

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ В АКВАТОРИИ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ С УЧЁТОМ СПЕЦИФИКИ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ОСТРОВОВ В ЦЕЛЯХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ АВАРИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

**Е.В. Фейгина**

*Главный архитектор Центра наукоёмких производств РАН,  
Московский Центр Карнеги*

### Вступление

В рамках подготовки к проведению Олимпийских игр 2014 года согласно существующим проектам в районе Сочи запланировано строительство более десяти искусственных островов, на которых будет располагаться часть олимпийских объектов.

Как пример рассмотрим комплекс "Федерация" с учётом геоклиматических особенностей Краснодарского края.

Преобладание горного рельефа с резким перепадом высот и крутым берегом, открытое побережье, где трудно найти место с укрытием от волнения и ветров, а также ограниченное число подходящих участков без застройки, но вблизи инженерных коммуникаций делают выбор места проблематичным. Поэтому конфигурация намывных сооружений, включая оградительные, напрямую зависит от конкретных факторов – предполагаемого места размещения высотного здания, рельефа местности, глубин на акватории, ветрового и волнового режимов, размеров и конфигурации береговой территории, геологических условий и т.д. В состав проектной документации обязательно включаются научно-исследовательские изыскания по определению параметров волнового воздействия и основных характеристик оградительных сооружений, математическое и физическое моделирование.

Математическое моделирование (ММ) выполняется с целью исследования трансформации волн, течений, взаимодействия волн с дном и сооружениями в прибрежной зоне, включая зону обрушения волн, а также для оценки водообмена и литодинамических процессов на рассматриваемом участке побережья, определения волновой картины в закрытых акваториях.

Физическое моделирование (ФМ) необходимо для определения устойчивости и эффективности работы сооружений. На плоской модели в волновом лотке проверяются устойчивость и эффективность фрагментов конструкций сооружений. ФМ на пространственной модели выполняется для определения эффективности и подбора оптимальной компоновки всего комплекса исследуемых сооружений. Нередко в ходе проведения

## Предотвращение аварий зданий и сооружений

---

ФМ на пространственной модели подбираются проектные решения, позволяющие значительно снизить стоимость строительства.

ФМ и ММ предшествуют разработке морской составляющей рабочего проекта. То есть морская составляющая, проектирование всей гидротехники базируется в том числе и на данных, полученных в результате моделирования. В состав проекта также входят:

- инженерно-геологические изыскания, в том числе на море;
- разработка раздела “Охрана окружающей среды”;
- разработка раздела “Противопожарные мероприятия”;
- разработка раздела “ИТМ ГО и ЧС”.

Вместе с тем действующий ГрК РФ содержит новый раздел: “Перечень мероприятий по обеспечению доступа инвалидов к объектам здравоохранения, образования, культуры, отдыха, спорта и иным объектам социально-культурного и коммунально-бытового назначения, объектам транспорта, торговли, общественного питания, объектам делового, административного, финансового, религиозного назначения, объектам жилищного фонда”. При этом большая часть стоимости строительных затрат приходится на гидротехнические сооружения: оградительные конструкции, причалы, набережные стенки, доки и слипы для подъёма и спуска судов и т.д.

Стоимость строительства напрямую зависит от конструктивных решений. Необходимо учитывать длину оградительных и берегоукрепительных сооружений, тип и конструкцию оградительных сооружений, буронабивных свай, вместимость гавани, природные условия, количество и характеристики судов, которые планируется принимать, техническое оснащение и т.п.

При проектировании высотных зданий необходимо учитывать принцип инженерно-коммуникационной автономности, который включает в себя наличие современных инженерных систем, снабжённых мощными очистными сооружениями по опреснению морской воды.

Данные виды инженерных систем предусматривают проектирование конструкций решётчатых ферм, которые позволяют снизить влияние ветровых нагрузок и придать зданию большую устойчивость, жёсткость которого обеспечивается вертикальными решётчатыми связями по внешнему периметру ядра жёсткости. В качестве диафрагм жёсткости могут быть использованы железобетонные межсекционные внутренние стены, а также стены лестничных клеток. При этом форма здания рассчитывается таким образом, чтобы не только свести к минимуму ветровую нагрузку на здание, но и не нарушить воздушный баланс среды и обеспечить комфорт пешеходам.

Форма здания имеет большое значение для ветровой нагрузки  $w = c q$ , где  $c$  – аэродинамический коэффициент, который для башенных

## Предотвращение аварий зданий и сооружений

---

зданий имеет значение 1,4-1,6. При этом необходимо стремиться к симметричным планам. Но симметричные или относительно симметричные планы неприемлемы для высотных зданий, так как, кроме напряжений изгиба, они вызывают ещё и крутящие моменты. При этом облегчённые жёсткие конструкции зданий с учётом фасадных панелей являются одной из причин значительного повышения их стоимости. Шероховатые или гибкие поверхности здания могут оказывать на значение коэффициента  $c$  большое влияние, определяемое путём исследований.

Применяемые вентилируемые стеклянные фасады представляют собой “рубашку”, которая как бы надевается на фасад здания. Первый фасад находится на некотором расстоянии от стены здания, второй – на высоте 0,6 м. Внешняя стена воспринимает ветровые нагрузки, защищает здание от осадков, частично поглощает солнечную энергию, поэтому для неё используют “холодный” профиль и одинарное глухое остекление. “Второй фасад” – наиболее важен, он состоит из системных профилей и стекла. Немаловажно, что в вентилируемых стеклянных фасадах используется нестойкое стекло. При установке его в переплёт с зазорами 3-5 мм по периметру оно выдерживает нагревание в течение 10-15 минут, после чего отжигается и превращается в обычное, тогда наступает предел огнестойкости стекла.

Любопытно, что между двумя фасадами оставляется воздушный промежуток, в котором циркулирует воздух за счёт перепада температур, давлений. При этом оптимальным является обеспечение не только вертикальной, но и горизонтальной циркуляции воздуха в воздушном промежутке между двумя фасадами. Здание, между тем, будет охлаждаться естественным путём. Причём “мокнущие” фасады в том числе должны обеспечивать защиту от солнца, достаточное энергосбережение, безопасность, самоочищение и защиту от шума. Твёрдое пиролитическое покрытие двойного действия разлагает органические загрязнения и обеспечивает условия для быстрого и эффективного очищения стекла во время дождей и волновых приливов. Такое стекло сочетает в себе самоочищающиеся свойства с солнцезащитными для поддержания прохладной атмосферы внутри помещения. При использовании больших площадей остекления пропускание солнечной энергии может оказаться весьма высоким, если его не контролировать. Поэтому данные технологии сочетают в себе эффективные теплоизоляционные свойства с одним из самых низких  $U$ -значений для стеклопакетов и широкие возможности по солнцезащите. Солнцезащитное энергосберегающее стекло с твёрдым покрытием сочетает в себе высокую светопропускаемость, сравнительно низкий коэффициент отражения, теплоизоляционные и солнцезащитные свойства. Вот как может выглядеть примерная схема распределения зоны ветров согласно международной классификации.

## Предотвращение аварий зданий и сооружений

---

На самом деле стоимость несущих конструкций самого здания достаточно низкая, что сопоставимо с затратами, которые требуются на фасад, коммуникации и отделочные работы. Если учесть, что все технические системы и внешний вид здания морально и физически стареют в процессе эксплуатации, а несущие конструкции на том же временном отрезке практически не претерпевают изменений, то из этого следует, что каркас необходимо проектировать с особой тщательностью. Цель его в данном случае – обеспечить (наряду с прочностью, устойчивостью и жёсткостью) возможность взаимозаменяемости при минимальных сечениях, составляющих каркас элементов. В высотных зданиях целесообразно использовать совместную работу внутреннего ядра жёсткости и наружной оболочки. Она может обеспечиваться балками перекрытий или введением в пределах технических этажей ростверков, рассчитанных на восприятие сдвигающих усилий, которые возникают при совместной работе внутреннего ядра жёсткости и наружной оболочки. В таких случаях обе конструкции должны опираться на единый фундамент – общую железобетонную плиту или систему глубинных опор. Ядрооболочковой конструкции стараются придать симметричное в плане очертание, чтобы избежать закручивания при действии ветровой нагрузки.

Так Комплекс “Федерация” представляет собой многоуровневый подиум с двумя разновысотными башнями, объединёнными общей стилобатной частью. Между ними размещена мачта двух панорамных лифтов, связанная переходами с башнями в трёх уровнях на отметках 106, 214 и 330 м, что не случайно, так как в противном случае по закону Бернулли между двумя башнями возникали бы очень сильные ветровые нагрузки.

Лестнично-лифтовые узлы расположены в центрах башен. В башне Б предусмотрено 14 лифтов, в башне А – 12. По периметру эти узлы обнесены мощными железобетонными стенами, обеспечивающими совместно с другими конструкциями поперечную жёсткость башен. Лифтовые узлы находятся внутри и имеют по три выхода. По наружному треугольному контуру башен расставлены мощные мегаколонны прямоугольного сечения железобетонного каркаса здания. Между лестнично-лифтовыми узлом и колоннами наружного контура установлены промежуточные колонны круглого сечения, обеспечивающие приемлемые значения расчётных пролётов монолитных перекрытий.

Площади между лестнично-лифтовым узлом и наружными стенами занимают офисы и другие помещения. Причём лестнично-лифтовые узлы в башнях занимают значительную часть площади этажа.

Конструктивная часть башен – ствольно-каркасная. Несущие конструкции спроектированы из монолитного железобетона. Вертикальные несущие выполняют из высокопрочного бетона класса В60 и выше, перекрытия – из бетона В40.

## Предотвращение аварий зданий и сооружений

---

Мостовые переходы между мачтой и башнями также выполнены из стальных конструкций в виде ферм, балок и других элементов. При этом с башней Б несущие конструкции переходов соединены жёстко, а с башней А – шарнирно-подвижной связью, что обеспечивает независимое вертикальное и горизонтальное перемещения каждой башни. Кроме того, переходы оборудуются противопожарными тамбурами с водяными завесами.

Фасады башен, мачта и переходы полностью остеклены и не имеют естественного проветривания через наружные стены. Стеклопакеты светопрозрачной фасадной системы каждой из башен выполнены из утолщённого наружного стекла и стекла типа “триплекс” с внутренней стороны. В этой связи необходимо отметить, что применение сплошных светопрозрачных фасадных систем из-за низкой теплозащиты допустимо в нашей стране и, в частности, в г. Москве, только для очень престижных зданий. Приведённое сопротивление теплопередаче таких конструкций не превышает  $0,7 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ , в то время как наружные стены по нормам для Москвы должны иметь этот показатель равный  $3,15 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ . Это значит, что светопрозрачные фасадные системы обладают теплоизолирующей способностью в 4,5-5,0 раз более низкой, чем обычные наружные стены.

С точки зрения физической жизни комплекс простоят свыше 100 лет. Особенно учитывая, что состояние конструкций и инженерных систем будет постоянно контролироваться.

Если говорить о системе пожарной безопасности, то пожарные нормы в России, применявшиеся и при возведении комплекса “Федерация”, ужесточены по сравнению с мировыми в два раза. Огнестойкость конструкции составляет 4 часа.

Витражные конструкции решены без видимых импостов, подчёркивая однородную структуру стеклянных объёмов башен.

При этом двойной фасад в башнях был выбран не случайно. Это было сделано в целях экономии на вентиляции и кондиционировании всей системы в целом. На технических этажах башен располагаются специальные системы, обеспечивающие бесперебойное снабжение всего комплекса холодной, горячей водой, а также теплоносителем для отопления, электричеством.

В комплексе (рис.1) задачей ужесточения несущего каркаса и перераспределения давления, в основном от горизонтальных воздействий на периферийные колонны является проектирование металлических ферм внутри башен. Для этих целей проектируются дополнительные металлические фермы, включая аутригерные (коромысловые), жёстко связанные с монолитным железобетонным ядром здания и опоясывающие (бандажные) по несущему контуру (рис. 2).

## Предотвращение аварий зданий и сооружений



Рис. 1

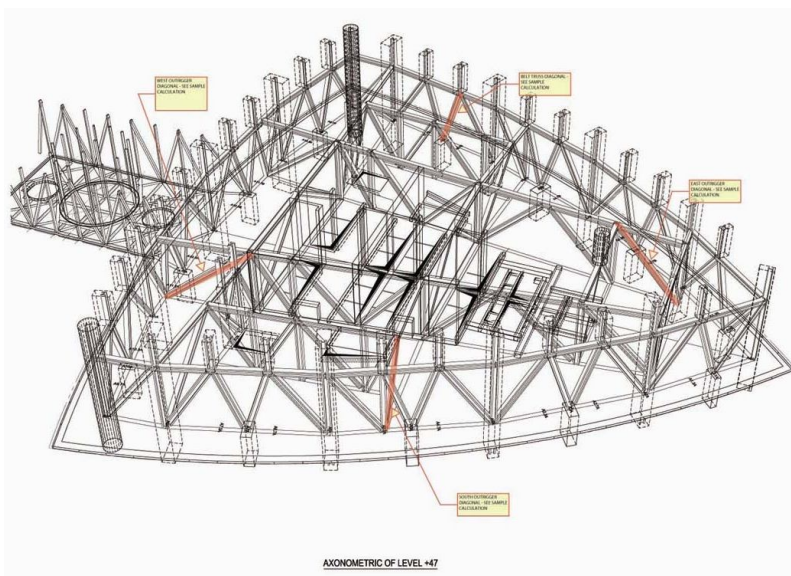


Рис. 2

Фингеры и аутригеры применяются для компенсации ветровых нагрузок. Коромысловые фермы служат для соединения аутригерных ферм, располагаемых параллельно облицовочным панелям, с ядром жёсткости здания. К аутригерным фермам крепятся мосты – переходы, являющиеся опорами шахты лифта в горизонтальной плоскости.

С точки зрения конструктивных особенностей лифтовые шахты высотных зданий находятся в тесной взаимосвязи с конструкцией каркаса, что можно проследить по мостовым переходам ядра жёсткости на примере комплекса “Федерация”. Также в плане компоновка ядра жёст-

## Предотвращение аварий зданий и сооружений

---

кости может существенно различаться с учётом конфигурации и характера расположения лифтовых шахт, что также отражается на их площади. В то же время конструкции лифтов с учётом конструктивных особенностей и планировочных решений отразились на их планировочных функциях.

Специфика конструктивных особенностей высотных зданий находит своё отражение на характере влияния функциональных связей, что способствует созданию системы гибких планировочных модулей. Вышеизложенные особенности можно наблюдать на примере проектирования комплекса “Федерация”.

В настоящее время в высотном строительстве ряда стран наметились тенденции перехода к модульной планировке, характеризующейся стремлением к увеличению модульных ячеек каркаса зданий ради получения широкой свободы в планировочных решениях.

В связи с большой высотой башен “Федерация” существенной проблемой для проектировщиков было рациональное распределение по вертикали функциональных зон, так как от этого зависели необходимое количество лифтов и общая площадь лестнично-лифтового узла. Исследования немецких учёных показали, что поскольку время ожидания лифтов жёстко нормируется, то с ростом высоты небоскрёбов в ряде случаев может возникнуть ситуация, при которой лестнично-лифтовой узел будет занимать до 60% площади этажа. Известно, что в офисах на единицу площади приходится в 2,5-3,5 раза больше людей, чем в гостиницах и апартаментах и соответственно увеличивается требуемая энергоёмкость. В результате маркетинговых исследований было установлено, что размещать в башнях только офисные помещения нецелесообразно, поэтому в верхних этажах “Федерации” размещены апартаменты, а в средней части – номера отеля “Hyatt”. Нижняя часть башен отведена под офисы.

Лестнично-лифтовые узлы расположены в центрах башен. По периметру эти узлы обнесены мощными железобетонными стенами, обеспечивающими совместно с другими конструкциями поперечную жёсткость башен. Лифтовые узлы находятся внутри и имеют по три выхода. По наружному треугольному контуру башен расставлены мощные мегаколонны прямоугольного сечения железобетонного каркаса здания. Между лестнично-лифтовыми узлами и колоннами наружного контура установлены промежуточные колонны круглого сечения, обеспечивающие приемлемые значения расчётных пролётов монолитных перекрытий.

Площади между лестнично-лифтовыми узлами и наружными стенами занимают офисы и другие помещения. При этом лестнично-лифтовые узлы в башнях занимают значительную часть площади этажа.

Участок строительства 13 расположен в комплексе Московского Международного делового центра (ММДЦ) “Москва-Сити” на Краснопресненской набережной реки Москвы.

## Предотвращение аварий зданий и сооружений

В башне А, имеющей 93 этажа, расположены офисы, апарт-отель и гостиница. 33/34, 47/48, 61/62 и 87/88 этажи являются техническими.

В башне Б, имеющей 63 этажа, в переходах между башнями, на 33, 47 и 60/61 этажах расположены общественные рекреационные зоны (рис.3).

Фасады башен, имеющие сложную геометрическую форму, решены в сплошном остеклении, преимущественно без открывания, фасад мачты панорамных лифтов также полностью остеклён.

Фасады 4-уровневого стилобата решены также в сплошном остеклении с внутренним тёплым контуром и наружным экраном из стеклянных панелей с нанесением полихромной печати с мотивом морской волны.

Решения по фасадам высотных башен предполагают использование высококачественных витражных, стальных конструкций, разработанных и выполняемых ведущими специализированными фирмами.

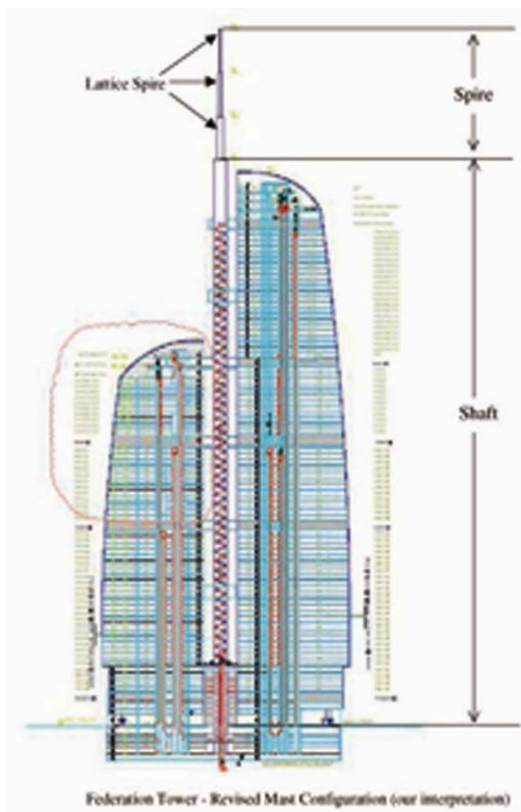


Рис. 3



## **Предотвращение аварий зданий и сооружений**

---

Остекление производится стеклопакетами, рассчитанными на российские условия и имеющими наружное, небьющееся стекло типа “триплекс”.

Витражные конструкции решены без видимых импостов, подчёркивая однородную структуру стеклянных объёмов башен.

Стёкла, прикрывающие торцы плит перекрытий, выполнены с нанесением полихромной печати с мотивом “небо в облаках”.

Остекление мачты лифтов выполнено в гнупом остеклении “триплекс” по конструктивному расчёту монтажной фирмы.

Переходы между башнями и четырёхуровневая линза над прямоугольной стилобатной частью остеклены стеклопакетами.

Венчающие этажи башен, где будут расположены ресторан, скайбар и VIP-апартаменты, имеют остеклённую кровлю “покатой” формы, выполненную из стекла типа “триплекс”.

Решения по освещению фасадов предполагают их постоянную подсветку в ночное время и усиленную декоративную подсветку в праздничные дни.

В целом, фасадные решения соответствуют решению, утверждённому ранее на архитектурном совете.

### **Общее описание комплекса “Федерация”**

Башня А комплекса “Федерация” является высотным железобетонным каркасным зданием высотой в 93 этажа (354 метров).

Для целей восприятия боковых нагрузок на здание и распределения гравитационных нагрузок между системами конструкций предложенная конструктивная схема включает в себя аутригерные (коромысловые) стальные фермы и опоясывающие (бандажные) стальные фермы, встроенные в конструкции технических, 31-го, 47-го и 61-го этажей, соединяющие центральное ядро здания с периметровыми колоннами.

Аутригерные и опоясывающие фермы являются неотъемлемой составной частью системы сопротивления боковому нагрузкам и системы восприятия и распределения гравитационных нагрузок.

Так как центральное ядро в силу своей гибкости не в состоянии самостоятельно воспринять переворачивающий момент от действия боковых нагрузок, аутригерные фермы перераспределяют его с центрального ядра к системе наружных колонн, тем самым включая наружные колонны в систему сопротивления. Они в то же время служат опорными конструкциями для внутренних колонн и стен, не являющимися частью системы боковых нагрузок, и воспринимающими только собственный вес, с целью максимального уменьшения их размеров и армирования.

Назначение опоясывающих ферм – распределить, по возможности наиболее равномерно, нагрузки от аутригерных ферм на наружные ко-

## Предотвращение аварий зданий и сооружений

---

лонны здания, тем самым включая их в работу. В дополнение, что является характерной особенностью данного проекта, опоясывающие фермы воспринимают и переопределяют нагрузки от наружных колонн на 49-м и 63-м гостиничных этажах, смещённых в связи с переходом от сетки колонн 7,25 м на сетку 4,95 м.

В дополнение к описанному выше, аутригерные и опоясывающие фермы играют центральную роль в способности конструкции к самораспределению усилий и восприятию прогрессивному разрушению. В случае внезапной потери колонны здания в любой части конструкции система ферм за счёт встроённых в бетонные конструкции элементов, работающих как подвески, позволит перераспределить усилия на близлежащие колонны и стены ядра. Эти мероприятия являются дополнительными к системе прогрессивного разрушения, описанной ранее в проекте здания в соответствии с требованиями МГСН 4-19.2006.

Все элементы стальных ферм обетонируются бетоном основных конструкций здания. Фермы рассчитаны таким образом, что каждое стальное сечение способно самостоятельно воспринять осевые растягивающие или сжимающие нагрузки, приложенные к элементу. Обетонка рассчитана на обеспечение устойчивости элемента, благодаря высокой жёсткости бетона. Таким образом она позволит максимально использовать допускаемые сжимающие напряжения при расчёте сечения элементов. Обетонка обеспечит требуемые 4 часа огнестойкости всей конструкции для фермы и каждого её элемента в отдельности.

В пределах конструкции аутригерного этажа бетон прикрепляется к стальному сечению расчётным количеством стад-болтов для обеспечения как композиционной взаимной работы материалов, так и сцепления материалов в течение жизни конструкции.

Под аутригерным этажом и над ним все вертикальные элементы ферм продолжают по всей длине колонн или стен ядра в конструкции одного соседнего этажа. Стад-болты привариваются к колоннам-стойкам для передачи усилий от бетона к стали и обратно. Это позволяет усилиям ферм равномерно передавать нагрузки в бетонные конструкции здания.

Три мостовых перехода и две консольные опоры, закреплённые к Башне А, создают опоры мачте. Конструкции пола моста действуют как горизонтальные консоли для передачи боковых нагрузок мачты на конструкции этажей башни А, работающих как жёсткие диафрагмы в уровне нижнего пояса аутригерных и опоясывающих ферм.

Конструкции перекрытия мостов также работают как горизонтальные консоли от башни А. Конструкции перекрытия значительно легче конструкций пола, так как они обеспечивают восприятие боковых нагрузок, действующих только на кровлю здания.

Использование в проекте стальных ферм, а не железобетонных стен связано с несколькими наиболее важными причинами: в соответст-

## Предотвращение аварий зданий и сооружений

---

вии с геометрией здания оси аутригеров невозможно точно расположить по осям стен ядра. Это условие создаёт необходимость разрешить восприятие усилий аутригера по двум направлениям, что очень просто сделать стальными конструкциями и очень сложно – железобетонными из-за сложной детализовки узлов, передающих усилия.

Стальные конструкции ферм позволяют обеспечить максимальное свободное пространство между элементами, позволяющее прокладку коммуникаций и расстановку оборудования. Бетонные стены ограничили бы в большей степени эту свободу как внутри, так и по периметру.

Колонны здания проектируются с небольшим уклоном, повторяющим уклон фасада здания. Уклон продолжается через технические этажи с аутригерами. Однако, в интересах упрощения детализовки конструкции ферм устраиваются вертикально, без уклона.

Перехват нагрузок колонн – прямые гравитационные нагрузки.

Аутригерные и опоясывающие фермы также служат для передачи нагрузок колонн, перехватываемых выше технического этажа. Гравитационные нагрузки таких колонн передаются от железобетонной колонны на ферму через колонну-стойку, снабжённую стад-болтами, и затем через ферму на низлежащую колонну.

Эластичное укорочение конструкций вследствие процессов усадки и ползучести бетона происходит в течение всей жизни здания. Дополнительные усилия в элементах ферм возникают благодаря этому процессу. Величина усилий определяется путём проведения компьютерного анализа усадки и ползучести в колоннах и стенах ядра по модели, предложенной Американским институтом бетонов. В результате анализа определяется действительное перераспределение усилий до фундаментов, придавая наибольшую точность результатам расчётов.

В ходе исследования ветровых нагрузок на комплекс “Федерация” были получены прогнозы полномасштабных ветровых нагрузок путём испытания модели проектируемого комплекса в масштабе 1:500, а также всех окрестностей в пределах полномасштабного радиуса в 600 м в аэродинамической трубе с условиями пограничного слоя (рис.4).

Следует обратить внимание на то, что ветровые нагрузки, представленные в проектном отчёте, включают в себя влияния направленности местного режима ветров. Эти нагрузки не включают в себя коэффициенты запаса прочности, или нагрузки должны применяться к системе фасадов здания точно так же, как если бы это были ветровые нагрузки, рассчитанные с помощью нормативных аналитических методов.

В целом по ходу строительства был внесен ряд изменений. Например, в одной из башен Москва-Сити планировались сначала четыре уровня подземных гаражей, но из-за скальной породы грунтов это оказалось неоправданно дорого, и поэтому сделали только два уровня и несколько надземных ярусов. Для экономии на вентиляции и кондиционировании в

башне появился двойной фасад. Острейшим вопросом был шаг колонн. Наиболее рациональным приняли шаг в 8-10 метров. В одной из башен Москва-Сити в проекте были задуманы смещения этажей вокруг оси центрального стержня, но по инженерным расчётам при осуществлении такого замысла это повлекло бы утолщение перекрытия до двух метров, в связи с чем решение было пересмотрено в пользу более простой – геометрически прямолинейной высотной фигуры. В новой башне Москва-Сити вентиляция сделана не через потолок, а через пол, и освещение помещений происходит с помощью отражённого света (светильники направлены вверх – по зарубежным аналогам). Нет холодного и горячего водоснабжения – всё питается от земли (в плите фундамента сделано восемь свай, через которые идёт забор грунтовых вод), что также рационально использовать и при строительстве намывных территорий.

Ранее сотрудники Экологической вахты по Северному Кавказу высказывали опасения по поводу того, что строительство островов может оказать негативное воздействие на Чёрное море, а также в целом на состояние окружающей среды города-курорта Сочи.

Для оценки воздействия проекта на окружающую среду были детально исследованы процессы загрязнения морской воды, дна и система морских течений. Под руководством академика Российской экологиче-

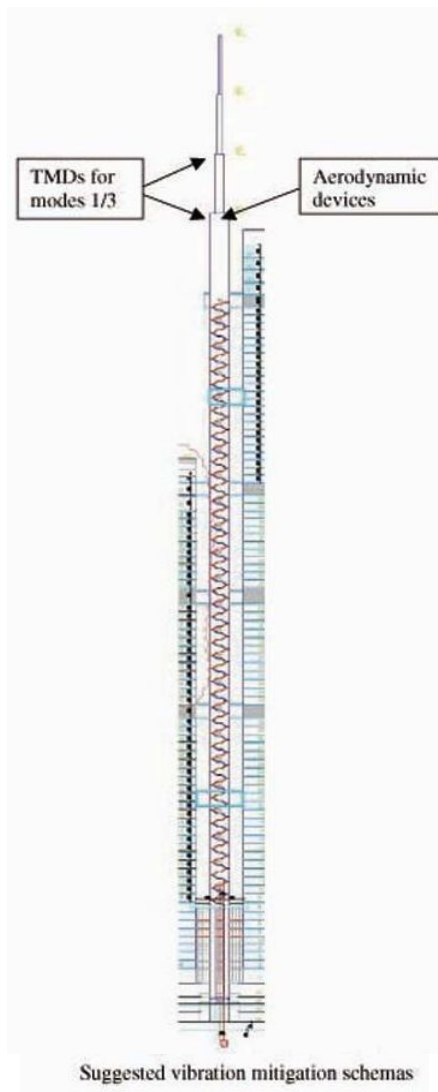


Рис.4

## **Предотвращение аварий зданий и сооружений**

---

ской академии Николая Есина для острова “Федерация” была разработана концепция охраны окружающей среды, реализация которой позволит значительно улучшить экологическую ситуацию в районе строительства.

После окончания строительства острова на нём будут работать сооружения, очищающие бытовые воды и ливневые стоки. Очищенные воды будут сбрасываться в море в 4 км от берега. В результате этих мер объём загрязняющих веществ, сбрасываемых в море, существенно уменьшится по сравнению с современным состоянием. Кроме того, на острове будет создано порядка 30 км песчаных пляжей, также будут созданы песчаные пляжи на побережье напротив острова. В волновой тени острова песчаные пляжи не будут размываться, в отличие от существующих ныне. Таким образом, строительство острова “Федерация” не повредит экологии города Сочи, а только её улучшит. Море в Сочи сейчас не чистое, поэтому в рамках проекта предусмотрено создание очистных сооружений на побережье в районе строящегося острова, которые окажут благоприятное воздействие на чистоту моря.

Организатор проекта обязался соблюдать во время проведения работ по созданию и застройке острова требования по защите окружающей среды.

### **Список используемой литературы**

1. Аэродинамическая устойчивость. Проектный расчёт.
2. Project Phase Report. Проектная документация.
3. Standclad. Проектная документация.
4. Материалы научных конференций.