

УДК 721.25

Крамина Т.А. – доцент**Иванова Е.Ю.** – старший преподавательE-mail: ivanova.e.u@mail.ru**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Инновационные направления повышения качества жилой застройки

Аннотация

Цель работы изучить малоисследованные аспекты, положения и принципы зеленой архитектуры. В данной статье для создания комфортной и безопасной среды обитания человека предполагается применение большепролетных светопрозрачных многопоясных тросовых покрытий, способных создать атриумные пространства над такими городскими образованиями, как «СМАРТ Сити Казань» или «Иннополис», защищая их от внешних неблагоприятных воздействий.

Ключевые слова: большепролетные светопрозрачные защитные покрытия, комфортная и безопасная среда, «Зеленое строительство».

В настоящее время вторжение человека в экологическое равновесие приобрело огромные масштабы и стало причиной необратимых изменений техногенного и антропогенного характера.

В то же время не только природа, но и сам человек, как никогда, остро стал нуждаться в защите, в комфортной и безопасной среде обитания. Природные катаклизмы и экологические катастрофы, участившиеся в последнее время, заставляют ученых интенсифицировать исследования в различных областях науки, в том числе и архитектуре. Архитектура ближайшего будущего призвана перейти на новый этап своего развития, который позволил бы использовать последние достижения научно-инженерной мысли для создания максимально комфортных и безопасных градостроительных образований. При этом нужны новаторские подходы к архитектурному проектированию, новые формы и методы строительства, удовлетворяющие современным требованиям экологичности, экономичности, эстетики, ресурсо- и энергоэффективности. В данной работе в качестве основной технической идеи предлагается рассмотреть возможность применения большепролетных светопрозрачных покрытий над застройкой, позволяющих достаточно простым и рациональным образом организовать атриумные пространства объемом в миллионы кубических метров, в которых создаются «зеленые» зоны комфорта, поддерживаются нормированные параметры микроклимата, световые и акустические режимы, снижаются теплопотери. Могут моделироваться изменения этих режимов в течение суток с целью имитировать ночную прохладу, утреннюю росу, дуновение ветра и т.д. [1]. Проектирование единого надежного защитного покрытия, объединяющего комплексы зданий в одно целое – задача весьма актуальная на сегодняшний день. Важнейшим фактором, стимулирующим работу в этом направлении, является стремление человека снизить теплопотери и защититься от негативных влияний окружающей среды. Это неблагоприятные климатические воздействия и их изменения, загрязнения воздушного бассейна, погодные аномалии, болезнетворные насекомые и др. Криминогенная обстановка и экстремизм также диктуют необходимость организации безопасного во всех отношениях пространства. Кроме того, велико желание снизить ресурсозатратность жизнедеятельности.

Заслуживает внимание зарубежный опыт защиты городов светопрозрачными куполами. Создаются уникальные проекты подобных сооружений (таких как, например, «Купол над Хьюстоном»), многие из которых успешно воплощаются в жизнь. Так, в Казахстане построен светопрозрачный шатер над группой зданий, входящих в самый большой и презентабельный торгово-развлекательный центр. А в Германии защитное покрытие сооружено над центром развлечений «Тропические острова», имеющим внутренний объем 5,5 млн. кубических метров. Если говорить об отечественных разработках, то необходимо отметить изобретение, удостоенное в 2012 году Евразийским

патентом. Это защитное светопрозрачное покрытие над комплексом зданий. Предлагается относительно простая, недорогая, но эффективная в реализации, концепция возведения многопоясной тросовой конструкции защитной оболочки, в основе которой лежат принципы вантовых систем [2]. Такие покрытия не являются новинкой ни для Запада, ни для России. По подобной технологии построен ныне действующий в Санкт-Петербурге дворец «Юбилейный» и спорткомплекс «Минск-арена» в Белоруссии.

Вместе с тем габариты перечисленных выше покрытий несопоставимо малы по сравнению с размерами защитных светопрозрачных сооружений, которые предполагается воздвигать не над отдельными зданиями, а над целыми комплексами жилой застройки. Отсюда возникает необходимость адаптации опыта строительства вантовых систем к специфике предлагаемой эксплуатации.

При проектировании защитных покрытий с успехом может быть заимствован богатый опыт проектирования вантовых конструкций в мостостроении. Это опыт, позволяющий решить проблему перекрытия многокилометровых пространств. Уникальными сооружениями являются мост «Золотые ворота» (г. Сан-Франциско) длиной 1970 метров и высотой опор 230 м и Бруклинский мост длиной 1825 метров в США.

Пятым в мире по длине (2200) является мост Цин Ма в Гонконге. Общую длину 3911 метров имеет висячий мост Асаки в Кайкё в Японии. В 2004 году на юге Франции был построен самый высокий виадук Мийо, опоры которого достигают 343 метра. Он длиннее Елисейских полей и выше Эйфелевой башни [3]. Благодаря вантовой конструкции это великолепное сооружение длиной 2460 метров как бы парит над долиной Тарна [3].

Особенно ценным является отечественный опыт последних лет. Это строительство вантового моста через пролив Босфор Восточный из Владивостока на остров Русский, который называют «Мостом в будущее». Его общая длина 1,6 км, высота пилонов 320 метров. При строительстве моста учтены сложные гидрогеологические и климатические условия эксплуатации: перепады температур в диапазоне от +37 до -30 °С, сильные ветры, тайфуны, ураганы, сейсмическая активность и другие, то есть воздействия, подобные тем, которым могут подвергаться и светопрозрачные защитные сооружения над градостроительными образованиями при экстремальной ситуации.

Необходимо учитывать, что ставится задача создания комфорта и безопасности не локальная, а для целого жилого комплекса, квартала, микрорайона, а, в перспективе, целого города с небольшой численностью населения. Крупномасштабность защитного покрытия, его многофункциональность накладывают дополнительные требования к степени ответственности и экономичности конструктивных решений. Анализ основных типов большепролетных конструкций позволяет сделать вывод о том, что наиболее рациональной в данном случае следует считать висячую пространственную многопоясную конструкцию с предварительным напряжением вант, тросов, цепей или канатов, работающих только на растяжение и несущих нагрузку от ограждающих элементов. Их достоинство заключается в том, что работа пролетного элемента на растяжение позволяет максимально использовать расчетное сопротивление высокопрочных сталей [3]. Благодаря этому можно перекрывать столь большие пролеты при относительно невысоком расходе металла.

Тросы, канаты изготавливаются из стальной холоднотянутой проволоки диаметром 0,5÷6 мм с пределом прочности до 220 кг/м². В зависимости от конструкции они бывают спиральные, многопрядевые, закрытые, полузакрытые, из параллельных проволок, плоские ленточные и др. Все они нуждаются в антикоррозийной защите, выполняемой путем оцинкования, лакокрасочного покрытия, заключение в пластмассовую или листовую стальную оболочку с нагнетанием в нее битума или цементного раствора, обетонированием и др. Общий диаметр тросов, принятый по расчету, может достигать 1 метра и более.

Для восприятия усилий в тросах и передачи их на опорные конструкции, а также для предварительного напряжения тросов, конструируют анкерные узлы, включающие конические гильзы, заполняемые битумом [4]. Это обеспечивает свободное перемещение троса при изменении угла его наклона. Между опорным кольцом и оболочкой необходимо предусмотреть устройство деформационного шва.

Помимо несущих вант в конструкцию должны быть включены стабилизирующие ванты, которые могут располагаться над вогнутыми несущими вантами, под ними или пересекаться с ними. Среди прочих, в нашем случае наибольший интерес представляет радиальная вантовая система, в связи с тем, что она дает архитектору возможность создавать разнообразные геометрические формы: вогнутую, чашеобразную при размещении внутреннего опорного кольца ниже уровня наружного, шатровую двойной кривизны при размещении внутреннего кольца выше наружного, коническую и др.

Помимо рабочих тросов обязательным конструктивным элементом является предварительно напряженный опорный контур, воспринимающий распор от системы тросов, которые образуют криволинейную поверхность для укладки покрытия [4]. Вертикальные реакции покрытия передаются на опорный контур. В традиционных решениях этот контур поддерживается стойками, опорными пилонами, массивными вертикальными опорами, специально сконструированными для этих целей. Их возведение представляет собой немалую сложность и затратность.

Хотя в основе защитных сооружений и предлагается использовать вантовую систему, будучи примененной в специфических условиях, она должна претерпеть целый ряд преобразований. Так, в частности, целесообразно было бы отказаться от опорных пилонов, а в качестве опор использовать не специальные сооружения, а сами здания, входящие в комплекс. Эти здания должны быть разновысотными и специально подготовленными к дополнительной функции, которая на них возлагается. Вместо наружных стен роль опорного контура в этом случае играют сами здания или, полностью заглубленные в грунт, или, имеющие небольшую высоту, не превышающую 10 метров.

Центральное металлическое кольцо вантового покрытия, к которому крепятся предварительно напряженные высокопрочные стальные тросы, находятся не в подвешенном состоянии, а располагаются на самом высоком здании, выполняющем функцию опорной стойки и имеющем высоту в пределах от 30 до 100 и более метров и находящемся в центральной зоне комплекса.

Покрытие состоит не из двухпоясных вантовых ферм, а представляет собой многопоясную пространственную тросовую конструкцию. Внешне она похожа на многослойную стальную паутину. Данный метод конструирования вантовых систем за счет отсутствия традиционных опор позволяет резко снизить сметную стоимость.

Тросовые системы в данном случае наклонные, что позволяет перекрывать большие пролеты при меньшем количестве поясов. Разнообразие форм и размеров, снижение затрат на возведение делает этот метод наиболее привлекательным [3].

Нагрузки от рамной конструкции защитной оболочки передаются на несущие тросы посредством распорных стоек. Вертикальные составляющие этих нагрузок распределяются по всем опорным зданиям, а горизонтальные – на здания, формирующие опорный контур. Для восприятия горизонтальных составляющих от усилий натянутых тросовых систем могут быть выполнены пристройки к основным опорным зданиям, которые служили бы контрфорсами и имели ступенчатую или непрерывно наклонную наружную поверхность. Для большей устойчивости сечение пристроек должно увеличиваться в цокольной части. В центральной части пролета распорные стойки могут быть выполнены в двух вариантах: или сквозными, или с переменным сечением. При необходимости увеличить нагрузку на тросовую систему, конструируются специальные растяжки-пригрузы, обеспечивающие тросовому покрытию необходимую жесткость и устойчивость к восприятию всех расчетных нагрузок. Количество поясов тросов рассчитывается в зависимости от требуемой несущей способности и возможности получения двоякой выпуклости покрытия.

Работу тросового покрытия можно отождествить с работой пространственной перекрестно-стержневой плиты, уложенной на два смежных разновысотных здания. Для избежания ее прогиба и разрушения, под покрытием между зданиями протянуты предварительно напряженные пояса тросов. Между поясами устанавливаются распорки или растяжки, способствующие созданию двояковыпуклой конфигурации системы. За счет натяжения тросов и работы распорных стоек, покрытие приобретает надежность, пространственную жесткость и способно будет воспринимать значительные дополнительные нагрузки, превышающие расчетные.

Светопрозрачные элементы опираются на предварительно напряженную тросовую многопоясную систему. Климатические особенности района строительства определяют выбор прозрачного материала. Среди рекомендуемых двух- или четырехкамерные стеклопакеты, листовой сотовый поликарбонат, многослойный полиэфирный стеклопластик, многослойная тетрафторэтиленовая пленка отечественного производства, которые отличаются стойкостью и долговечностью при эксплуатации в суровых климатических условиях [5].

Экономическая целесообразность возведения защитных сооружений делает их инвестиционно привлекательными. Сметная стоимость покрытия не превышает 5 % от стоимости самого комплекса, и чем больше будет объем сооружения, тем существеннее этот процент снизится. Это произойдет за счет уменьшения площади ограждающих конструкций, за счет уменьшения расходов на теплоизоляцию, снижения веса ограждающих конструкций опорных зданий и упрощения их наружной отделки. Экологический эффект от эксплуатации при этом наоборот увеличивается [6].

В больших по объему защищенных образованиях, созданный в них микроклимат устойчивее к негативным изменениям (как внутренним, так и внешним), воздействиям. При этом инженерные системы становятся более эффективными и менее энергозатратными. С целью использовать альтернативные возобновляемые источники энергии целесообразно с помощью тепловых насосов извлекать геотермию, неистощаемую энергию Земли, следует установить ветровые генераторы, а для получения гелиоэнергии в покрытии определенную площадь светопрозрачных элементов целесообразно заменить панелями солнечных батарей. Это мероприятие, помимо своей основной функции – энергосбережения, затеняя частично внутреннее пространство, позволяя тем самым снизить энергозатраты на кондиционирование воздуха. Кроме того, инсоляция, что особенно актуально для южных регионов, может регулироваться за счет автоматизированной системы затенения, светопреломления и светоотражения. При этом достигается эффект оболочки-невидимки, мало заметной невооруженным глазом. актуальна замена котельных, работающих на жидком и газообразном топливе, на биокотельные. Это решает одновременно и проблему утилизации отходов [6].

Благодаря защитным покрытиям, необжитые районы Сибири и Крайнего Севера с суровыми климатическими условиями, смогут приобрести комфортный микроклимат, а экономика позволит взять курс на освоение и развитие этих регионов. Вместе с тем решится проблема озеленения северных территорий, создания парковых зон, появится возможность круглогодичного выращивания фруктовых деревьев, кустарников, декоративных и овощных культур, произойдет избавление от кровососущих насекомых. А также будут во многом решены повсеместные транспортные проблемы, касающиеся и безопасности, и загрязнения окружающей среды, и «пробок», и парковок, и ремонта дорожного полотна, т.к. главными средствами передвижения станут миниэлектромобили, велосипеды, наклонные лифты, движущиеся дорожки, эскалаторы, монорельсовые дороги, скоростные трамваи и другие экологичные способы передвижения. Заглубленные здания опорного контура целесообразно использовать для подземных стоянок автомобилей, которые будут использоваться только для внешних, внегородских сообщений [7-8].

Заключение

Безусловно, крупномасштабная реализация защитных покрытий – дело будущего, но готовить это будущее нужно сегодня. Строительство многофункциональных комплексов в виде защитных сооружений объединит под одной светопрозрачной крышей здания жилого, образовательного, офисного, научного, спортивного, торгового и других назначений.

Реализация предлагаемых решений – задача реальная для Республики Татарстан. Именно сейчас в РТ идет процесс внедрения «зеленых» стандартов с Системой добровольной сертификации объектов недвижимости, предлагающей использование ресурсосберегающих, энергоэффективных технологий, экологически чистых материалов, минимизацию негативных воздействий на здоровье людей и окружающую среду.

В настоящее время видится реальная возможность осуществления идеи создания защитных пространств на территориях новых городов-спутников таких, как Сколково, «СМАРТ Сити Казань», «Иннополис» и др.

Проект «СМАРТ Сити Казань» предполагает размещение на своей территории Научно-исследовательского и высокотехнологического кластеров для разработок и локализации инновационных идей. Агентством инвестиционного строительства РТ рекомендовано рассмотреть данную площадку для тестирования компонентов «зеленого строительства». Предполагаемые защитные покрытия можно рекомендовать над следующими зонами различного функционального назначения:

- 1 – над зоной Международного общественно-делового центра (220 га);
- 2 – над центром образования и науки (209 га);
- 3 – Над особой экономической зоной (102 га);
- 4 – над парковой зоной (100 га).

Кроме того, есть все предпосылки возведения светопрозрачного защитного покрытия и над вторым городом-спутником Казани «Иннополисом». «Иннополис» – проект мирового масштаба. Он уникален тем, что на одной площади будут созданы условия для комфортного проживания и работы молодых IT-специалистов и их семей. Здесь будет построен федеральный IT-университет и особая экономическая зона технико-внедренческого типа и объекты инфраструктуры.

Создание таких комфортных, экологичных, безопасных, энергетически целесообразных градообразований позволит привлечь туда наиболее активную и успешную часть жителей, способствуя освоению труднодоступных территорий и снижению плотности населения в перенасыщенных мегаполисах.

Застройка под защитной оболочкой представляется в виде спокойного цветущего оазиса рядом с загрязненным, загазованным мегаурбанизированным городом. Здесь можно скрыться от смога, кислотного дождя, пыли, повседневного шума. При этом, жилая и общественная застройка утопает в зелени парков и скверов. Вместо городского повседневного шума и грохота – пение птиц и белочки на газонах и хвойных деревьях. Возобновляемые источники энергии позволят сделать автономным инженерное обеспечение такого комплекса, что особенно ценно в экстремальных ситуациях при землетрясениях, ураганах, весенних паводках, штормах, засухах и наводнениях.

Список библиографических ссылок

1. Авакумов Н.К. Новые конструктивные решения стальных каркасов легких многопролетных зданий. – Л.: Стройиздат, 2004. – 64 с.
2. Евразийское патентное агентство 016435 В1 от 30.04.2012.
3. Розенберг Э.С., Каменев И.С. Большепролетные тросовые покрытия. – М.: ООО ТД Мир, 2013. – 240 с.
4. Глазев Ю.Б. Защитные оболочки. Опыт проектирования. – М.: Промстройиздат, 2012. – 90 с.
5. Жуковский Э.Д., Каменович И.И. Пространственные конструкции и перспективы их развития. – М.: Высшая школа, 2004. – 148 с.
6. Шилов И.А. Экология. – М.: Высшая школа, 2003. – 512 с.
7. Герасимов В.К. Жилищная политика и здоровье народа. – М.: Наука, 2002. – 148 с.
8. Яргина З.И., Косицкий Я.В., Владимиров В.В. и др. Основы теории градостроительства. – М.: Стройиздат, 1986. – 168 с.

Kramina T.A. – associate professor

E-mail: KraminT@mail.ru

Ivanova E.Y. – senior lecturer

E-mail: ivanova.e.u@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Innovative ways to improve the quality of residential development

Resume

The architecture of the nearest future using the recent engineering achievements is able to pass to a new stage of its development in order to create a comfortable and safe living environment. This article brings forward the application of large-span, translucent multi-belted rope coverings able to create in a quite simple and efficient manner the atrium spaces of millions of cubic meters.

These coverings are able to protect not only single city blocks from adverse external impacts but, in the long term, also entire communities providing maintenance in the interior under the shell of constant optimal parameters of temperature, humidity, air purity, lighting, acoustic characteristics, as well as security, resource saving and ecological parameters of housing construction.

The implementation of the proposed solutions is the real challenge for the Republic of Tatarstan as the implementation of green standards is currently in the process along with the System of voluntary certification of real estate objects that assumes applying of resource-saving, energy efficient, waste free technologies, ecological materials, as well as minimizing the negative impacts on human health and environment.

Keywords: large-aperture light-transparent roof covers, comfortable and safe environment, «Green buildings».

Reference list

1. Avakumov N.K. New structural solutions of steel frames of light multispan buildings. – L.: Stroyizdat, 2004. – 64 p.
2. Eurasian patent 016435 B1 from 30.04.2012.
3. Rozenberg E.S., Kamenev I.S. Large-aperture cable roof covers. – M.: OOO TD World, 2013. – 240 p.
4. Glazev Y.B. Protective sheath. Design experience. – M.: Promstroyizdat, 2012. – 90 p.
5. Zhukovskiy E.D., Kamenovich I.I. Spatial structures and their development prospects. – M.: Vyschaia shkola, 2004. – 148 p.
6. Shilov I.A. Ecology. – M.: Vyschaia shkola, 2008. – 512 p.
7. Gerasimov V.K. Housing policy and the health of the people. – M.: Nauka, 2012. – 148 p.
8. Yargina Z.I., Kositskiy Ya.V., Vladimirov V.V. and anoter. The Basic theory of urban planning. – M.: Stroyizdat. 1986. – 168 p.