической взаимосвязи жилища с природным окружением и сохранению последнего. Одной из важных особенностей высотных зданий является то, что при их возведении можно достичь нормативной плотности населения жилого района, снизив процент застроенности. Но бесспорно, что любое высотное строительство в историческом городе наносит ему непоправимый ущерб, приводя к утрате или искажению его облика, ценных панорамных видов, что вызывает негативную реакцию в обществе. Поэтому наиболее перспективным следует считать строительство высотных районов в виде городов-спутников, находящихся за пределами визуальных взаимосвязей, по крайней мере, с его историческим центром. Важным преимуществом высотных зданий является то, что они могут включать в себя несколько функций. Так верхние этажи обычно занимают квартиры для постоянного проживания, ниже располагаются квартиры для временного проживания (апартаменты), средние этажи занимает гостиница, а нижние – офисы. Привлекательность жилища в районе с такой застройкой, несомненно,

возрастает. Ведь многие люди смогут выбрать себе постоянную квартиру недалеко или даже в одном доме с офисом, в котором они работают, что значительно сэкономит их время и силы, затрачиваемые на дорогу до работы. Главные архитекторы, конечно, наслаждаются престижностью, которую они принесут своему потомству, но они не собираются создавать что-то, что является нерентабельным или непривлекательным. Коммерческий двигатель (девелоперы) оставили позади Sears Tower, или здание Chrysler они уступили продвижению по развитию города представителям центра города, Манхэттен, Чикаго-lakeshore, гонконгская береговая линия и Канарский Причал Лондона является изобразительным, и Лондонский «gherkin», 30st/ Mary Axe, the Malmo «скручивание туловища», гостиницы араба Берджа Ала Дубайи, и Petronas Tower Куала-Лумпура, дают их родным городам международное признание уникальным способом. Провинциальные города так же не остаются без внимания: Beetham Hilton Tower, *весьма изменивший, полный городской пейзаж Манчестера* (СТБУН).

Жизнеспособность высотных зданий. Первое «действительно зеленое» высотное здание было Commerzbank во Франкфурте, строили в 1994-97. Большая часть протеста прибыла от города, но банк отвечал всем требованиям. Здание не только на 30 % более энергоэффективно, но и комфортно. Четырехэтажные внутренние сады-атриумы очень привлекательны, они являются достопримечательностью. Новое поколение будет видеть здания, где растительность формирует непрерывную нить из уровня земли, которая ободряюще переходит живой природой в здание. Высотные здания обычно не повторяют образ традиционных фасадов, но Hearst Tower в высотках Нью-Йорка (43 этажа) по внешности похож на шестизэтажный фасад 1920-х и превратился в важный памятник в архитектурном наследии Нью-Йорка. Хотя некоторая закрытая площадь потеряна в обеспечении доступа посетителей и автотранспорта. Вместе с тем, архитекторы высотных зданий создают среду, которая в полной мере обеспечивает достаточно высокие качества работы и досуга. Это особенно важно, где земля имеет высокую стоимость и ограничена, как в Нью-Йорке (Манхэттен). Из всех 8000 высотных зданий, как это показано на примере Гонконга, большие поселения, в которых хотят жить горожане, функциональны и удобно размещены в структуре города.

Расположенные в удобном месте городской территории, высотные здания значительно снижают требования к транспорту. Так The Shard of Glass в Лондоне находится непосредственно на станции London Bridge, которая имеет главное пригородное направление с 15 железнодорожными и четырьмя подземными платформами, а также автобусным терминалом для 13 маршрутов, обслуживающих 22 машины различного предназначения. Более 150000 жителей пригородной зоны проходят через этот важный центр каждый будний день утром и вечером.

Высотные здания предлагают уникальные возможности для воспроизведения энергии. К первому относится – ветровые турбины

приближающиеся к строительному завершению в Бахрейне, а другие находятся в процессе строительства. Дом – Замок («Strata») в Лондоне, Pearl River Tower в Гуанчжоу, Китае. Имеются также и другие возможности – солнечное нагревание, фотогальваническое оборудование и «свободное» охлаждение действием ветра, в то время как нижние слои земли содержат воду, циркулирующую через трубы, чтобы получить высокую температуру зимой и охлаждение летом.

Технологическая оснащенность высотных зданий. Многочисленные архитектурные и инженерные разработки за прошлые два десятилетия способствовали быстрому увеличению высоты и стройности зданий. Этому способствовали современные строительные материалы. Тщательно пропорционируемые смеси, использующиеся в совокупности с высокомодульными добавками, кварцевым дымом в самом конце формования, выдвигают бетон в новую лигу качества. Стальные конструкции в сортах до 690 МПа используются успешно на всех континентах: и в Австралии, и в Японии, и в США. Номенклатура стали, имеющая 550 сортов и толщиной 63 mm повсеместно используется в США, Канаде, Франции и др. странах. Двойной лифт – две отдельных машины, *управляемые* на одинаковых принципах, в одной шахте существенная экономия пространства. Хотя обучение клиентов выбирать маршрут вместо того, чтобы только вызвать лифт, может занять гораздо больше времени. Активно используются плавающие лифты на понтонах, которые являются так же спасением от пожаров. Но самое важное испытание для архитекторов и конструкторов – это расчет ветрового тоннеля. Это показывает, как большие силы ветра могут быть направлены, достигнуты модификациями к профилю здания. Они могут быть рассчитаны и на местном уровне, особенно важно при изменении геометрии углов или относительно формы целого здания. Углы могут быть оптимизированы, округляя или углубляя профиль, вводя формы рельефа, или добавляя шпили. К выгодным архитектурным приемам для здания в целом относится введение в здание отверстий и выраженные вершины, но наиболее эффективно изменение высокого профиля. К примеру, искривленный профиль Чикагского Шпиля уменьшает ветровое пиковое ускорение по раскрученной призматической форме приблизительно на 80 %.

Расчет традиционной техники баланса силы в высокочастотную интеграцию давления и аэроэластические методы – вторая важная задача для инженеров. Системы давления с большей способностью одновременно прикладываться к большим плоскостям фасада позволяют дать более точную оценку нагрузки ветра и позволяют вычислить и принять во внимание более высокие частоты вибрации. В аэроэластическом тоннеле ветра испытывают эластичные структуры, часто используя углеродистое волокно, так, чтобы его показатель мог быть измерен до истинных величин.

Высотные здания бросают вызов конструктивному проекту. Разработанные инженерами системы прочности, устойчивости продолжают

усложняются и отличаются высокой степенью изобретательности. Современные цифровые методики расчетов позволяют с большей точностью прогнозировать поведение той или иной конструкции в условиях экстремальных нагрузок, а продвинутое методы аэродинамической и динамической оптимизации дают возможность создавать архитектурные формы с композиционной завершенностью и стройностью линий, считавшихся недостижимыми еще в недавнем прошлом.

В недавнем прошлом в качестве главных конструктивных элементов были стальные рамные структуры, но ядра оцинкованной стали или бетон обрезанных стен приняли быстрее в архитектурно-строительную практику. С высотами более чем 50 этажей стало необходимо выполнять полную конструктивную схему расчета плана здания, использование известных структур типа стальных труб, которые использовались, в злополучных Башнях Центра международной торговли в Нью-Йорке (1966-73) и Центр подписей в Чикаго (законченный 1970). Другой подход состоял в том, чтобы обеспечить возрастания от центрального ядра в два («шляпа и пояс») или больше уровней, чтобы объединить колонны по периметру в «опрокинутом состоянии» (превосходит Мировую Башню, Нью-Йорк). Для XXI-го столетия получило развитие новое направление – диагональности – диагональная структура без вертикалей – как принятый на 30 st/mary Axe («the Gherking») в Лондоне и Hearst Tower в Нью-Йорке.

Сопоставление ветру, сопротивление силам землетрясения – вот главные проблемы высотного домостроения. В прошедшем десятилетии был характерен быстрый рост в использовании пассивных систем разложения энергии, особенно расчет регулирующих колонн с жидкостными демпферами (TLCD), регулирующих демпферов массы (TMD), демпферы трения и металлические демпферы. Torre Mayor – 57-этажный офис и башня гостиницы в склонном к землетрясению Мехико, законченный в 2003 году, это – самое высокое здание в Латинской Америке. Проект использует 72 вязких жидкостных демпферов в связанном ядре и 24 – по двум фасадам здания. Вскоре перед завершением строительства, это здание противостояло землетрясению величиной 7.8 баллов в радиусе 500 km от участка эпицентра.

Поскольку здания стали более высокими, используется бетон особых марок. В этом случае характерно использование высокопрочных тяжелых бетонов прочностью на сжатие 80-120 МПа, высокопрочных легких бетонов прочностью на сжатие 45-65 МПа и плотностью 1800 кг/м³, самоуплотняющихся бетонов прочностью 50-80 МПа. Используются также бетоны с компенсированной усадкой, низкой экзотермией и повышенной термической трещиностойкостью. Уменьшение высоты этажа – очень важный фактор устойчивости здания. Офисы типично разрабатываются, как сложные сталебетонные системы, полагаясь на отверстия в сетях стальных балок для распределения нагрузки, не увеличивая полное сечение. Обычное возведение секции было основано на двух ограничителях и сваренных пластинчатых



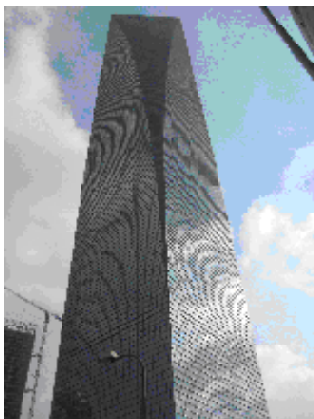
*The Hearst Tower, Нью-Йорк.
Арх. Норман Фостер*



*Commerzbank,
Франкфурт- на-
Майне. Арх.
Норман Фостер*



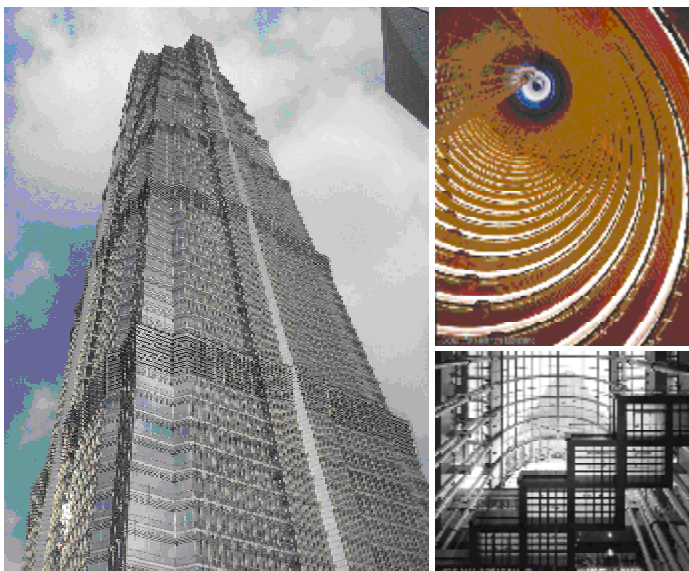
*The Pearl River Tower
(башня жемчужной
реки). Китай.
Арх. Скидмор, Овингс
и Мерилл (SOM).*



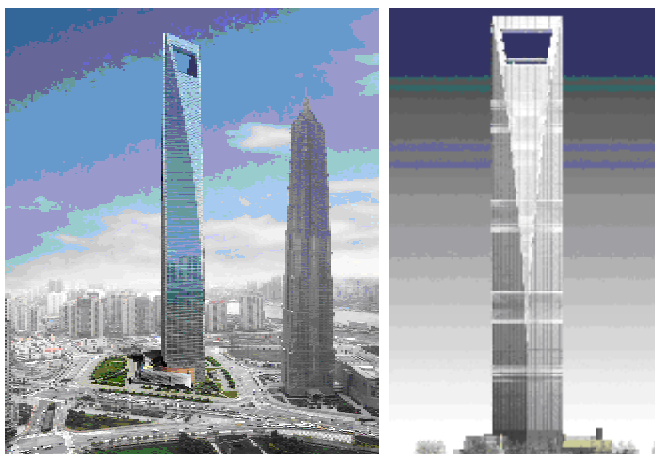
*Шанхайский Всемирный
Финансовый Центр
(SWFC, 2003). Арх. Кон,
Пэдэрсэн и Фоке (KPF).
Высота здания 492 м,
объект выполнен по
заказу японской
компании-магната
Мори (Mori corp.),*



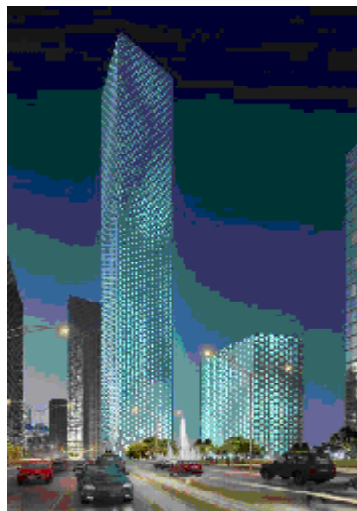
*Всемирный
торговый центр в
Бахрейне (пример
ветрогенераторов)*



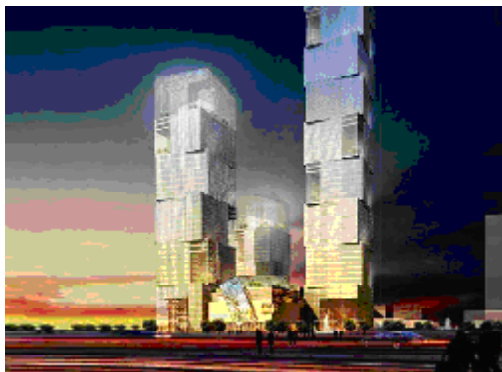
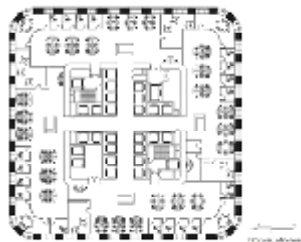
Бизнес-центр Джин Мао в Шанхае (Китай). Арх. Скидмор, Овингс и Мерилл (SOM,1998). Включает в себя офисы и 5 звездочную «супер» гостиницу Хайят и театр, расположенный в подиуме. Высота здания 420м, дизайн символизирует китайскую пагоду, сложная фасадная система - стальные панели, образуют сетку, наложенную на фасад. Конструктивно здание имеет классическое и простое решение – центральное ядро вертикальных коммуникаций, окружают которое пространство офисов и гостиницы совмещается со сложным многоэтажным атриумным пространством, самым длинным в мире.



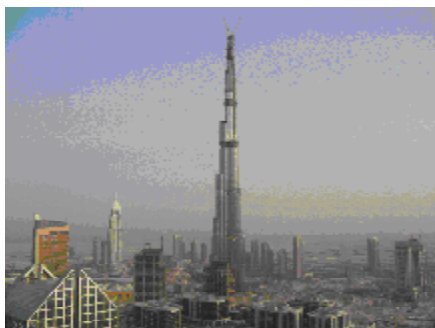
Всемирный деловой центр стал визитной карточкой Шанхая, Китая и всего мира – являясь ярким строгим и высоко-технологичным проявлением строительных технологий и достижений в области архитектуры в целом. Его необычная структура многогранности и статичности и динамики вызывает восхищение, напоминает собой величие стремительное развитие КНР.



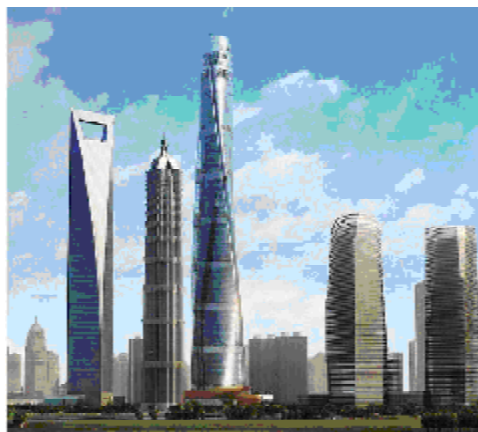
Башня в Тяньджине (Китай, 2005). Арх. Янсонг Ма (MAD). 358м. 80 - ти этажное здание. Основные несущие конструкции – наружные стены плюс внутреннее ядро коммуникаций. Включает в себя офисы, гостиницу, торговые помещения. Интересное решение бионической структуры здания находится в тандэме с высокими технологиями (безколонной структурой). Здание напоминает простое и дизайнерское творение с «пчелинными сотами» лежащими в основе построения фасада.



Башни «Теда» в Тяньджине (Китай). Арх. Аткинс. Здание имеет офисы, гостиницу и личное жилье. 365 м, 80 этажей, 2009 –окончание строительства.



Бурж Дубаи. Арх. Скидмор, Овингс и Мэрилл (SOM). Архитектор Адриан Смит, Конструктор Билл Бэйкер. Высота больше 1000м, 465 000 м², 206 этажей. Окончание 2009 г. Включает в себя гостиницу Giorgio Armani, личные апартаменты, офисы. Железобетонная структура выстроена исходя из ветровых нагрузок, гексагональная и «Y» образная в плане.



Башня в Шанхае. Арх. Маршалл Штрабала. Начало строительства 2007. Высота 632 м. 128 этажное здание является сложнейшим конструктивно-бионическим объектом, при такой этажности корпус здания развернут по оси.



Китайский мировой финансовый центр в Пекине. Арх. Скидмор, Овингс и Мэрилл. Общая площадь объекта 280 000 м². Высота 330м. 74 этажа. Год окончания строительных работ 2009.

прогонах, предающим большую компактность профилям. Иногда, в особых случаях, применяются более надежные типы балок, так называемые («гибридные балки»). Преднапряженный бетон предпочтительно используется в гостиницах и жилье, где нагрузки увеличены, и высота этажа достигает не более 3 метров. Интересно, что эти две системы объединены в Shard (Лондон) и используются в зданиях с легкими этажами офиса в более низкой части.

Конструктивная безопасность высотных зданий. Два ключевых прецедента повлияли на конструктивный проект высотных зданий (Ronan Point и 9/11). Прогрессивное обрушение одного угла 23-этажного блока квартиры Ronan Point в Лондоне в 1968 году было вызвано обычным взрывом газа. Несмотря на выразительность от полной высоты застекленной стены, давление повысилось до нескольких пиков миллисекунды 12 lb/in^2 (83 kN/m). Группы стен фронтона из бетонных панелей гасили в статическом эквивалентном давлении приблизительно 3 lb/in^2 (21 kN/m^2), но больше всего стена стороной к смежной квартире была повреждена давлением, оцененная в 5 lb/in^2 (34 kN/m^2). Это число стало мерой ключевого элемента в британских Строительных нормах и правилах и было включено в Еврокодексы.

11 сентября 2001 года Боинг 767s врезался в каждую из 110-этажных «башен близнецов» Центра международной торговли в Нью-Йорке. Несмотря на массивное конструктивное повреждение, башни (WTC 1 и 2) стояли за около 1-2 часов перед падением, после обстрела. Третья, стоящая поблизости (WTC 7), горела в течение 7 часов, прежде чем упасть. Эта ситуация вызвала немедленную реакцию двух различных групп специалистов. После тщательного анализа ситуации, был дан компетентный ответ на такой трагический исход.

Два международных Центра Финансов (2IFC), 88-этажные 420 m офисные высотные башни находились под строительным надзором в Гонконге. Конструктивная основа обеспечена высокопрочной сталью и бетонными армированными колоннами. Детальные динамические исследования, которые показали, что башни могут противостоять даже прямому воздействию аэродвигателя, были выполнены. Парадокс заключался в том, что даже допущенной инженерной ошибки по устойчивости здания было достаточно, несмотря на новое понимание катастрофических авиационных атак террористов.

Ведущий британский банк подписал обязательство арендовать здание в Канарском Причале Лондона для своего нового штаба. Команда проектировщиков рекомендовала приложение двух вторичных ядер спасения, в бетоне, как дополнение к центральному главному ядру. Они также выполнили нелинейный анализ, который показал, что основные линии прогона (включая периметр) на каждом уровне были сделаны непрерывными, здание могло противостоять удалению любой колонны. Эти модификации были включены по относительно скромной дополнительной стоимости. Требование Британских Строительных норм и правил, что здание должно быть разработано таким образом, что при несчастном случае это не должно

приносит повреждение по диспропорциональной причине. Здание было проверено и выдержало испытание, по крайней мере, по конструктивным условиям. Но как быть с огнем? Конструктивная разработка пожара может успешно моделировать поведение здания в огне, принимая во внимание пассивные и активные условия сопротивления пожару, и крах WTC 1 и 2 башни-близнеца в 2001 году, и Torre Windsor в Мадриде в 2005 году – все нужно сослать на диспропорции. WTC 7 – специфический случай, и никогда не может полностью рассчитываться, хотя уход от чрезмерного перенасыщения топливного хранения внутри или близко к зданиям – возможно, хороший урок. Пожарная безопасность высотных зданий зависела от многих конструктивных решений, но самое главное, что разработанная защита правильно установлена и хорошо обслуживается.

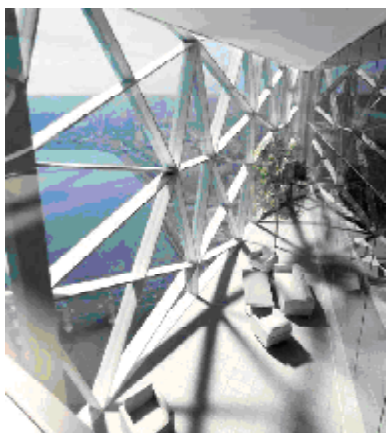
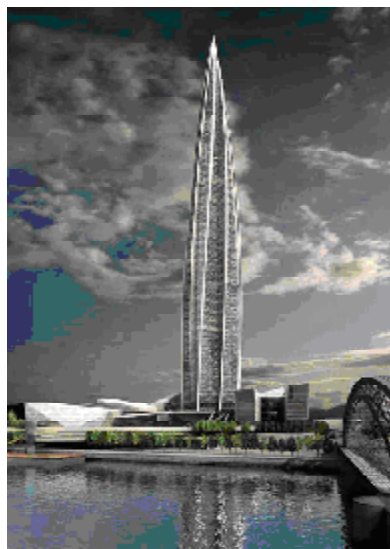
Конструктивная устойчивость высотных зданий. Самый трудный аспект конструктивного решения здания становится более сложным – эффект отражения бокового движения вибрации на человеческом комфорте. Предсказание интенсивности ветра и чувствительности людей к движению, оба могут быть только описаны в теории вероятности, последний также, в зависимости от того, работают ли люди в офисе или отдыхают дома. Оценки конструктивного демпфирования показали сверхоптимистическое (то есть на высоте) прошлое. Кроме того, демпфирование, кажется, меньше с высотой, у большинства зданий по 175 m наличие только критического отношения приблизительно 1%. Ценная корреляция теории и практики обеспечивается аппаратурой трех высоких зданий в Чикаго. Установлено, что 1 % является соответствующим стальной трубчатой системе, в то время как здание с бетонным ядром и внешними ребрами на двух уровнях приближаются к 2 %.

Первое конструктивное решение, которое обеспечивало дополнительный контроль вибрации, была установлено при использовании регулирующих демпферов массы, существенной масса, приостанавливающее поток ветра около вершины здания. Регулирующие колонны в виде жидкостных демпферов получили популярность, начиная с их первого использования в One Wall Centre, Vancouver. На крыше законченного объекта в 2001 году предусматривалось два резервуара по 37 тонн воды. Оба сконструированных массовых и жидких демпфера занимают важное место в проектировании высотных сооружений. Вязкие демпферы массы – сначала были использованы для сопротивления землетрясению, а позже использовались и в охлаждающих системах, и в системе внешних ребер. При этом увеличение демпфирования приблизилось к 10 %.

Скульптурные импровизации художественного образа высотных зданий XXI века. Что же привносит в конструктивный проект высотных зданий новый век? Мы можем с большим восторгом ждать лучшего понимания динамики и комфорта, внедрять больше инновационных систем демпфирования и для ветра, и для землетрясения, и улучшенного контроля усадки и наклона зданий. Увеличилось использование лучших материалов: высокопрочная сталь,



**Гуанжоу (Китай).
Башня смешанного
типа (офисы,
апартаменты,
гостиница Хайят).**
Арх.Готтлиб и партнеры
(Goettsch & partners). 66
этажей, высота 305 м,
430 000 м² офисов, 180
номеров отеля «Hyatt»,
174 частных
апартаментов, 24
кондоминиума и
паркинг на 700 машин.
Объект соединен с 2
станциями метро,
планируется как главный
деловой центр в городе .



Россия, г.Охта. Башня «Газпром». Арх.
РМЖД (RMJM) лондонская фирма
предлагает 396-метровый небоскреб.

высокомодульный бетон. Более широко мы можем предвидеть события в вертикальном транспортировании, с лифтами, уже приспособленными к экстренному спасению людей. Жизнеспособные башни будут использовать меньше энергии, чаще и безопаснее контролировать окружающую среду, а растительность «пропитает» здание, не нарушая своего симбиоза с природой.

Высотные здания все больше и больше рассматриваются как *скульптура*. Странные и соблазнительные формы создаются, но только потому, что мы можем рисовать кое-что, не подразумевая, что мы можем строить это! Однако, часть из того, что строится, сформулировала новые стандарты. Так же как ветровые турбины, 71-этажная Башня Жемчужной реки, Гуанчжоу максимизирует дневной свет, минимизирует силы ветра, собирает дождевую воду, и производит электричество от фотогальванических площадок широкого масштаба. 74-этажный Al Hamra Кувейтского Города Firdous Tower принимает интригующую скульптурную форму, которая максимизирует в себе эстетику и минимизирует использование солнечной энергии.

Литература:

1. Антонио Терранова. Небоскребы / пер. с англ. В. Г. Яковлев. – М.: АСТ: Астрель, 2004.
2. Белоголовский В. Небоскребов не должно быть много...? Цезарь Пелли об архитектуре высотных зданий / В. Белоголовский // Архитектурный вестник. – 2005. – №2005. – №4(85). – С. 168-177.
3. Бродач В. В. Высотные здания / В. В. Бродач, Н. В. Шилкин // АВОК. – 2004. – №1. – С. 8-18.
4. Дмитриева И. Современное высотное строительство: эффективные технологии и материалы / И. Дмитриев // Технологии строительства. – 2005. – №7(41). – С. 4-10.
5. Колубков А.Н. Многофункциональные высотные комплексы в Москве на Мосфильмовской улице / А.Н. Колубков, Н.В. Шилкин // АВОК. – 2006. – №8. – С. 8-17.
6. Генералов В. П. Особенности проектирования высотных зданий: учеб.-методич. Пособие / В. П. Генералов; Самарск. гос. арх.строит. ун.-т. – Самара: Самарское книжное изд-во, 2007. – 256 с., ил.