

110 лет
КОНДИЦИОНИРУЕМ ВОЗДУХ



turn to the experts



ИЗОБРЕТАТЕЛЬ ПЕРВОГО КОНДИЦИОНЕРА ВОЗДУХА, АВТОР ТЕОРИИ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ
УИЛЛИС КЕРРИЕР, ОСНОВАТЕЛЬ АМЕРИКАНСКОЙ КОМПАНИИ CARRIER



В 1902 ГОДУ ОН СОЗДАЛ ПЕРВУЮ В МИРЕ СИСТЕМУ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ,
А В 1931 ГОДУ – ПЕРВЫЙ БЫТОВОЙ КОНДИЦИОНЕР ДЛЯ ДОМА

www.ahi-carrier.ru

февраль / апрель 01/15

ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ

АЭРОДИНАМИКА
ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ
Aerodynamics of Tall Buildings

«ЛАХТА ЦЕНТР» В КНИГЕ
РЕКОРДОВ ГИННЕССА
*Lakhta Center in the Guinness
Book of Records*



12+



Tall Buildings 1/15
журнал высотных технологий

«Высотные здания» Tall buildings

4-5 июня 2015 года

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-
ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

“ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА
ФУНДАМЕНТОВ ВЫСОТНЫХ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ”

Место проведения:

конференц-зал отеля «Аквариум»,
Москва, МВЦ «Крокус-Экспо»,
павильон №3 (станция метро Мякинино)
во время проведения выставки СТТ-2015

info@fc-union.com, www.fc-union.com

тел.: +7 (495) 66-55-014

сот.: +7 916 36-857-36

сот.: +7 925 91-788-52

БЦ "Golden Gate", г. Москва

При остеклении одного из самых современных и высокотехнологичных бизнес-центров в Москве использовалась витражная серия ТП-50300, позволившая не только обеспечить необходимую энергоэффективность здания, но и повысить архитектурную выразительность фасада посредством использования декоративных крышек с большим вылетом относительно плоскости стекла.

ТАТПРОФ®

строительная система

Компания Татпроф как разработчик и поставщик системы для остекления фасадов предоставляет своим клиентам комплексные решения и техническую поддержку на всех этапах жизненного цикла здания: от разработки архитектурного решения до экспертизы готовых конструкций

На этапе разработки проекта на здание:

- ✓ Индивидуальные архитектурные решения + каталог стандартных продуктов
- ✓ Расчеты теплотехники и статики + модуль для самостоятельных предварительных расчетов
- ✓ Техническая поддержка и сертификаты соответствия, подтверждающие качество и безопасность материалов
- ✓ Портфолио построенных объектов с применением архитектурной системы ТАТПРОФ

На этапе проектирования светопрозрачных конструкций:

- ✓ Проекты КМ и КМД + электронная база блоков для самостоятельной работы
- ✓ Разработка технических решений под объект

На этапе реализации:

- ✓ Полная комплектация объектов в срок
- ✓ Новые каталоги и видеоматериалы для изготовления конструкций и шеф-монтаж на объекте



Водоохлаждаемый
чиллер/тепловая машина
с инверторным
приводом винтового
компрессора
30XW-V
30XWHV


Carrier разработал свой собственный ответ на стремительно меняющиеся требования рынка: модельный ряд чиллеров с новым винтовым компрессором с частотным приводом, построенных на успешной платформе Aquaforce. Новая линейка с технологией Greenspeed предлагает общую улучшенную производительность, а также высокое качество и надежность продукции.



- Эффективность
- Надежность
- Экономичность
- Универсальность

www.ahi-carrier.ru



turn to the experts™ 

Мы хотим стать для наших заказчиков избранным проектировщиком, с которым легко и приятно работать! Все наши действия направлены на долгосрочную перспективу. Мы уверены в своих возможностях и в полном объеме отвечаем по принятым на себя обязательствам. Основные черты стиля работы Горпроекта: высокое качество проектирования, комплексное решение задач, соблюдение принципов деловой этики и постоянный профессиональный рост

Из «Миссии» института

www.gorproject.ru

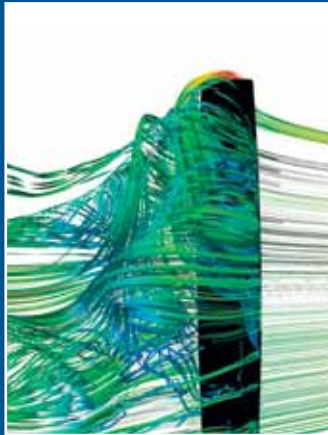
Россия, 105005, Москва,
наб. Академика Туполева, дом 15, корпус 15, этаж 5
Тел.: (495) 263-7611, 263-7612, 263-7616, 500-5581, 500-5582
info@gorproject.ru

СПЛОЧЕННАЯ КОМАНДА способная работать в жестких современных условиях, оперативно реагировать на их изменение, принимать оптимальные решения			Профессиональная ответственность застрахована на 450 000 000 руб.			БОЛЕЕ 4 000 000 КВ. МЕТРОВ СПРОЕКТИРОВАННЫХ ЗДАНИЙ			ISO 9001-2011		
ГОРПРОЕКТ											
ГЕНЕРАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ комплексный подход: архитектура, конструкции, инженерные сети, специальные разделы				УНИКАЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ ВЫСОТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ				РЕПУТАЦИЯ НАДЕЖНОГО ПАРТНЕРА офисы компании в Москве, Санкт-Петербурге и Минске			

Работая с Горпроектом заказчик получает

Выразительные и эффективные объемно-планировочные решения	Оптимальные и надежные схемы конструкций	Самые современные инженерные системы	Все стадии и разделы проекта – от концепции до авторского надзора
---	---	---	--





Учредитель
ООО «Скайлайн медиа»
при участии
ЗАО «Горпроект»

Редакционная коллегия:
Сергей Лахман
Надежда Буркова
Юрий Софронов
Петр Крюков
Татьяна Печеная
Святослав Доценко
Елена Зайцева
Александр Борисов

Главный редактор
Татьяна Никулина
Редактор
Елена Домненко

Исполнительный директор
Сергей Шелешнев

Редактор-переводчик
Ирина Амирэджби
Редактор-корректор
Елена Бодрова
Иллюстрации
Алексей Любимкин

Над номером работала:
Марианна Маевская
Наталья Павлова-Каткова

Отдел рекламы
Тел./факс: (495) 545-2497

Отдел распространения:
Светлана Богомоллова
Владимир Никонов
Тел./факс: (495) 545-2497

Адрес редакции
105005, Москва,
наб. Академика Туполева,
д. 15, стр. 15

Тел./факс: (495) 545-2495/96/97
www.tallbuildings.ru
E-mail: info@tallbuildings.ru

Мнение редакции может
не совпадать
с мнением авторов. Перепечатка
материалов допускается только
с разрешения редакции
и со ссылкой на издание.
За содержание рекламных
публикаций редакция
ответственности не несет.

Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе по надзору
за соблюдением законодательства
в сфере массовых коммуникаций и
охране культурного наследия.
Свидетельство ПИ № ФС77-25912
от 6 октября 2006 г.

Журнал отпечатан в ООО ПО
«Периодика», Гарднеровский пер.,
д. 3, стр. 4
Цена свободная Тираж: 5000 экз.

На обложке: Ветровое воздействие на башню Greenland Group Suzhou Center, проект Skidmore, Owings & Merrill LLP
On the cover: Wind effects on Greenland Group Suzhou Center, project of Skidmore, Owings & Merrill LLP



С о д е р ж а н и е

с о н т е н т с

Коротко / In brief

8

События и факты

Events and Facts

Выставки / Exhibitions

20

Узорник национальной идентичности

Patterns of National Identity

международный обзор

INTERNATIONAL OVERVIEW

Обзор / Review

22

Аэродинамика высотных зданий:

практическое пособие для обывателя

Aerodynamics of Tall Buildings: Practical Guide for Dummies

Экология / Ecology

30

«Дышащая» башня Уцзяня

Wujiang 'Breathing' Tower

архитектура

и проектирование

ARCHITECTURE AND DESIGN

Стиль / Style

36

Разнообразие архитектурных и конструктивных

решений знаковых объектов городской среды

Variety of Architectural and Design Solutions

for Iconic Objects of Urban Environment

Ракурсы / Perspectives

42

Природный оазис мегаполиса

Naturalistic Oasis within Metropolis

Среда обитания / Habitat

48

Символ устойчивого развития

Symbol of Sustainability

Сити / City

56

Квартал XXI века

Quarter of the XXI Century

Объект / Facility

60

Хрустальный кристалл Чэнду

Cutglass Crystal of Chengdu

Фотофакт / Photo Session

66

Скрученные башни

Twisted Towers

Аспекты / Aspects

74

Символ высоты

Tall Emblem Structure

Концепция / Concept

80

Авиационный городок Цзиньвань

Jinwan Aviation City

Идея / Idea

86

Timber Tower

Timber Tower

строительство

CONSTRUCTION

Визитная карточка / Business Card

90

Витражи серии ТП-50300

Stained-Glass Panels TP-50300

Технологии / Technologies

92

Бетонирование нижней плиты коробчатого

фундамента башни комплекса «Лахта центр»

Concreting of the Bottom Plate of the Box-Shaped

Foundation of the Lakhta Center Tower

Актуально / Up-to-Date

102

Аэродинамические испытания высотных зданий

и сооружений

Wind-Tunnel Testing of High-Rise Buildings and Structures

Моделирование / Simulation

106

Численное моделирование задач аэрогидроупругости

в строительстве

Numerical Simulation of Aerohydroelasticity

in Construction

Исследования / Research

110

Труба для небоскреба

Skyscraper Tube

Опыт / Experience

114

Комплексные исследования светопрозрачных

фасадных конструкций

Comprehensive Analysis of Facade Translucent Structures

эксплуатация

MAINTENANCE

Вертикальный транспорт / Vertical Transportation

118

Заново изобретая лифт

Reinventing the Elevator

120

английская

версия

ENGLISH

VERSION



СОБЫТИЯ И ФАКТЫ

Песочные часы для Вены

Роттердамская архитектурная фирма MVRDV выиграла конкурс на проектирование башни для Вены, предложив здание в форме стилизованных песочных часов. Turm Mit Taille расположится рядом со знаменитыми венскими газгольдерами, между центром австрийской столицы и аэропортом в активно развивающемся районе Зиммеринг и прекрасно дополнит силуэт города. Из-за трапециевидной формы участка и непосредственной близости к станции метро «Эрдберг» изначально высота конструкции была ограничена 75 метрами. Архитекторы MVRDV предложили более эффектный и компактный, но более высокий вариант. Так как ограничения были в основном связаны с проблемами затенения участка, авторы преодолели их, спроектировав нижние 10 этажей закручивающимися. В результате здание будет закрывать солнце соседним сооружениям не более 2 часов в день, то есть в пределах нормы, а также сохранит виды на газгольдеры и остальную часть города. «Приятно осознавать, что всего лишь дважды закрутив здание, мы серьезно корректируем отбрасываемую им тень, создавая беспрецедентный проект башни, – говорит соучредитель фирмы MVRDV Вини



Маас. – Башня с тонкой «талией». Разве это не классическое определение красоты?»

Закрученная часть строения должна привлечь внимание к нижним этажам и установит связь с расположенной рядом площадью. Выполняя функцию

воздушного клапана, участок с поворотом этажей будет перенаправлять частые осенние ветры, отводить их от площади и входа на станцию метро.

Благодаря гибкой конструктивной схеме в башне можно разместить квартиры или офисы самой разной конфигурации: от больших помещений свободной планировки до очень маленьких отделов. Этажи с множеством открытых пространств и индивидуальной планировкой, связанные друг с другом внешними лестницами, размещены в винтообразной «талией» здания. Сочетание прямоугольных площадей и закручивающихся поэтажных планов по всей высоте башни идеально вписывается в представление об уникальном венском стиле, смещении городских жилых кварталов и башен.

Здание Turm Mit Taille построят при помощи экономически эффективной конструкции из железобетонных колонн и бетонных перекрытий. Фасад из стекла и стали будет состоять из полностью открывающихся окон и французских дверей, что обеспечит естественную вентиляцию.

MVRDV

Бостон рвется ввысь

В историческом районе Бостона Бэк Бэй ведется строительство новой 61-этажной жилой башни. В квартале, известном расположением отеля Four Seasons & Private Residences на улице One Dalton Street, возводится небоскреб стоимостью \$700 миллионов, спроектированный архитектурными фирмами Pei Cobb Freed & Partners (PCF & P) из Нью-Йорка и Cambridge Seven Associates из Кэмбриджа. В нем на нижних 20 этажах разместится отель на 211 номеров, а выше расположатся жилые апартаменты.

«Для архитекторов перепланировка и новая застройка старых районов представляют собой увлекательную задачу, – сказал Гарри Кобб, партнер фирмы PCF & P, автор 60-этажного John Hancock Building, самого высокого на сегодня здания в Бостоне. – Проект позволяет нам еще раз увидеть, как высотное здание вместе с окружающими его открытыми пространствами может стать креативным ответом на необходимость роста города, при этом



сохраняющим исторически сложившийся стиль».

Башня имеет форму скругленного треугольника и стоит на основании из стекла и гранита. Она облицована теплоизолирующей оболочкой из стеклопакетов с низкой отражающей способностью и высокими эксплуатационными характеристиками. Внутри ее обширной подиумной зоны расположатся фойе для постоянных обитателей и холлы отеля. Вертикальный рисунок на фасаде облегчает силуэт и делит здание на несколько частей. Подобное фрагментирование монолитной формы значительно оживляет строение, придавая ему индивидуальность, чему также способствует выделение на фасаде

жилого сегмента за счет открывающихся окон на нижних этажах кондоминиума и балконов на верхних уровнях.

Этот проект станет частью плана комплексного развития городских территорий, который также включает в себя возведение башни 30 Dalton, 27-этажного жилого здания, спроектированного той же командой архитекторов. Оба строения свяжут большим парком (465 кв. м), созданным по проекту фирмы Michael Van Valkenburgh Associates, специализирующейся в области ландшафтного дизайна. Завершение проекта намечено на 2017 год.

Pei Cobb Freed & Partners Architects LLP

MosBuild

Главная строительная и интерьерная выставка России

Неделя Дизайна и Декора

31 марта – 3 апреля 2015

Москва, ЦВК «Экспоцентр»

Неделя Строительства и Архитектуры

14 – 17 апреля 2015

Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.mosbuild.com

MosBuild
Архитектура • Строительство • Дизайн • Декор





Вторая жизнь творенья Сейферта

Одну из самых скандально известных достопримечательностей Лондона, башню Centre Point в Ист-Энде на Оксфорд-стрит, спроектированную Ричардом Сейфертом в шестидесятых годах прошлого столетия, ждут значительные изменения. Архитектурные фирмы Rick Mather Architects и Conran and Partners создадут проект реконструкции офисного здания в жилое. Здесь разместят 82 эксклюзивных жилых апартаментов, магазины и рестораны. Проект будет осуществляться застройщиками Almacantar и Frogmore.

Здание со знаменитыми причудливыми бетонными окнами подвергнут полной реконструкции. Изменения были одобрены местным Советом Камдена и поддержаны организацией English Heritage («Наследие Англии») после общего упрощения градостроительных норм в Лондоне в 2012 году, предусматривавших трансформацию коммерческих помещений в жилые. При реконструкции будет учтен первоначальный вариант здания, построенного в 1966 году на улице Джилес Сиркус (Giles Circus Street). Дом, прозванный лондонцами «Белый слон», на протяжении десятилетий стоял без арендаторов из-за отсутствия спроса на его помещения. Однако фортуна наконец развернулась к нему лицом в 1995 году, когда башню внесли в список исторического наследия 2-й степени. «Это хорошая новость для очередного этапа существования Centre Point через 50 лет после его строи-



тельства, – считает Мартин Кларк, директор компании World Concrete Forum. – Это широко известное статное здание обтекаемой формы – когда-то так несправедливо ругаемое – присоединится к немалому числу бетонных конструкций, существенно выигравших после основательной реконструкции. Бетонные стены и полы Centre Point будут обеспечивать тепловой комфорт и энергоэффективность, что в соединении с фантастическими звуко- и виброизоляционными свойствами является идеальным сочетанием хороших условий проживания в новых квартирах».

Также частью перерождения башни станет организация в ней нескольких торговых центров, ресторанов, бistro и открытых пространств, которые расположатся на нижних уровнях и внутри крытого моста – широкого перехода, соединяющего Centre Point Tower с Centre Point House. Остекленный от пола до потолка открытый мост, так же как и открытая терраса, будет выходить на улицы New Oxford Street, Oxford Street и St Giles Circus с наземного уровня. От Centre Point до Covent Garden проложат пешеходный маршрут. Centre Point

станет естественным «узлом», связывающим четыре самых оживленных района Лондона: Сохо, Ковент-Гарден, Блумсбери и Фитцровия.

«Мы рады, что стартует новая застройка, которая станет ключевым элементом городского архитектурного паззла: большой площади центрального Лондона, связывающей восточную часть улицы Оксфорд-стрит с Ковент-Гарден и Британским музеем, а также дорогами Тоттенхем-Корт и Чаринг-Кросс», – говорит Гэвин Миллер, управляющий партнер фирмы Rick Mather Architect.

На период строительства здание оформят арт-принтами, созданными компанией моды и дизайна Eley Kishimoto, на которых будут отображены образцы архитектуры 1960-х годов. Строительство рассчитано на двенадцать месяцев: шесть – на частичный демонтаж и еще шесть – на возведение.

«Начало реконструкции Centre Point станет поворотным моментом для проекта, который находился в процессе разработки более трех лет, – отмечает директор по развитию компании Almacantar Катрин Херсел. – Реновация вдохнет новую жизнь в этот архитектурный памятник, обеспечив ему соответствующую временную экологическую эффективность и перспективное будущее на пользу лондонцам и гостям столицы». Реконструкцию планируется завершить во втором квартале 2017 года.

Rick Mather Architects



Строительные
и интерьерные
выставки ITE

Санкт-Петербург
InterStroyExpo
Design&Decor St. Petersburg

Москва
MosBuild

Екатеринбург
BuildUral

Новосибирск
SibBuild

SibBuild

Новосибирск

МВК «Новосибирск Экспоцентр»

25-я Международная
строительная и
интерьерная выставка

Неделя Архитектуры
и Строительства
3 – 6 февраля 2015

Неделя Отделочных
материалов и
Интерьерных решений
17 – 20 февраля 2015

www.sibbuild.com

Build
Ural

Екатеринбург

МВК «Екатеринбург-Экспо»

Международная строительная
и интерьерная выставка
17 – 20 февраля 2015

www.build-ural.ru

Новые
ВОЗМОЖНОСТИ
для вашего
бизнеса!

www.buildingshows.com

Строительные
и интерьерные выставки
в 5 городах России!

Москва
Санкт-Петербург
Новосибирск
Краснодар
Екатеринбург

YugBuild

Краснодар

ВЦ «Кубань ЭКСПОЦЕНТР»

25-я Международная
архитектурно-строительная
выставка

25 – 28 февраля 2015

www.yugbuild.com

InterStroy
Expo

Санкт-Петербург

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

21-я Международная
строительная выставка

18 – 21 марта 2015

www.interstroyexpo.com

MosBuild

Москва

ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

21-я Международная
строительная и
интерьерная выставка

Неделя Дизайна и Декора
31 марта –
3 апреля 2015

Неделя Строительства
и Архитектуры
14 – 17 апреля 2015

www.mosbuild.com

DESIGN
DECOR
ST. PETERSBURG

Санкт-Петербург

КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

3-я Международная
интерьерная выставка

16 – 18 сентября 2015

www.designdecor-expo.ru

Речной курорт в Квинсленде

Компания Destination Brisbane Consortium представила концепцию проекта комплексного развития курорта в районе Пристани Королевы в Брисбене (Queen's Wharf Brisbane). Это одно из двух рассматриваемых заказчиком предложений. Фирма Consortium, в которую также входят Echo Entertainment Group, Far East Consortium, Chow Tai Fook Enterprises и Cottee Parker Architects – ведущие проектировщики основной части комплексного курорта, – представляет собой уникальное объединение международных и местных дизайнеров, в проекте которых органично соединяются образ жизни в субтропиках и архитектура мирового уровня. В районе Queen's Wharf наличествуют все благоприятные условия для строительства комплексного курорта в центре города Брисбен. Проект свяжет между собой южный берег, Центральный деловой район и торговый центр Queen Street Mall новым пешеходным мостом и открытой набережной протяженностью 1,2 километра. Проект предусматривает также создание высотной смотровой площадки, откуда открывается панорамный обзор на реку и город, дизайн которой навеян архитектурой Квинсленда. Также курорт сможет предложить посетителям лучшие отели, в том числе Ritz-Carlton и Rosewood, рестораны и кафе, конференц-залы и кинотеатр на крыше под открытым небом. Отвоевав у города самый лучший природный объект, новая набережная сама по себе станет туристической достопримечательностью, а также подмостками для проведения фестивалей и других важных мероприятий.

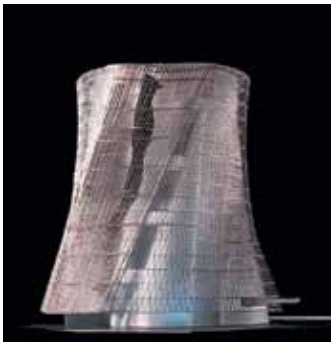


Конкурс проходит в рамках программы юбилейных торжеств по случаю 90-летия основания Брисбена и приуроченной к этой дате реконструкции всех исторических зданий города. Проект также направлен на увеличение потока туристов, так как сможет привлекать дополнительно 1,39 миллиона ночных посетителей каждый год.

Cottee Parker Architects

Flying Garden готов к «взлету»

Башня Flying Garden («Парящий сад»), проект которой был представлен австрийским архитектурным бюро Coop Himmelb(l)au, станет частью района Gateways Gardens во Франкфурте, Германия. Этот динамично развивающийся городской район является частью аэропорта Франкфурта, одного из основных транспортных узлов в Европе. Благодаря своему незаурядному профилю и форме многоугольника, 67-метровая Flying Garden Tower будет легко узнаваема и хорошо видна из любой части аэропорта и близлежащих автомагистралей, что делает ее действительно знаковым объектом и яркой достопримечательностью этого нового района. К зданию, расположенному в особой зоне, предъявляются повышенные требования, поэтому при проектировании зодчие смогли соединить в Flying Garden Tower инновационную архитектуру и экологическую чистоту. Авторы предлагают использовать в ней современные технологические решения, позволяющие сохранить в неприкосновенности местную окружающую среду.



Эллиптическая форма и ориентация строения в пространстве способствуют эффективному использованию особенностей местного климата. Восточный и западный фасады обращены на солнечную сторону, а потому внутри с этих сторон расположена зона атриумов с «парящими» садами, проходящая по всей высоте башни. С этих же сторон находятся конференц-залы.

Северный и южный фасады также имеют свои преимущества с точки зрения эффективного использования энергии. А пространственная конфигурация, легко адаптируемая к любым запросам арендаторов, позволяет создавать на этаже различные офисные блоки, помещения со свободной планировкой, а также небольшие комнаты. Coop Himmelb(l)au Wolf D. Prix & Partner ZT GmbH

А Р Х М О С К В А
А Р Х М О С К В А
А Р Х М О С К В А
А Р Х М О С К В А
А Р Х М О С К В А

XX Международная выставка архитектуры и дизайна
27–31.05.2015
Центральный дом художника

ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

ARCH/MARKET NEW!
ARCH TECHNOLOGIES NEW!
ДИЗАЙН БЮРО NEW!
ЭКСТЕРЬЕРНЫЕ И ИНТЕРЬЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ
СВЕТ В АРХИТЕКТУРЕ
ДЕТАЛИ

WWW.ARCHMOSCOW.RU

ЦДХ 0+ EXPO-PARK

Кубок чемпионов



Архитектурная фирма ARK (Architects Reza Kabul) обнародовала свой последний проект на интернет-портале WAN. Четыре крикетные биты и балансирующий мяч, так представляют себе зодчие здание 96 Iconic Tower для Шри-Ланки. Оригинальная концепция посвящена выигрышу национальной сборной этой страны в Кубке мира по крикету в 1996 году. Местом расположения небоскреба был выбран город Коломбо.

В многофункциональной 96-этажной башне расположатся жилые квартиры, торговые центры и общественные пространства. Общедоступная парковка и транспортный подъезд будут находиться на нижнем цокольном уровне, с лифтами на южной стороне, ведущими к кассам обсерватории и Музее легенд крикета Шри-Ланки, расположенных, соответственно, на 92-м и 93-м этажах. Выше входной группы будет четыре уровня магазинов розничной торговли (общая площадь которых составит 8366 кв. метров), соединяющихся 18 эскалаторами. На 4-м и 5-м этажах предполагается разместить многозальный кинотеатр, рассчитанный на 1420 зрителей. Отдельный вход на первом уровне ведет к фойе жилой части здания, в которой для обитателей башни предусмотрено 4 лифта и еще два для обслуживающего персонала. Эти лифты ведут на шестой этаж, ко второму фойе жилой части, где также находится автостоянка для арендаторов и владельцев квартир. Такую же парковку можно найти на 7–12-м уровнях. На 14–66-м этажах 96 Iconic Tower предполагается разместить два культурно-развлекательных центра, в которые войдут библиотека, бизнес- и крытый игровой центры, беговая дорожка, тренажерный зал, спа, места для занятий йогой и игры на открытом воздухе, детская зона, лондж-бар, кафе и смотровые площадки. На 15–49-м, 51–64-м и 67–90-м уровнях расположены жилые помещения и семь служебных этажей. На 94-м и 95-м уровнях находится вращающийся ресторан. На верхнем, 96-м этаже будет устроена крытая учебная площадка Академии по крикету.

ARK (Architects Reza Kabul Pvt Ltd)



Super Tower для тайской столицы

Компания-застройщик G Land обнародовала подробности проекта нового высотного здания для улицы Rama IX Road в Бангкоке. 125-этажную башню планируется возвести в новом Центральном деловом районе города, где впервые арендаторам предложат офисные помещения для кругло-суточной работы.

Ее блестящая облицовка и элегантная форма являются данью недавней городской моде, выразившейся в серии нескольких новых строительных проектов. Компания G Land опередила своих конкурентов по конкурсу, спроектировав 615-метровую башню, получившую название Super Tower. В случае реализа-

ции проекта это будет самое высокое здание в Бангкоке. На данный момент детали проекта немногочисленны и разнятся, однако на показанных застройщиком визуализациях видно, что перед небоскребом будет расположена открытая многофункциональная площадь и современные конференц-

залы над ней, а также торговые центры в малоэтажном крыле башни. Планируется также разместить 6-звездочный отель, а также ряд ресторанов и крытую смотровую площадку. Команда дизайнеров намерена подавать заявку на сертификат LEED Platinum.

WAN Editorial

«Международный форум по высотному и уникальному строительству 100+ Forum Russia относится к тем крупнейшим мероприятиям, в которых обязательно стоит участвовать. Если вы хотите узнать о последних достижениях в области проектирования и новейших технологиях строительства в крупных, современных городах, а также установить новые деловые контакты, мы настоятельно рекомендуем стать участниками этого события...».

Елена Сизэрра, заместитель министра
Министерства строительства
и ЖКХ Российской Федерации



Международный форум
высотного и уникального
строительства

ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ
И СТАДИОНЫ 23-25 сентября
Екатеринбург

Развитие нормативно-технического регулирования

Градостроительные аспекты размещения высотных и уникальных объектов

Инженерные системы, безопасность и эффективная эксплуатация

Проектирование и конструирование высотных и уникальных зданий и сооружений

Коммерческая эксплуатация и экономическая эффективность

Арены и стадионы

Другие темы форума на www.forum-100.ru

Место проведения

МВЦ «Екатеринбург ЭКСПО»,
Екатеринбург, Россия

Оргкомитет
100+ Forum Russia

г. Екатеринбург,
ул. Бориса Ельцина, 1а, оф. 10.5
Тел. +7 (343) 35-111-78
Факс: +7 (343) 35-111-79
info@forum-100.ru

Организаторы форума



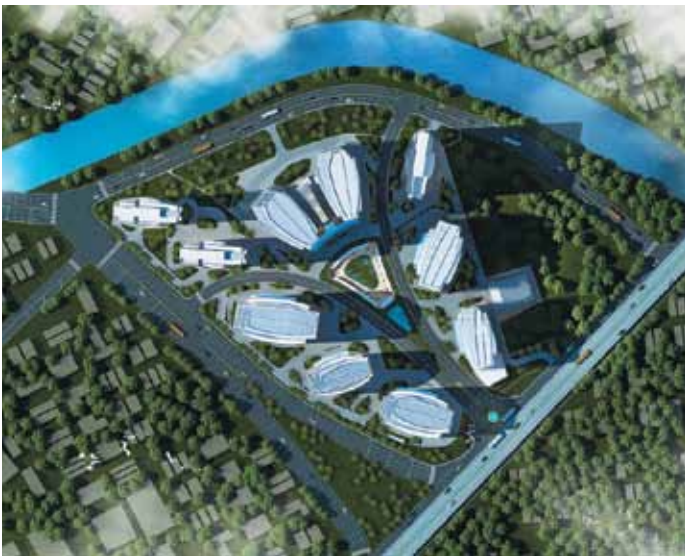
НИЦ строительства
научно-исследовательский центр





Небесная листва

Комплекс Ciputra International, спроектированный архитектурной компанией Aedas и расположенный между центром Джакарты и ее международным аэропортом, станет новым этапом строительства недвижимости премиум-класса в индонезийской столице. Многофункциональная застройка будет состоять из шести офисных башен, трех жилых высоток, торгового комплекса и 5-звездочного отеля с залами торжеств общей площадью 430 300 кв. м. Все здания связаны кольцевым бульваром, засаженным пышной растительностью, каскадами спускающейся к центральной открытой площади комплекса. Ввод в эксплуатацию первой очереди намечен на 2018 год. Силуэт застройки, созданной по проекту Стивена Тора, исполнительного директора фирмы Aedas, имеет органические формы, источником вдохновения которых стал веерообразный абрис пальмовых листьев. Здания расположены поступательно-радиально, за счет чего максимально уве-



личилось расстояние между ними, открывая из окон превосходный панорамный обзор. Этот же дизайнерский прием позволит преобладающим ветрам лучше обдувать башни, принося прохладу и комфорт. Бульвар, навеянный образом пальмовых листьев, открытое строение которых позволяет им противостоять сильным ветрам и эффективно питать водой сердцевину «пальмы», представляется крепким стеблем, на котором объединенные центральной магистралью крепятся «листья» – здания и дороги. Комплекс, разработанный в современной и прогрессивной концепции, будет выполнять функцию своеобразных городских ворот, образованных 5-звездочным отелем и офисной башней, издали подготавливая жителей и гостей Джакарты к встрече с древним, но вполне современным городом.

Aedas

Smart City для Нинбо



Гонконгский филиал компании Paul Davis + Partners представил изображения многофункционального (120 000 кв. м) комплекса в Нинбо, Китай. Проект был создан для корпорации Gao Investments. Квартал будет состоять из жилых апартаментов, коммерческих площадей и торговых центров. Четыре офисные башни и малоэтажное здание образуют «центральную зону», тогда как несколько коммерческих домов или элитных вилл находятся отдельно «в прибрежной зоне» застройки. Paul Davis + Partners стремились создать ориентированный на человека комплексный проект с общественными пространствами и ненавязчивым ландшафтным дизайном по всей территории. Нинбо имеет долгую историю стабильного развития экономики – в течение более 2000 лет город являлся одним из важных торговых центров на Великом шелковом пути. За последнее время по всему городу было создано несколько зон экономического и технологического развития, работающих в области передовых промышленных технологий и новейших технических разработок. Этот новый комплексный проект фирмы Paul Davis + Partners предлагает целый ряд коммерческих офисных помещений, чтобы привлечь бизнес самых разнообразных направлений. Архитектурная фирма работает над несколькими проектами в городе, занимающими общую площадь около 500 000 кв. метров.

Paul Davis + Partners

interlight MOSCOW powered by light + building

Международная выставка декоративного и технического освещения, электротехники и автоматизации зданий

10–13 ноября 2015
ЦВК «Экспоцентр», Москва



www.interlight-moscow.ru



Сады в небесах

Спроектированная архитектурной фирмой Callison 65-этажная многофункциональная башня Lotte Center Hanoi прославляет вьетнамскую культуру и является примером экологического дизайна. Ее динамичная и в то же время исполненная монументального достоинства форма воспроизводит силуэт уникального национального костюма Ао Дай (Ao Dai), что в переводе с вьетнамского означает «длинное платье», отдавая дань культурному наследию Вьетнама. Фасад здания образует трио устремляющихся в небо массивных вертикальных сегментов, символизируя растущее влияние Вьетнама в Азии. На самом деле открывшийся в сентябре центр состоит из двух независимых башен, соединенных садом в виде вертикального высотного атриума, который обеспечивает доступ дневного света и панорамный вид на город. Четвертый (офисный) и шестой (жилой) уровни атриума исполняют функцию общественных садов. «Высотные сады, как неотъемлемая часть многофункциональных башен, предлагают уникальные общественные пространства и столь необходимый контраст в условиях городской застройки высокой плотности, – говорит Матиас Олт, дизайн-директор и директор по устойчивому проектированию фирмы Callison в Ситлэ. – Объединив внутренние сады и архитектуру, мы сделали отсылку к вьетнамской национальной манере проектирования, например такой, как исторически сложившийся тип дома-сада Хюэ». Проект башни, сочетающий два отдельных здания в одном, является уникальным: конструкция сплошного атриума служит как для соедине-

ния, так и для разделения объектов: коммерческих офисов, торгового центра, 5-звездочного отеля, обслуживаемых апартаментов и обзорной площадки. 267-метровая башня общей площадью 185 812,6 кв. м стала второй по высоте во Вьетнаме. Здание расположено в районе посольств и не в последнюю очередь задумано в качестве культурной достопримечательности как для гостей, так и для жителей интенсивно обновляющегося города. «Lotte Center является новой элегантной башней на горизонте Ханоя и первым экологическим высотным зданием во Вьетнаме», – сказал Билл Лейси, главный директор по дизайну в фирме Callison в Лос-Анджелесе. Годовой теплоприток от солнечной радиации сводится к минимуму продуманным расположением башни, а ее основание было построено с использованием высокоэффективного (устойчивого к низким температурам и характеризующегося пониженным выделением углекислого газа) бетона. Геометрические вставки садов атриума обеспечивают 70%-ное сокращение использования электрического освещения, по сравнению с частями здания без атриума. Улучшает естественную вентиляцию и расположение строения за счет преобладающих ветров. Однако экологические сюрпризы проекта на этом не заканчиваются: в подвальные помещения были встроены мембранные биореакторы для очистки сточных вод.

Callison

Научно-исследовательский центр Roche

Архитектурная фирма Herzog & de Meuron представила планы 10-летней реконструкции корпоративных штаб-квартир швейцарской фармацевтической компании Roche в Базеле стоимостью 3 миллиарда швейцарских франков (€2,5 млрд). Объектом инвестиций станут новый научно-исследовательский центр, рассчитанный примерно на 1900 сотрудников, ультрасовременный офис на 1700 служащих, а также усовершенствование инфраструктуры и реконструкция исторического здания, спроектированного швейцарским архитектором Отто Р. Сальвисбергом. Многие из существующих на сегодняшний день офисных и лабораторных помещений компании больше не отвечают современным требованиям и экологической безопасности рабочих мест, а потому должны быть заменены. Кроме того, даже после введения в эксплуатацию в конце следующего года строящегося Building 1 около одной трети из 9000 трудящихся в Базеле будут продолжать работать в арендуемых помещениях. План развития, предлагаемый Herzog & de Meuron, предусматривает размещение большей части работающих в Базеле сотрудников компании в современных офисах и лабораториях главного здания на улице Гленцахерштрассе. «Планируемое объединение существующих производственных объектов устранил необходимость строительства в зеленых зонах, – сказал Юрг Эрисманн, руководитель филиала Базель/Кайзеравгуст. – На самом деле «Роше» сделает более эффективную эксплуатацию тех объектов, которые уже развиты, но не могут быть расширены. Разумное использование ресурсов является главным приоритетом во всех наших строительных проектах». Новому научно-исследовательскому центру в Building 1 потребуется только одна пятая часть объема энергии, потребляющей построенным 40 лет назад Building 74, при сопоставимом количестве рабочих мест. Комплекс будет включать в себя четыре разновысотных офисных и лабораторных здания, которые спроектируют при согласовании с командой научно-исследовательского центра для обеспечения в полном объеме потребностей ученых. В новых корпусах, которые должны начать функционировать в 2021–2022 годах, разместятся 950 офисов и



лабораторий, рассчитанных на 950 рабочих мест и отвечающих всем самым современным требованиям. По предварительным расчетам, 205-метровую башню Building 2 планируют ввести в эксплуатацию в 2021 году. Она будет находиться внутри территории, принадлежащей компании Roche, и расположится таким образом, чтобы не мешать жителям соседних зданий. Все строения по периметру территории сделают малоэтажными.

Herzog & de Meuron



Проект 53W53 близок к осуществлению

Нью-Йоркское отделение международной фирмы по торговле недвижимостью «Хайнс» распространило объявление о покупке прав на воздушное пространство, необходимое для строительства роскошной жилой башни 53W53, расположенной рядом с Музеем современного искусства (MoMA). Проект был создан архитектором Жаном Нувелем, внутренней отделкой помещений занимался Тьерри Деспонт. Также получен строительный кредит на \$860 миллионов долларов и была окончательно согласована максимальная гарантированная цена контрактных работ с компанией Lend Lease, что повышает шансы реализации проекта практически до максимума. Маркетинговая компания по продаже недвижимости Corcoran Sunshine Marketing Group уже взяла на себя обязательства по продаже жилых помещений этого проекта, а также обслуживанию галереи, выходящей на Пятую авеню. Здание 53W53 займет квартал от 53-й до 54-й улицы. В 320-метровой, 82-этажной башне будет размещено 140 жилых блоков класса «люкс» и 28 обслуживаемых

апартаментов, а обитателям здания будет предложен обширный выбор роскошных объектов инфраструктуры. На верхних этажах планируется разместить частную галерею общей площадью превышающую 3623 кв. м, а также на нижних этажах общественное пространство для MoMA. «Более десяти лет ушло на проектирование и подготовку площадки для этого архитектурного шедевра. Исключительная элегантность здания будет оценена жильцами и берегаема ньюйоркцами и гостями города как новый архитектурный шедевр поистине международного уровня», – прокомментировал старший управляющий директор «Хайнс», Томми Крейг. Партнером «Хайнс» по проекту будет инвестиционная компания Goldman Sachs. Они заключили соглашение о совместном предприятии и долевом участии в партнерстве Pontiac Land Group, инвестиционной компании-застройщика, базирующейся в Сингапуре.

Ateliers Jean Nouvel

УЗОРНИК НАЦИОНАЛЬНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ

Текст: МАРИАННА МАЕВСКАЯ, фото: АЛЕКСАНДР ПОРТНОВ

С 18 по 20 декабря в Гостином Дворе прошел XXII ежегодный Международный архитектурный фестиваль «Зодчество», организованный Союзом архитекторов России. Слоганом выставки стало понятие «Актуальное идентичное», базировавшееся на наследии русского авангарда, 100-летие которого официально отмечается в текущем 2015 году. Проведенный в преддверии юбилейного года фестиваль демонстрировал различные способы обращения к этому всемирно признанному художественному явлению с позиций перспективного развития современной отечественной архитектуры.



Официальное открытие выставки

Поиcки образа национальной идентичности необычайно остры и актуальны для современных российских архитекторов. Вопрос важный как в профессиональном плане, так и в более широком общественном и даже политическом понимании. Поэтому заявленный кураторами Андреем и Никитой Асадовыми предмет размышлений «Актуальное идентичное», где авангард рассматривается не как революционное течение в архитектуре, а как часть общей непрерывной традиции, вызвал широкую волну откликов с самыми разными способами обрисовать и обозначить эту национальную идентичность. Для стороннего наблюдателя наибольшая аутентичность экспозиций выставки действительно проявлялась в том или ином варианте отсылки к русскому авангарду или в полемике с его наследием.

В экспозиции присутствовали и историко-изыскательские работы, и опосредованные ассоциации и парафразы прошло-



Яркие и наполненные творческой энергией работы детей

го, вполне представительный срез текущей практики и даже игры. Действительно творческим размышлением на тему, вызвавшим неподдельный интерес посетителей, стала экспозиция «Узорник русского авангарда» (куратор – Эдуард Кубенский), в которой всем желающим предлагалось собрать из цветных элементов – геометрических цитат и фрагментов архитектуры авангарда – персональный калейдоскоп с огромной вариативностью картинок.

Всего в этом году публике представили 11 спецпроектов, в разной степени отражавших главную тему фестиваля. Некоторые носили более ретроспективный характер («Неоклассицизм ВДНХ», куратор – Дмитрий Михейкин и «Esperanto советской архитектуры», кураторы – Елена Гонсалес и Юлия Зинкевич), другие были ориентированы на проследивание непрерывности традиции («Московский метрополитен. 80 лет в поисках идентичности», куратор – главный архитектор Москвы Сергей Кузнецов). Третьи фокусировались на вопросах перспективного развития национальной архитектурной школы («Будущее. Метод», Оскар Мамлеев, и «ЭДАС», Владислав Кирпичев). А более абстрактные размышления и изыскания по основной теме фестиваля были показаны в подборке цитат из всех эпох отечественной архитектуры в проекте «Генетический код» (куратор – Елена Петухова).

Развитие архитектуры в рамках одного региона отражали спецпроекты «Прошлое, настоящее и будущее Красноярска», куратор – Антон Шаталов, и «Архитектурный Крым», куратор – Алексей Комов. Крымская тема вообще стала одной из наиболее животрепещущих и заметных на фестивале. Возможность вновь обратиться к этому материалу как фрагменту единого поля отечественной архитектуры XX века, где под разными углами рассматриваются дости-

жения зодчих недавнего прошлого в сочетании с актуальной практикой наших дней, явилось настоящим магнитом для большинства участников и посетителей.

Расширенным продолжением трудной последовательной борьбы за сохранение и новую жизнь Шуховской башни была экспозиция «Шаболовский культурный кластер» Александры Селивановой и Бориса Кондакова. Она весьма убедительно обосновывала маршруты знакомства с русской и советской архитектурой первой половины прошлого века и представляла знаменитую башню на Шаболовке не обособленным артефактом, удаленным от про-



Спектакль-опера «Победа над солнцем»

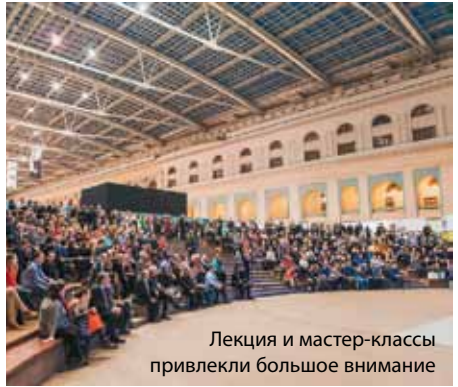
чих столичных достопримечательностей, а доминантой вновь развиваемого кластера, где в едином культурно-историческом контексте соединены традиции нескольких эпох национальной архитектуры.

Наиболее адекватной альтернативой наследию авангарда на фестивале выглядела экспозиция «Деревянное зодчество» под руководством Вероники Харитоновой, показавшей иной образ национального творчества, более древний, но по-прежнему актуальный источник вдохновения для российских архитекторов. В определенном смысле современное видение близкого подхода к архитектуре отражали и уже само по себе традиционный спецпроект «Архстояние» (Антон Кочуркин). Особенностью прошедшей фестивальной программы стали новые смотря-конкурсы «Лучший объект для клиента» и «Актуальные инновации», ориентированные на улучшение взаимодействия архитектурного сообщества с девелоперами, клиентами и производителями строительных материалов, оборудования и технологий.

На «Зодчестве-2014» радовало разнообразие фактур и форм представления материала. Помимо привычных фотографий и макетов в этот раз часть пространства Гостиного Двора была заполнена бутфорскими каменными плитами с текстами



Современная архитектура



Лекция и мастер-классы привлекли большое внимание

«архитектор должен...» – аллегорией профессиональных скрижалей (проект «Долг архитектора»). Поводом к этой несколько ироничной экспозиции стал 10-летний юбилей Кодекса профессиональной этики архитектора, рефлексией на который она и стала. Заметным событием был показ футуристического спектакля-оперы театра Стаса Намина «Победа над солнцем», восстановленный по эскизам Казимира Малевича на музыку Михаила Матюшина и с прологом Велимира Хлебникова и основным текстом Алексея Крученых (по материалам Русского музея).

Исключительно яркими и наполненными творческой энергией были многочисленные детские работы. В целом, практически параллельная и очень насыщенная детская программа привлекала едва ли не большее внимание, чем основные выставочные павильоны. Каждый фестиваль день организаторы отмечали особые достижения детей-участников в различных номинациях. Главным из них стала защита дипломных работ выпускного класса Детской школы искусств «СТАРТ». Наличие такого творческого потенциала среди нарождающегося молодого поколения профессионалов вносит значительный оптимизм в наше видение развития современной отечественной архитектуры.

За три дня программы фестиваль посетили более 7000 человек, а представленный материал демонстрировал новые профессиональные достижения более 400 участников. Почетный гость фестиваля президент Международного союза архитекторов Еса Мохамеде прочитал московской аудитории лекцию о современной архитектуре Малайзии, а познакомившись с экспонатами «Зодчества-2014», отметил: «Российской архитектуре и дизайну есть что показать миру». С лекциями и мастер-классами выступили Елена Гонсалес, Эдуард Кубенский, Николай Васильев, Михаил Шубенков, Ольга Сергеева, Антон Горяинов, Сергей Малахов, Евгения Репина и другие, в разных формах затрагивая актуальные вопросы современной архитектуры и работы с наследием. В числе иностранных гостей присутствовали Филипп Мойзер (Германия), Робин Монотти (Италия), Ян Тесарж и Ондржей Бенеш (Чехия), Эльвира Муньос (Испания), Ева Магнисали (Великобритания).

Завершающим аккордом обширной конкурсной программы прошедшего фестиваля «Зодчество-2014» стало присуждение главных премий в области архитектуры. Среди большого количества высокопрофессиональных работ, отмеченных различными дипломами и поощрениями, наиболее интересной и яркой постройкой в номинации «Многофункциональные градостроительные ансамбли и комплексы» жюри признало здание терминала А аэропорта Внуково, спроектированное авторским коллективом ОАО «Метрогипротранс», за что им и был присужден «Хрустальный Дедал», а Гран-при «Премия Владимира Татлина» за лучший проект в номинации «Объект социального и культурного назначения» получило петербургское бюро «Студия 44» за Дворец молодежи «Жастар» для Астаны. ■

АЭРОДИНАМИКА ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

практическое пособие для обывателя

Текст: МАРИАННА МАЕВСКАЯ

Отель Grand Lisboa
Маскау, Макао

Над особенностями воздействия ветра на высотные доминанты и значимые вертикали обращали внимание еще философы и строители древности. Из поколения в поколение мастеров передавались практические советы, помогавшие справляться со спецификой ветровых нагрузок в той или иной местности. На протяжении веков такой опытный подход оставался единственным инструментом человека для учета воздействия воздушных потоков при возведении и эксплуатации высотных построек. Возможность предварительного прогнозирования и научного обоснования работы конструкции любого высотного объекта стала возможна только с развитием инженерной мысли, физики и в частности аэродинамики уже в XX веке.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

В традиционном понимании аэродинамика как наука в первую очередь ассоциируется с полетами и авиационной промышленностью. На втором месте – автопром. И только затем доходит очередь до изучения аэродинамических сил, воздействующих на здания. И если ранее особенности воздействия ветра на уникальные вертикали застройки учитывались бессистемно и почти наугад, что периодически приводило к необходимости на ходу перестраивать и совершенствовать возводимую конструкцию, то с распространением практики массового высотного строительства учет аэродинамической составляющей общих инженерно-технических расчетов здания стал жизненной необходимостью.

Для лучшего понимания предмета разговора обратимся к терминологии. Большинство справочных изданий определяет аэродинамику как раздел аэромеханики, в котором изучаются законы движения газа (напр., воздуха) и силы, возникающие на поверхности обтекаемого газом тела. Основными задачами аэродинамики являются определение сил, действующих на обтекаемое газом тело, распределение давления на его поверхности и скоростей газа, его обтекающего. Понятие «аэродинамическая сила» подразумевает силу, с которой газообразная среда действует на поверхность заключенного в нее твердого тела. При расчетах учитывается полная аэродинамическая сила (называется «полным аэродинамическим сопротивлением»), которая раскладывается на аэродинамическое сопротивление, подъемную и боковую силу, перпендикулярную первым двум. В архитектурных сооружениях учет аэродинамического воздействия необходим для оптимизации характера ограждающих конструкций и компенсации усилий, оказывающих разрушительное воздействие на здание.

В свою очередь, аэродинамику зданий определяют как научную дисциплину, которая изучает воздушные потоки, возникающие около строений и внутри них. Движение потоков складывается под действием ветра и разности температур внутреннего и наружного воздуха, вентиляции, а также под влиянием процессов эксплуатации здания. Рассматривая вопросы аэродинамики высотных зданий и сооружений, архитектор и специалисты инженерных дисциплин имеют дело с учетом особенностей образования вихревых потоков вокруг зданий, рассматриваемых на разных высотах.

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Базовым принципом аэродинамики считается открытие швейцарского ученого XVIII века Даниила Бернулли. Он предположил, что скорость жидкости (а воздух тогда рассматривали как жидкость) обратно пропорциональна ее давлению. На этом принципе (учета возникающей подъемной силы) позднее основывались разработки, сделавшие



Bank of America Tower,
Нью-Йорк

возможными полеты человека в атмосфере Земли, а с увеличением скоростей наземного транспорта – и в автомобильной индустрии.

Аэродинамика как отдельная современная дисциплина многим обязана русской научной школе. Значительная часть важных постулатов была сформирована Н. Е. Жуковским и кругом его последователей. Именно в России в начале XX века были сформулированы и введены в научный обиход многие основные постулаты практической аэродинамики, которая позволила развиваться первой авиации. В 1919 году тем же Жуковским были сделаны важные обобщения исследователей разных стран в данной области, что существенно продвинуло всю научную дисциплину и расширило области ее практического применения. Использование учета аэродинамических сил стало необходимым при распространении новых строительных технологий, приведших к строительству высотных зданий по всему миру. Базируясь на исследованиях первой половины XX века, в отечественной аэродинамике стали применяться методы теоретического расчета, значительно удешевлявшие как процесс испытаний новых механизмов, так и саму необходимость применения практических испытаний в аэродинамической трубе, в том числе и для высотных доминант различной конфигурации.

Отдельные особенности строительства высотных зданий еще в начале XX века определялись опытным путем, на основе практических знаний, проб и ошибок. Отличительной чертой архитектуры этого периода была ориентация на большой запас прочности, чем принято сегодня. Постепенно придумывались и осваивались новые технологии возведения зданий, повышалась высотность, и многие сопутствующие технологические решения просчитывались с запасом, на всякий случай. С возрастанием этажности застройки современных городов, учет аэродинамических показателей приобретал все большее значение, поскольку при строительстве высотных зданий с относительно большой площадью навесных стеновых элементов или окон строители столкнулись с непредвиденными сложностями. На больших высотах, где скорость ветра достигает значительных величин, окна и навесные панели в некоторых местах просто срывало с фасадов. Причиной такого поведения изначально прочных конструкций была неучтенная аэродинамическая сила, возникавшая при обтекании здания потоками воздуха. Механизм воздействия такой силы подобен механизму возникновения подъемной силы при обтекании верхней кромки крыла самолета. Для устранения недочетов проектного решения инженерам пришлось предусматривать значительные усиления частей конструкции в нужных местах, либо систему декомпенсации возникающих усилий. Мировая мода на небоскребы сделала учет аэродинамической нагрузки повсеместно необходимой практикой высотного строительства.

Большое значение аэродинамических параметров при расчете конструкций высотных зданий особенно проявилось с распространением идей интернациональной архитектуры, которая предлагала некоторые «универсальные» проектные решения для любого уголка земного шара. Строительство в совершенно разных частях света близких по форме небоскребов привело к выработке некоторых универсальных приемов расчета конструкций высотных зданий. Но на практике выяснилось, что адаптация геометрически простых призматических объемов высотных проектов к конкретным климатическим особенностям места существенно влияет на конечную конструкцию и облик здания. Многосторонность аэродинамического воздействия напрямую связана с внешней формой возводимой конструкции. Небоскребы 1960–1970-х в подавляющем большинстве не обладали пространственно-развитым сложным силуэтом, поэтому учет аэродинамического воздействия не попадал в разряд первостепенных задач, определяющих внешнюю форму небоскребов. В качестве наиболее выразительных высоток этого периода, требовавших относительно сложных аэродинамических расчетов, была типология ступенчатых башен наподобие чикагской Sears Tower (442 м, 108 эт., 1973). С усложнением конфигурации зданий усложнились и необходи-

мые расчеты, увеличился уровень взаимовлияния аэродинамических свойств и конечного облика постройки. В новейшей практике, с появлением сложных искривленных конфигураций больших объемов и плоскостей, учет аэродинамических нагрузок стал значительно больше влиять на облик зданий, поскольку незапланированное утяжеление или усиление конструкции сразу отражалось на особенностях внешнего облика небоскреба.

АЭРОДИНАМИКА НЕБОСКРЕБОВ XXI ВЕКА

Современные архитекторы стали с гораздо большим вниманием относиться к основам расчета нагрузок на здание, поскольку есть достаточное число примеров, когда неверно посчитанные или неучтенные аэродинамические нагрузки приводили к тому, что у вновь построенных высоток срывало стеклянные фасадные панели облицовки или деформировались какие-то части интерьерной конструкции. Если протяженная обтекаемая конструкция, в частности, небоскреб, имеет малую относительную толщину в направлении потока, то для некоторых форм поперечного сечения возникает внешний скручивающий аэродинамический момент, который при увеличении скорости воздушного потока до критической величины может привести к разрушению несущей способности конструкции. Во избежание подобных проблем возможно применение форм здания, уменьшающих разрушительное воздействие на конструкцию.

Учитывая новые знания в области аэродинамики и возможности быстрого расчета сложных конструкций новейшими компьютерными программами, с начала 2000-х все большую популярность в типологии форм высотных зданий приобретает «скручивающийся» небоскреб. Начиная со знаменитого объекта HSB Turning Torso (190 м, 54 эт., 2005) в шведском Мальмё, придуманного выдающимся архитектором современности Сантьяго Калатравой, тема спиралевидного закручивания объема высотного здания стала одной из самых ярких и востребованных для мировой практики высотного строительства последних лет. География распространения этой типологии весьма впечатляет: от Скандинавии до России, от Ближнего Востока до США, через всю Азию и Австралию с отголосками в Латинской Америке. Многие выдающиеся знаковые высотные объекты выполнены в этой логике. Среди самых интересных и эффектных небоскребов последних лет отмечены The Revolution Tower (245 м) в Панаме, по форме напоминающая штопор, с углом оборота 360 градусов, кувейтский торговый комплекс Al Tijaia Tower (218 м), башня Avaz Twist с зеркальными стенами в Боснии и Герцеговине (176 м), «Эволюция» (255 м, 50 эт., суммарное скручивание – 135 градусов) в московском Сити, Infinity Tower (307 м, 80 эт., 2013) в Дубае (скручивание – 90 градусов)... Очевидно, что из-за нетривиальной конфигурации таких зданий их расчет с учетом аэродинамических нагрузок



Flame Towers,
Баку

оказывается более сложным. При внешне легких и «летающих» силуэтах небоскребы могут иметь очень сложную систему внутренней компенсации усилий, возникающих на поверхности здания или в непосредственной близости от фасадов со сложной конфигурацией. Для эффективного решения подобных задач в современной практике используются различные демпферные установки для компенсации возникающих усилий.

Как особые любители технологических инноваций, японцы раньше прочих азиатских соседей обратились к идее строительства небоскреба с наклонными скручивающимися плоскостями. Последовательно заворачивающиеся разновысокие «лепестки» башни центра моды и дизайна Mode Gakuen в Нагойе (170 м, 2008) очень элегантно демонстрируют синтез технологического и художественного начал в современной высотной архитектуре. По своим аэродинамическим показателям небоскреб является одним из передовых во всем регионе. Еще одно знаковое высотное сооружение для известной школы моды Mode Gakuen University в форме гигантского кокона построено чуть ранее (завершено в 2006 году) в Токио. Помимо собственно учебных помещений 204-метровый небоскреб содержит многочисленные рестораны, кафе и бутики. Mode Gakuen Cocomo входит в двадцатку самых высоких зданий Японии и занимает вторую строчку после Московского государственного университета в списке самых высоких образовательных учреждений мира. Этот объект несет в себе черты сразу нескольких условных типологий форм, присущих высоткам наступившего столетия: здесь присутствует как общая плавность и скругление форм, так и наличие сопряженных граней различной кривизны, с острыми углами и ребрами. С позиций аэродинамики такой объект требует отдельного анализа в местах всех сопряжений основных поверхностей конструкции, что несколько уступает по эффективности решения более поздней нагойской версии, однако по худо-

Bitexco Financial
Tower, Хошимин





Infinity Tower, Дубай

жественным качествам объект отнюдь не менее ярок и выразителен.

Высокие и сверхвысокие здания в некоторых регионах перестают выглядеть единичными уникальными объектами, а в отдельных городах приобретают характер основной застройки. По данным разных источников, в 2011 году в мире было введено в эксплуатацию 88 небоскребов высотой более 200 м, тогда как в 2005 году – только 32 здания. В 2012 году в одном Китае отмечено возведение 96 высотных зданий. И среди лучших построек 2012 года, по версии СТБUN, на первом месте как раз высоты с динамичным скручивающимся силуэтом – парные башни Absolute Towers (179,5 м и 158 м, угол оборота башен – 208 градусов) в канадском городе Миссиссога.

При оценке возможных критических значений воздействия аэродинамической силы на здание, как правило, используют большое количество точек замеров в различных сечениях и на разной высоте. Особо выдающиеся фрагменты контура здания и выносные элементы (консоли, шпили и т. д.) рассчитываются отдельно. Кроме оценки стационарных аэродинамических сил и моментов, действующих на здание, при расчетах применяются специальные аэродинамические коэффициенты, позволяющие проанализировать возможности возникновения таких нестационарных явлений, как «галомирование», «дивергенция», «флаттер», «бафтинг». При оценке воздействия воздушных потоков на все элементы поверхности здания измеряется избыточное давление и ветровое воздействие противоположных направлений, что исключает возникновение ошибки, связанной с возможным наличием «аэродинамических прохо-

дов» внутри здания. Поэтому довольно сложными оказываются работы по анализу и учету всех усилий на небоскребы с нестандартными фигурными завершениями или консольными выносами. Занятым примером такой сложной конфигурации абриса внешней части высоты может служить здание отеля и казино Grand Lisboa в китайском Макао (261 м, 2008), архитектурное решение которого может просто служить универсальным пособием для тренировки специалистов в области архитектурной аэродинамики.

При проектировании конструкции высотного здания также обязательно изучается вероятность появления ветрового резонанса, который возникает в связи с периодическим срывом вихрей с поверхности здания при обтекании его воздушным потоком. Оценивается частота этих срывов в соотношении с собственной частотой колебаний здания. Статическая потеря устойчивости тонкостенной конструкции, обтекаемой воздушным потоком, называется «дивергенцией». В процессе испытаний модели конструкции в аэродинамической трубе определяется критическая скорость дивергенции здания в целом или отдельных его фрагментов.

В современной практике проектирования конструкций высотных зданий применяются как теоретические расчеты, так и испытания моделей в аэродинамической трубе, что особенно актуально для объемов с высокой сложностью конфигурации поверхностей. При испытаниях экспериментально выясняются условия возникновения галоирования – разновидности динамической неустойчивости протяженного податливого объекта, при которой перемещения происходят в направлении, пер-

пендикулярном к потоку, при частоте колебаний, намного меньшей частоты срыва вихрей. Режим работы сооружения можно считать безопасным, если найденная критическая скорость превышает максимальную скорость ветра в уровне крыши здания. Особый вид галоирования – «галоирование в спутной струе» – может наблюдаться при обтекании воздушным потоком отдельных фрагментов здания. Поэтому эффектные скульптурные завершения небоскребов, выдающиеся детали фасадов и крайние точки вспомогательных объемов многосоставных высотных комплексов требуют детального аэродинамического расчета.

При проектировании высотных комплексов с развитой цокольной частью или системой разновысоких объемов производится определение направлений и скоростей воздушного потока в пешеходных зонах. При этом учитывается также характер окружающей застройки. Пешеходная зона удовлетворяет условиям комфортности, если при 10-минутном интервале осреднения скорость воздушного потока на высоте пешехода не будет превосходить 15 м/с. Если показатели оказываются выше, то в пешеходной зоне, прилегающей к высотному объему, должны устанавливаться специальные защитные устройства, уменьшающие скорость движения воздуха. Для каждого местоположения и каждой климатической зоны значения отдельных параметров учитываются индивидуально.

Очевидно, что с точки зрения учета аэродинамических показателей конфигурация зданий имеет определяющее значение. С усовершенствованием собственно строительных технологий и материалов, а также учитывая стремительно развивающуюся отрасль компьютерного обеспечения и поддержки при расчетах различных инженерных параметров и конструкций, современное высотное строительство принципиально разнообразило конфигурацию и формы фасадов проектируемых сооружений.

При возведении высотных объектов в ОАЭ и соседних государствах архитекторы изначально учитывают температурные особенности и ветра пустыни. По мере увеличения плотности застройки важную роль начинают оказывать и взаимодействия уже возведенных зданий со строящимися объектами, поскольку воздушные потоки проходят через окружающую высотную застройку несколько иначе, чем через ровную пустыню, формируя такие опасные разрушительные эффекты, как бафтинг.

Под термином «бафтинг» в аэродинамике высотных сооружений понимают нестационарные нагрузки на здание, образованные пульсациями набегающего потока. Они могут быть вызваны атмосферной турбулентностью или переменными скоростями, образованными в результате движения вокруг предыдущего по потоку здания. Особо опасным является бафтинг, возникающий при обтекании близких по конфигурации и высотности зданий. В текущей архитектурно-строитель-



New York by Gehry, Нью-Йорк

ной практике высотного строительства наиболее достоверный способ оценки частоты и амплитуды возникающих при бафтинге сил – это проведение испытаний моделей небоскребов в аэродинамической трубе с последующим пересчетом результатов на натурные условия.

Более удобными и оптимальными с аэродинамической точки зрения являются небоскребы в виде цельных объемов обтекаемой формы. Дополнительные преимущества такой объект получает при максимально точном соотношении конфигурации здания с особенностями климатических и температурных колебаний, а также специфики движения воздушных потоков данного участка. При этом абсолютная симметричность формы необязательно обеспечивает наибольшую простоту и эффективность конструктивного решения с позиций учета аэродинамических нагрузок. Существенно снизить нагрузки на здание помогают «проницаемые» двойные фасады и продуманные системы комбинирования систем естественной и искусственной вентиляции, что дополнительно снижает стоимость последующей эксплуатации высотных объектов. В жарком климате возможно использование внешней незастекленной оболочки на всю высоту здания, как, например, в сдвоенных башнях Torres de Hercules (126 м) в испанской Андалусии.

Знаменитый «Огурец» Нормана Фостера – небоскреб 30 St Mary Axe (180 м, 40 эт., 2001–2004) в Лондоне (2003 – лучший в регионе), Doha Tower (238 м, 45 эт., 2005–2012) в Катаре Murphy/Jahn (2012 – лучший небоскреб в регионе) и Torre Агбар (142 м, 39 эт., 2005) в Барселоне Жана Нувеля, Flame Towers (190 м, 160 м, 140 м, 2005–2012) в Баку (новый

Riyad Kindom Center, Эр-Рияд





Trump International Hotel and Tower, Чикаго

символ города от компании НОК) и еще множество других высоток наглядно иллюстрируют популярность обтекаемых форм в высотном строительстве последних лет, предлагаемых самыми именитыми фигурами современной архитектуры. С точки зрения аэродинамики отсутствие многочисленных острых углов должно принципиально несколько облегчать задачи противостояния ветровым нагрузкам, возникающим вокруг небоскребов на больших высотах. Однако развитие трансформирования этой тенденции в более экстремальную – с возведением башен с сильным наклоном или значительным консольным выносом – рождает трудности иного порядка, что в конечном итоге сказывается и при расчете общих аэродинамических характеристик новых высотных зданий. (Например, как для отеля Capital Gate (160 м, 35 эт., 2014, Дубай, ОАЭ), которое вошло в Книгу рекордов Гиннеса с титулом «здание с самым большим наклоном в мире».)

Флаттер – это такое проявление аэродинамической неустойчивости, при котором возмущенное движение представляет собой колебания со стремительно возрастающими амплитудами. При этом свойства устойчивости зависят от скорости воздушного потока: система, устойчивая при малых скоростях, становится неустойчивой после того, как скорость ветра достигла критического значения. Различают ряд разновидностей флаттера.

Классический флаттер может проявляться в виде изгибно-крутильных колебаний, амплитуда которых при приближении скорости потока к критическому значению неограниченно растет. Срывным флаттером называется явление срыва вихрей: если в потоке воздуха находится плохо обтекаемое препятствие, то за ним образуется вихревой след. В момент срыва вихрей с поверхности объема на сам этот объем действует периодическая сила, перпендикулярная к потоку и вызывающая при определенной скорости значительные резонансные колебания. Особенно негативно для ограждаю-

Capital Gate, Абу-Даби



щих конструкций небоскребов может действовать панельный флаттер – явление интенсивных колебаний больших фрагментов плоских поверхностей (участков фасадного остекления, металлических и синтетических покрытий кровель и т. д.). Как правило, избежать негативных явлений помогает моделирование вариантов натурного крепления листов покрытия по его контуру с последующими испытаниями в аэродинамической трубе.

Многочисленные эксперименты в области развития эоархитектуры затронули большинство регионов, где интенсивно строятся высотные здания. Среди приемов, помогающих значительно сократить энергетические затраты на вентиляцию небоскребов и сокращающих необходимость противостоять сильным ветровым нагрузкам, архитекторы используют башни с проницаемыми фасадами и отверстиями, разбивающими единые аэродинамические усилия на несколько потоков. Среди примеров последних лет, убедительно показывающих эффективность такого приема, знаменитая «откры-валка» – небоскреб Riyadh Kindom Center (302 м, 2002) в Эр-Рияде и башня дизайн-отеля The Metropolitan в Бангкоке. Последнее представляет собой разделенное на три вертикальные секции 69-этажное здание высотой 228 метров с крупными сквозными отверстиями в визуально едином прямоугольном объеме. Такая форма здания позволяет уменьшить риски возникновения потенциально уязвимых с точки зрения аэродинамики мест конструкции.

Как правило, детали завершения высотных зданий – шпили, башни, фигурные ограждения, ограждения вентиляционных устройств – следует рассматривать в рамках самостоятельных аэродинамических задач, поскольку анализ их обтекания лишь опосредованно связан с расчетами по основному объему. Более существенен учет настенных дополнений конструкции – балконов, лоджий, угловых изгибов контура здания. Все эти детали необходимо рассчитывать на средние ветровые нагрузки при максимальной местной скорости воздушного потока, а также проверять на возможность возникновения нестационарных явлений. Поскольку визуальный облик небоскреба во многом определяется именно характером и сочетаниями деталей фасадов, то уверенность в грамотном выборе и гармонии элементов необходима архитектору для создания по-настоящему выразительного образа. А правильные аэродинамические расчеты помогают скорректировать первоначальный замысел, влияя не только на технические показатели проекта, но и на общее художественное впечатление. Довольно занятыми экспериментами с применением выносных деталей небоскребов в качестве формообразующего художественного элемента, влияющего на аэродинамику всего здания, служит небоскреб Bitexco Financial Tower (262 м, 2010) во вьетнамском Хошимине.

В результате многочисленных проведенных аэродинамических испытаний и расчетов для

каждого нового небоскреба коллектив специалистов обеспечивает конструктивную устойчивость и комфортность последующих условий эксплуатации здания. При этом обязательно учитываются ограничения максимального линейного ускорения верхнего этажа (не больше 0,08 м/с²) и максимальной скорости ветра на подходах к зданию.

В 2013 году тему закрученных небоскребов в Дубае продолжила самая высокая спиральная башня Infinity Tower в Дубае (310 м, 75 эт., 2013). Строительство здания со столь динамичным силуэтом стартовало еще в 2006 году, но под давлением экономических обстоятельств работы затянулись. В результате небоскреб сменил имя и к текущему моменту является восьмым по высоте законченным жилым зданием в мире. Основная архитектурная особенность этой высотки заключается в том, что конструкция от основания до кровли закручена на 90 градусов, что позволяет частично разгрузить усилия, возникающие на больших высотах в данном регионе. (См. ВЗ № 2, 2012, «Бесконечная башня».) Башня разработана той же проектной командой SOM, которая работала над созданием Burj Khalifa (828 м, 162 эт., 2009) и Trump Tower в Чикаго. У необычного дубайского спирального небоскреба универсально-многофункциональное наполнение: жилые квартиры, конференц-залы, теннисные корты, бассейны, современная гимназия и центр отдыха.

Кстати, по своей пространственной структуре упомянутая башня Burj Khalifa представляет собой более модернизированную версию строго иерархичного небоскреба, где, в соответствии с учетом особенностей аэродинамических нагрузок конкретной местности и общей немислимой ранее высотности, все отдельные составляющие главного объема имеют скругленные обтекаемые очертания. Избегать углов в проекте архитекторов заставила в том числе боязнь возникновения невиданных ранее аэродинамических сложностей, поскольку де факто на такой высоте никто до них зданий не строил и не эксплуатировал. Башня Trump International Hotel and Tower (415 м, 96 эт.) в Чикаго представляет собой североамериканскую версию той же типологии высотных построек. Монументальное иерархичное здание состоит в диалоге с другим знаковым иерархичным объектом города – Sears Tower, но в новом веке учет аэродинамических нагрузок для оптимизации образно-конструктивного решения здания привел к появлению более плавных очертаний и форм небоскреба.

Среди наиболее интересных решений в рамках еще одной весьма сложной с аэродинамических позиций типологии высотных сооружений следует отметить проект небоскреба Greenland Tower Chengdu для города Ченду в юго-западной части Китая. Адриан Смит и Гордон Джилл разработали проект офисно-гостиничной башни в форме



Torres de Hercules, Лос-Барриос

чрезвычайно сложного граненого кристалла. (По своей иллюзорной хрупкости и «хрустальности» при высокой объективной сложности конфигурации этот проект перекликается с отечественной башней «Лакта центра», разработанной на несколько лет раньше.) Ранее тема эффектного, дробного облика фасадов небоскребов со сложными аэродинамическими показателями, своеобразного объема с условно кристаллической структурой разрабатывалась деконструктивистами, а особенно удачно – Норманом Фостером в здании башни Hearst Tower (182 м, 46 эт., 2002–2006) и Френком Гэри в жилом высотном здании New York by Gehry (265 м, 76 эт., 2011) в Нью-Йорке. Эта последняя работа Гэри существенно оптимизирована с точки зрения учета аэродинамики по сравнению со всеми его предыдущими «взрывными» и скандальными постройками, что никак не сказалось на уменьшении уровня выразительности образа нового небоскреба.

Более лапидарную версию небоскреба – кристалла с масштабными наклонными поверхностями в разных плоскостях – разработали создатели башни Bank of America Tower (366 м, 54 эт., 2009) в Нью-Йорке. Архитекторы Cook+Fox Architects and Gensler предложили одно из наиболее эффективных и экологически безопасных зданий в мировой практике последних лет, и компенсация негативных аэродинамических воздействий небоскреба была во многом решена за счет выбора угла наклона фасадных поверхностей.

При беглом изучении самых разных высотных проектов и построек последних 15 лет справедливо отмечаем, что учет аэродинамических нагрузок оказывает существенное влияние на формирование типологий художественных решений небоскребов. Объективности ради отметим, что аэродинамические нагрузки – лишь часть очень многих инженерно-технических параметров, которые необходимо учитывать при проектировании здания. И без помощи широкого спектра инженерно-технических специалистов появление стольких эффектных и запоминающихся высотных доминант было бы невозможно. ■

«ДЫШАЩАЯ» БАШНЯ УЦЗЯНЯ

Текст: **РОСС ВИМЕР**, директор; **УИЛЬЯМ БЕЙКЕР**, партнер; **МАРК НАГИС**, доцент;
ААРОН МАЖЕЙКА, заместитель директора, Skidmore, Owings & Merrill LLP (SOM)

В современном мире с все более усложняющимися технологиями проектирования редко можно найти пример успешного партнерства архитектора и клиента, которое повлекло бы за собой последовательный рост числа суперсовременных высотных зданий. Однако более чем плодотворное сотрудничество компании Greenland Group в работе над проектом Zifeng Tower (ранее известным под названием Nanjing Greenland Financial Center) с всемирно известной фирмой, работающей в области архитектуры, проектирования, дизайна интерьера и городского планирования – Skidmore, Owings & Merrill (SOM), вылилось в создание серии объектов под брендом Greenland: Zhengzhou Greenland Plaza, Jiangxi Nanchang Greenland Central Plaza Parcel A, Jiangxi Nanchang Greenland Zifeng, Greenland Center Dawangjing and Greenland Group Suzhou Center, а также в участие в нескольких крупных конкурсах в области дизайна.

Каждый из этих проектов представляет собой плод почти десятилетнего сотрудничества компаний SOM и Greenland в их едином стремлении создать знаковые постройки для новых городских районов в разных регионах Китая. Эти крупные проекты призваны стать символами нового времени, демонстрирующими широкое внедрение в повседневную жизнь современных технологий проектирования высотных зданий как в Китае, так и во всем мире.

В данной статье рассматривается самый последний объект совместного творчества обеих команд. Своим уникальным обликом и обтекаемой формой 358-метровая башня Greenland Group Suzhou Center существенно оживит набережную Уцзяня. В здании также разместят особые системы энергосбережения. В проекте была применена технология пассивной вентиляции, наделившая строение уникальным внутренним «легким», создающим эффект «дышащей» башни. «Suzhou Center представляет собой образец слияния в одном проекте современной формы и необходимой функциональности, адаптирующих высокие эксплуатационные характеристики из области автомобильного дизайна в особую архитектурную форму, позволяющую снизить экологическую нагрузку на окружающую среду», – говорит Росс Вимер, член Американского института архитекторов, директор по дизайну компании SOM.



РОСС ВИМЕР создал инновационные архитектурные проекты в более чем 20 городах на пяти континентах. Помимо таких крупномасштабных многофункциональных зданий, как, например, Leamouth Peninsula в Лондоне, Infinity Tower в Дубае и White Magnolia Plaza в Китае, в его портфолио много разнообразных значительных проектов. С момента его поступления в фирму SOM в 1995 году в своих проектах он работал в дизайне над синтезом простоты и логичности конструкции. Экологическая устойчивость и выразительная конструкция стали визитной карточкой эстетики его архитектурных работ, что наглядно демонстрирует такое известное здание, как Zhengzhou Greenland Plaza.

УИЛЬЯМ БЕЙКЕР – главный инженер-конструктор SOM и член попечительского Совета по высотным зданиям и городской среде (CTBUH – The Council on Tall buildings and Urban Habitat). На протяжении всей своей карьеры Билл занимался архитектурными инновационными технологиями. Его наиболее известным вкладом в этой области была разработка конструктивной системы «ядра с контрфорсами» для здания Burj Khalifa, высочайшего в мире искусственного сооружения. Наряду с широкой известностью его работ над проектами супервысотных зданий его мастерство также распространяется на конструкции с большепролетными крышами, например, Virginia Beach Convention Center, и специализированные конструкции, например, Broadgate-Exchange House.



МАРК НАГИС имел возможность работать над разными инновационными архитектурными проектами на всей территории Ближнего Востока и Азии. Его известными проектами являются Greenland Central Plaza, пара 289-метровых башен в китайском городе Наньчан, а также Greenland Group Suzhou Center.

ААРОН МАЖЕЙКА руководил командой инженеров-конструкторов, спроектировавших более 30 высотных башен в Китае. Его известными проектами являются комплекс New Poly Plaza в Пекине, имеющий самую большую в мире систему с висячим покрытием в форме вантовых сетей, поддерживающую стеклянный фасад, и Al Hamra Tower в городе Эль-Кувейт.

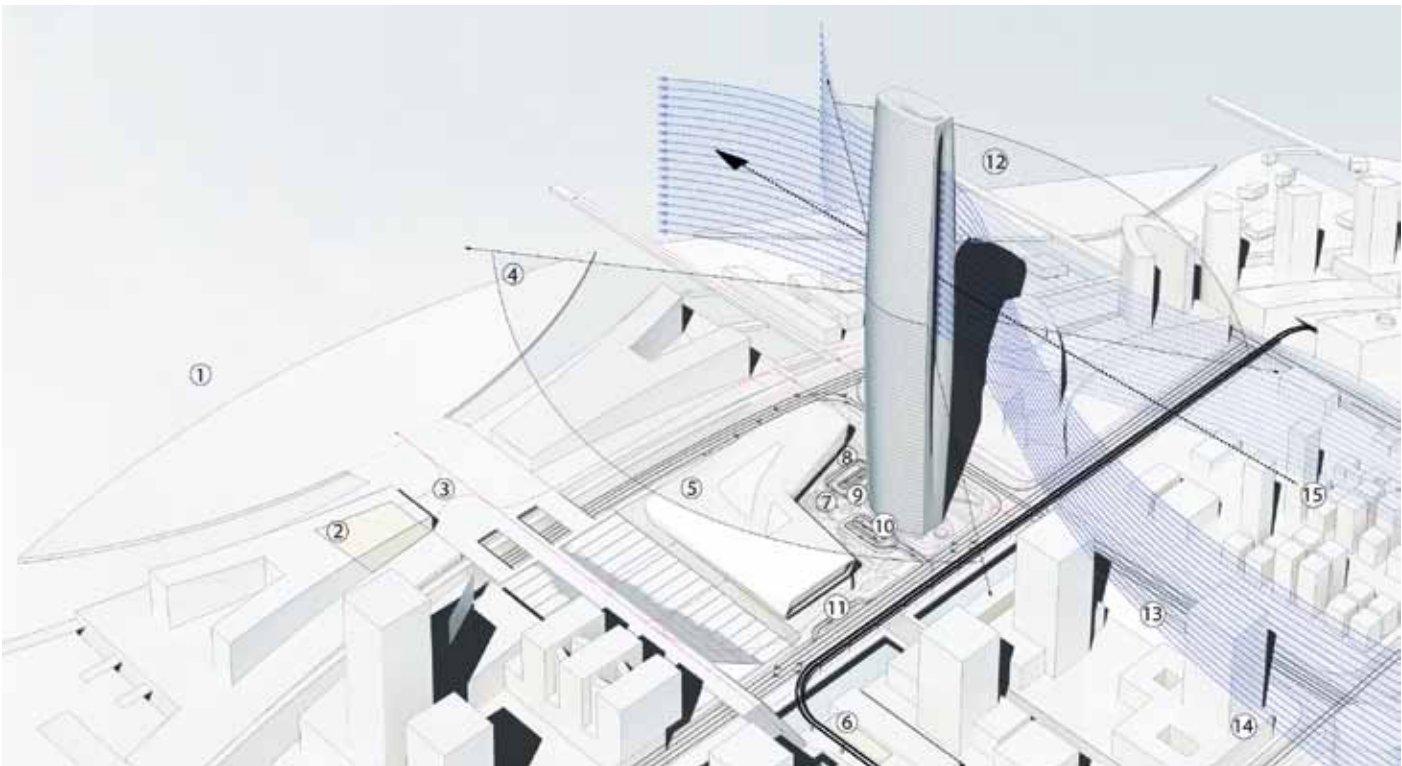


УЧАСТОК ЗАСТРОЙКИ И КОНТЕКСТ

Здание Greenland Group Suzhou Center, общая площадь которого составит более 284 000 кв. метров, станет характерным ориентиром новой застройки на берегу озера и как следствие знаковым объектом для города Уцзян в целом. Башня расположена на самом заметном месте у озера Тайху в китайской провинции Цзянсу. Ее конусообразная форма способствует гармоничному объединению в рамках одного проекта жилых и офисных помещений. В средней части плавно изогнутого строения расположено вертикальное отверстие высотой в 30 этажей, которое стало уникальной отличительной чертой здания.

Как и многие другие башни архитектурной фирмы SOM, спроектированные для компании Greenland, эта находится на первом этапе строительства, который включает в себя освоение нескольких площадок. Проект должен стать неким катализатором, который привлечет и других инвесторов в это место, чтобы осуществить застройку соседних кварталов.

Suzhou Center будет представлять собой своеобразный «город в городе»: в башне расположатся офисные помещения, жилые апартаменты, отель и торговые центры. Это позволит комплексу функционировать круглые сутки. Несмотря на объединение в рамках одного здания жилой и коммерческих функций, что стало довольно сложной задачей с точки зрения проектирования и строительства, так как требовалось развести пассажиропотоки различных зон, она была эффективно решена путем объединения пространств челночной системой лифтов, обеспечивающих доступ к высотным фойе из каждой части башни. На первом этаже у каждой



здание к минимуму его агрессивного воздействия, когда оно менее всего благоприятно.

«ДЫШАЩАЯ» БАШНЯ

Во внешнюю форму здания заложено функциональное выражение задачи архитектора – органично совместить геофизические характеристики данной местности и особенности конструкции башни, что является эффективным и экономичным способом строительства. Вертикальная вытянутость формы подчеркивается выпуклыми и изогнутыми элементами, определяющими основные черты облика небоскреба. Их соединение с атриумным проемом и составляет отличительные черты башни, призванной стать запоминающимся символом города Уцзян.

В многофункциональной башне изогнутой формы отель, обслуживаемые апартаменты и офисные помещения разделяет многоэтажный атриум, находящийся в центре здания. Система открывающихся окон на 30 этажах является не только уникальным элементом конструкции, но и рационально используемым общественным пространством. Действуя как «легкие», они обеспечивают приток холодного воздуха в летние месяцы и в то же время позволяют освещать внутренние помещения естественным светом.

Форма башни была определена при помощи новейших технологий аэродинамического моделирования, многие из которых первоначально были разработаны инженерами и проектировщиками фирмы SOM для прежних проектов компании Greenland, в частности Jiangxi Nanchang Greenland Central Plaza Parcel A (The Twins) и Wuhan Greenland. Обычно на более поздних этапах проектирования башни такой высоты подвергаются испытаниям в

аэродинамической трубе для того, чтобы убедиться в правильности структурных расчетных нагрузок и функциональности здания. В случае Suzhou Center группа проектировщиков провела серию цифровых тестов на воздействие ветра на башню, что позволило им усовершенствовать ее форму. Сочетание выпуклых основных и вогнутых боковых фасадов уменьшает нагрузку на конструкцию здания и одновременно увеличивает возможности естественной вентиляции через окна на восточном и западном фасадах. Их открытие и закрытие будет регулироваться автоматически при изменении направления и силы ветра, в зависимости от сезона или времени суток, а также по мере необходимости. Эта же высокоэффективная цифровая система контроля сможет измерять интенсивность и направление воздушных потоков и распределять воздух в атриуме в зависимости от конкретных климатических условий. Она же станет управлять открытием и закрытием окон во всем здании, что позволит повысить функциональность атриума в качестве «легких» здания.

МЕРЫ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В проекте Suzhou Center воздействие здания на окружающую среду сведено к минимуму, т.е. особый акцент сделан на снижение энергопотребления и экономию воды. Надеюсь на получение статуса Silver LEED-CS, в проект башни включены ряд высокоэффективных систем для достижения значительной экономии потребляемой энергии в соответствии с экологическим стандартом ASHARE 90.1 2007.

В ту часть здания, где находится атриум, проникает много дневного света, что облегчает создание смешанного режима вентиляции фойе и общественных пространств, также атриум является источни-

- 1. Озеро Тайху
- 2. Отправление пригородных автобусов
- 3. Основные пешеходные дорожки
- 4. Панорамный вид на юг
- 5. Торговый подиум
- 6. Наземная железная дорога местного назначения
- 7. Центральная торговая площадь и информационный стенд
- 8. Зона высадки посетителей танцевального зала
- 9. Зона высадки отеля
- 10. Зона высадки офиса
- 11. Зона высадки посетителей магазинов
- 12. Панорамный вид на север
- 13. Остановка местного автобуса
- 14. Преобладающие летние ветра
- 15. Главная ось развития

Позэтажные планы отеля и апартаментов



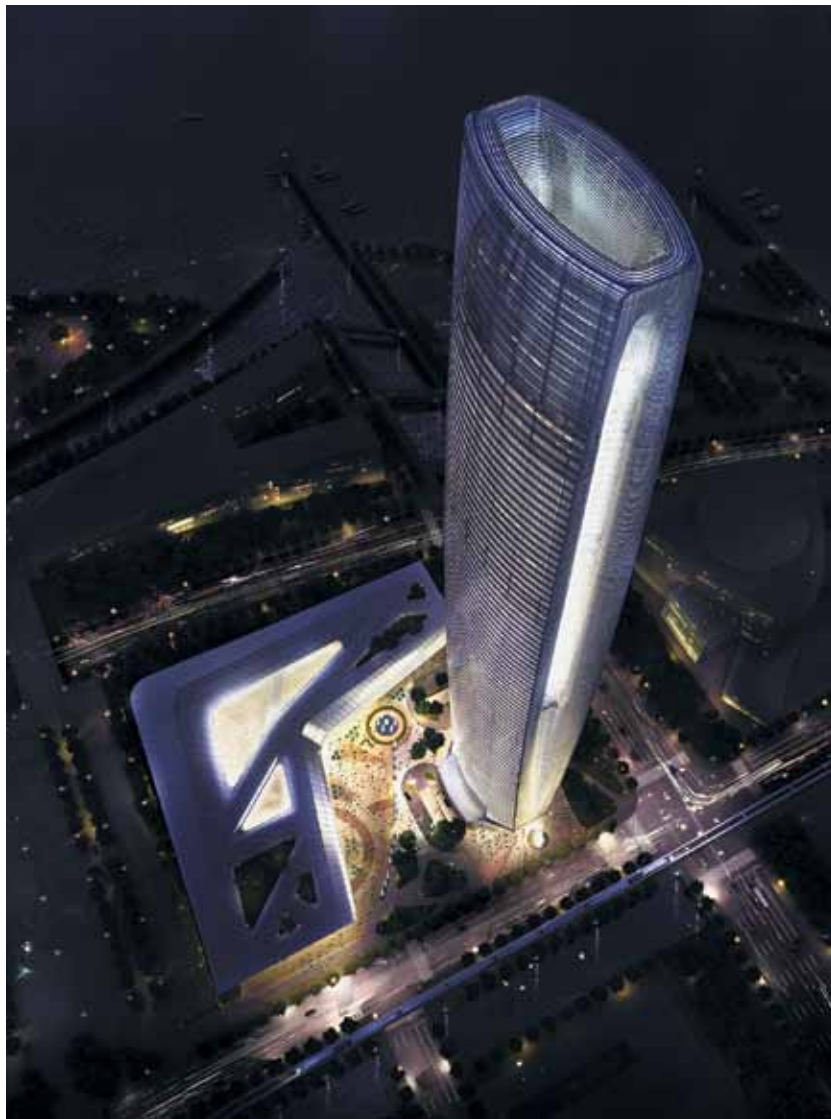
Фасады атриума



зоны есть собственный вестибюль, что является гарантией самостоятельного их функционирования. При разработке проекта были смоделированы различные аспекты расположения башни: ее восприятие с различных точек обзора, ориентация по направлению преобладающих ветров и степень экологической эффективности. Все это, несомненно, способствовало правильному выбору места и созданию запоминающейся конструкции перспективного дизайна. Концепция проекта в полной мере использует преимущества уникального и живописного участ-



ка застройки, расположенного непосредственно рядом с озером и пешеходной прогулочной зоной, находящейся в сердце Центрального делового района Уцзян. Решение архитекторов построить башню, фасады которой обращены на восток и запад, диктуется двумя важнейшими факторами окружающей среды – ветром и солнцем. Удлинение формы здания в направлении по оси восток – запад имеет свои преимущества: освещение внутренних помещений солнечным светом в то время суток, когда это наиболее выгодно, и параллельно све-



Greenland Group Suzhou Center



ком подачи свежего воздуха в отель и апартаменты. Как и во многих других растущих городах, в Уцзяне проблемой стало плохое качество воздуха. Так как наибольшее скопление загрязнений концентрируется на уровне нижних этажей, свежий воздух будет подаваться в здание через огромные отверстия, находящиеся в верхней части башни.

Намечено проводить постоянный мониторинг атмосферы атриума, чтобы регулировать забор свежего воздуха для охлаждения квартир и гостиничных номеров в летние месяцы, а также для смешанной вентиляции вестибюлей и других общественных пространств. В периоды, когда естественная вентиляция нежелательна, в номерах отеля, обслуживаемых апартаментах и офисных помещениях будут включать систему кондиционирования воздуха с вентиляторными доводчиками регулируемой скорости. В зимние месяцы вертикальный вентиляционный канал, встроенный в атриум, поможет поддерживать комфортную температуру в зимнем саду и сократить использование отопления, которое также обеспечат совместной работой вентиляционных блоков и дополнительной системой подогрева полов.

Для улучшения естественной вентиляции здание ориентировано восточным и западным фасадом, где расположен атриум, согласно направлению преобладающих сезонных ветров в Уцзяне. По метеорологическим данным, на протяжении всего года эти ветры меняют направление, дует либо с северо-запада на северо-восток, либо с востока на юго-восток, но в летнее время чаще всего преобладает юго-восточный ветер. В эти летние месяцы обдувающий башню юго-восточный ветер станет вспомогательным фактором естественной вентиляции офисных помещений, расположенных с южной стороны фасада. Для того чтобы рассчитать распределение температуры по вертикали, внутри атриума в процессе искусственной вентиляции (открывая и управляя проемами в верхней и нижней частях атриума) были использованы методы CFD-моделирования и учтены почасовые метеорологические данные.

Другими основными энергосберегающими технологиями, включенными в проект, являются высокоэффективные фасады, использование светочувствительной системы, аккумулирующей естественный свет, регенерация тепла и оптимизация освещения за счет установки высокочувствительных датчиков и учета степени наполненности помещений. Рациональное использование, сохранение и повторное применение воды включают в себя эффективное оборудование сбора дождевой воды, систему рекуперации парового конденсата и эффективные установки по очистке воды. Планируется, что накопители питьевой воды, размещенные по всей территории комплекса, по прогнозам, сократят ее расход на 50% в соответствии с критериями эффективности оборудования, установленными законом об энергетической политике, принятом в 1992 году.

ПОЛАЯ КОНСТРУКЦИЯ

В типичном высотном здании центральное ядро содержит в себе систему лифтов и другие помещения, предназначенные для вертикального распределения инженерных служб. По мере роста высоты строения шахты лифтов, обслуживающие более низкие уровни, оканчиваются и ядро обычно сужается, чтобы на уменьшившейся площади сосредоточить в себе основные компоненты. Однако в Suzhou Center команда разработчиков решила эту задачу по-другому, найдя альтернативу необходимости уменьшения площади ядра на верхних уровнях, сделав проем в центральной части здания, чем существенно облегчила конструкцию изнутри. Этот подход повышает жесткость и структурную эффективность конструкции ядра, так как его габариты выдерживаются по всей высоте башни. В офисной части здания требуются более толстые плиты перекрытий, расположенные вокруг ядра здания. В зоне отеля и части, отведенной под жилые помещения, они будут меньшей толщины, что позволит снизить количество несущих элементов конструкции, поддерживающих

область ядра. В Suzhou Center добавочная площадь ядра перенесена в верхнюю часть башни, при этом повышается эффективность здания и создается дополнительная площадь. Разделив посредством атриума зоны отеля и жилых помещений, проектировщики эффективно решили проблему функционального зонирования башни, устранив излишнюю площадь в отеле и апартаментах и в то же время создав высокоэффективную конфигурацию ядра.

Несмотря на то что встроенный атриум увеличивает площадь ядра на верхних уровнях башни, устройство проемов на восточном и западном фасадах означает, что ядро по существу разделено на две половины. Общая эффективность конструкции, состоящей из разделенного на две половины ядра, значительно уменьшилась бы, поэтому инженеры-конструкторы использовали стальные крепления, соединяющие две части ядра башни, позволяя им стать единым элементом конструкции, а также сохранить прозрачность восточного и западного фасадов.

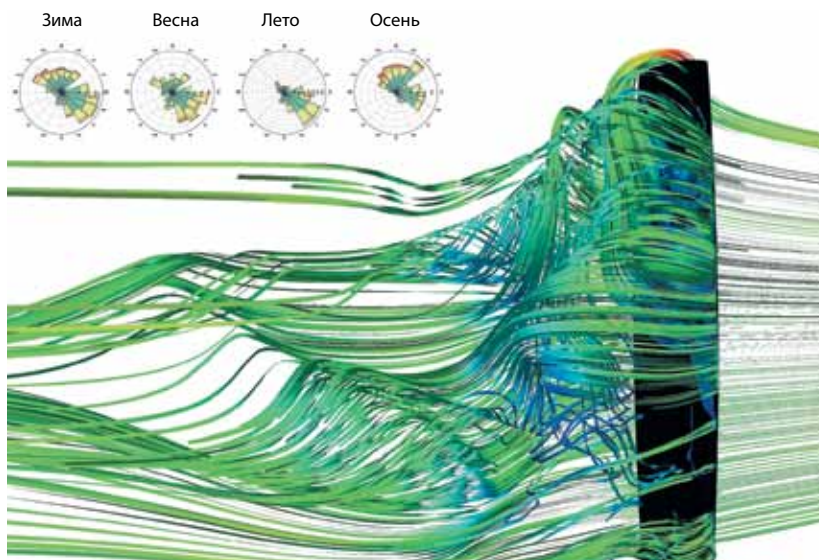
Закрепленные балками переходы связывают две стороны ядра башни, действующие так же, как и диагональные части моста со сквозными фермами, составляющими пару основных верхних и нижних элементов пояса фермы. Объединенные крытые переходы на верхних этажах позволяют пешеходам перемещаться между двумя частями ядра и в то же время обеспечивают сообщение между двумя ядрами. Опорные фермы по периметру башни соединены с мегаколоннами и придают дополнительную жесткость ядру.

Башня имеет три подземных уровня, основанием которых является сплошной плитно-свайный фундамент. Противодействие постоянному ветру и сейсмическому воздействию осуществляется за счет поддерживающей жесткой каркасной конструкции, состоящей из стальных балок, уложенных по периметру, и круглых колонн, представляющих собой стальные трубы, заполненные бетоном. Круглые стальные трубы идеально смягчают внешние очертания башни, также их можно срезать и соединить под углом 45 градусов, чтобы скорректировать траекторию колонн в любом направлении и под любым углом.

Поскольку башня расположена в низинной местности в регионе умеренной сейсмической активности, нагрузки, создаваемые ветром, в конечном итоге диктуют размер элементов конструкции здания. Овальная форма общего очертания здания и ее суженная часть помогают минимизировать образование вихревых потоков вокруг башни. Это явление образуется при порывах ветра, закручивающихся вокруг высотной башни, что может вызывать перпендикулярное движение ветра, которое может создавать доминирующую ветровую нагрузку.

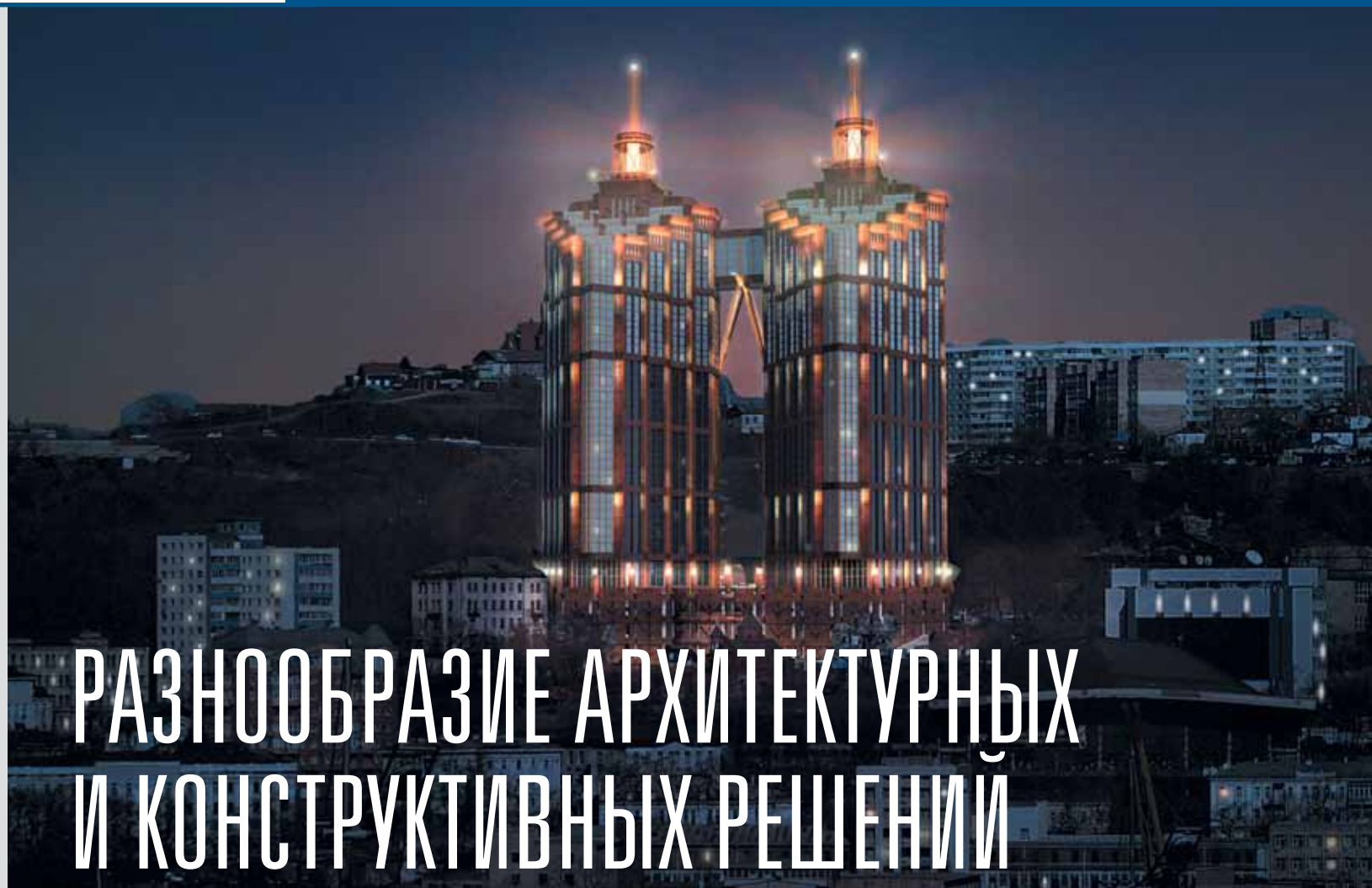
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Совместная работа компаний сделала возможным создание инновационного проекта Suzhou



Center. Как правило, система конструкции продумывается экспертами и дополняется по мере того, как проект принят и переходит в дальнейшие стадии разработки. Но в случае с Suzhou Center важнейший опыт конструкторов, инженеров-проектировщиков, инженеров-экологов, технических специалистов и урбанистов был использован еще на начальном этапе проектирования. Тщательный анализ положил начало процессу, вследствие которого форма башни была усовершенствована исходя из климатических особенностей данной местности. Сегодня эффектные здания, построенные в Китае, привлекают внимание всего мира, а эксперименты с формой такого колоссального масштаба являются беспрецедентными. Этот проект высотной многофункциональной башни имеет уникальную форму, которая была тщательно рассчитана, а не создана только за счет произвольной фантазии авторов, что, несомненно, повышает уровень ее функциональности. Степень сложности конструкции этого небоскреба означает начало новой главы в сфере проектирования, которое продолжает бросать вызов консервативному подходу. ■





РАЗНООБРАЗИЕ АРХИТЕКТУРНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ знаковых объектов городской среды

Памятная стела «Первооткрывателям земли Югорской» в Ханты-Мансийске, универсально-спортивный зал «Спартак» на территории Тушинского аэродрома, высотный жилой комплекс во Владивостоке... Эти столь разные проекты объединяет имя Карена Сапричяна – профессора Международной академии архитектуры. Компания специализируется на нестандартных объектах, благодаря которым формируется городская среда. Проекты выделяются яркими, подчас неожиданными архитектурно-пластическими решениями, запоминающимися образами.

Текст **АЛЕКСАНДР БИКИН**, фото «ГрандПроектСити»



САПРИЧЯН КАРЕН ВАЧИКОВИЧ, руководитель «ГрандПроектСити», профессор Международной академии архитектуры, член Союза художников России. С самого начала его творческая деятельность была «нацелена» на пространство – в мозаиках и скульптурах был заложен потенциал соединения изобразительного искусства и архитектуры. В них плоскость переходила в пространство, живопись – в трехмерную форму здания, и всегда учитывалось время переживания искусства. Основные направления проектирования – нестандартные объекты, формирующие городскую среду: здания, площади, фонтаны, памятники, памятные стелы...

«ВЛАДИВОСТОКСКИЙ МАЯК»

Владивосток, наверное, у большинства жителей нашей страны ассоциируется с бескрайним океаном, морем, величественными кораблями и подтянутыми морскими офицерами в белых фуражках. Проект многоэтажного жилого комплекса «Магnum» на улице Володарского, дизайн фасадов которого разработала организация «ГрандПроектСити» в прошлом году, также отправляет к морским просторам. Рабочее название проекта – «Владивостокский маяк». Морская тематика здесь действительно прослеживается весьма отчетливо. Внешне комплекс напоминает огромный корабль. Две жилые башни, высота которых превышает сто метров, соединены крытым переходом в виде моста. Нижняя металлоконструкция, подпирающая этот мост, несет в

себе не только конструктивную, но и декоративную функцию.

Здание во Владивостоке венчается смотровой площадкой, выполненной в форме маяка со шпилем. Отсюда открывается великолепный вид. Так как комплекс располагается на одной из террас города, то его видно издалека. В темное время суток здание подсвечивается. Силуэт дома как будто вырисован тонкой сверкающей кистью на фоне ночного неба Владивостока. Надо сказать, что при всей своей масштабности это сооружение абсолютно не выглядит громоздким; скорее наоборот – ему присуще какое-то неувловимое изящество.

Специфика этого объекта заключалась в том, что к работе над дизайн-проектом фасада команда «ГрандПроектСити» приступила в то время, когда уже шло строительство дома. Задачей архитекторов было превратить довольно-таки безликое, внешне напоминающее офис здание в привлекательное, нестандартное сооружение. Проектировщики остановились на варианте в стиле, близком к ар-деко, по словам Карена Сапричяна, несколько «американизированном». К зданию было предложено пристроить небольшие эркеры, за счет чего визуальное решение стало намного интереснее. Кровля башен, спускаясь террасами, может эксплуатироваться и стать прекрасным местом для отдыха жителей дома. Жилой комплекс опирается на обширный эксплуатируемый стилобат, где помимо прочего размещена парковка. Здесь используются самые современные материалы: фасадные плиты из керамогранита, гранит, панели AluWall. Колонны со светящимися верхушками, козырьки над входными группами, витражные каннелюры, непрозрачное остекление, темно-серые переплеты стеклопакетов – все это придает зданию неповторимую индивидуальность.

ГОСТЬЯ ИЗ БУДУЩЕГО

Стела – памятный знак «Первооткрывателям земли Югорской», построенный в Ханты-Мансийске в первые годы XXI столетия, производит неизгладимое впечатление на каждого, кому удалось ее увидеть. Это величественное и в то же время изящное сооружение в стиле хай-тек, построенное в виде трехгранной пирамиды, видно с большого расстояния. Памятник находится на 80-метровом холме – самой высокой точке Ханты-Мансийска и как будто возвышается над городом, а высота самой пирамиды составляет 62 метра. Очень интересно символическое значение памятника. Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, как известно, обладает весьма богатой историей и имеет огромное значение для нашей страны. Каждая из граней пирамиды отражает определенную эпоху развития региона: древней Югры, где жили угорские хантыйские и мансийские племена; времени завоевания Сибири дружиной Ермака и, наконец, период освоения здешних богатейших месторождений нефти и газа. Пирамидальная форма тоже была выбрана не случайно: по замыслу автора проекта, стела должна напоминать одновременно и чум –

традиционное хантыйское жилище, и смотровую казачью башню, и нефтяную вышку. В конструкции фундамента сооружения применены тяжелые буронабивные сваи мостового типа диаметром 1,5 м, глубиной 27 м.

Несущий каркас выполнен цельнометаллическим. Основание пирамиды (стилобат) с расположенными в нем вестибюлями, гардеробными, инженерными службами выполнено в монолитном железобетоне и облицовано четырьмя сортами полированного гранита.

Фасады пирамиды с отм. 0.000 до отм. 5.700 и с отм. 8.200 до отм. 52.400 выполнены структурным остеклением фирмы «Шуко». Пирамида представляет собой сложнейшую, нестандартную конструкцию. Генеральным конструктором объекта выступил Нодар Канчели. Многие из примененных здесь решений, материалов и технологий, о некоторых из которых мы уже упомянули, были использованы впервые в России.

Кроме того, фасады, сделанные по такой технологии с использованием высококачественных материалов, обладают рядом преимуществ с точки зрения звуко- и теплоизоляции. Специально разработанные силиконовые герметики помимо своей основной функции – герметизации выполняют также и защиту элементов фасада. Такая фасадная конструкция при правильном проектировании, подборе материалов, контроле над качеством исполнения работ прекрасно противостоит воздействиям погодных условий, температурным перепадам, сдвигам, давлению.

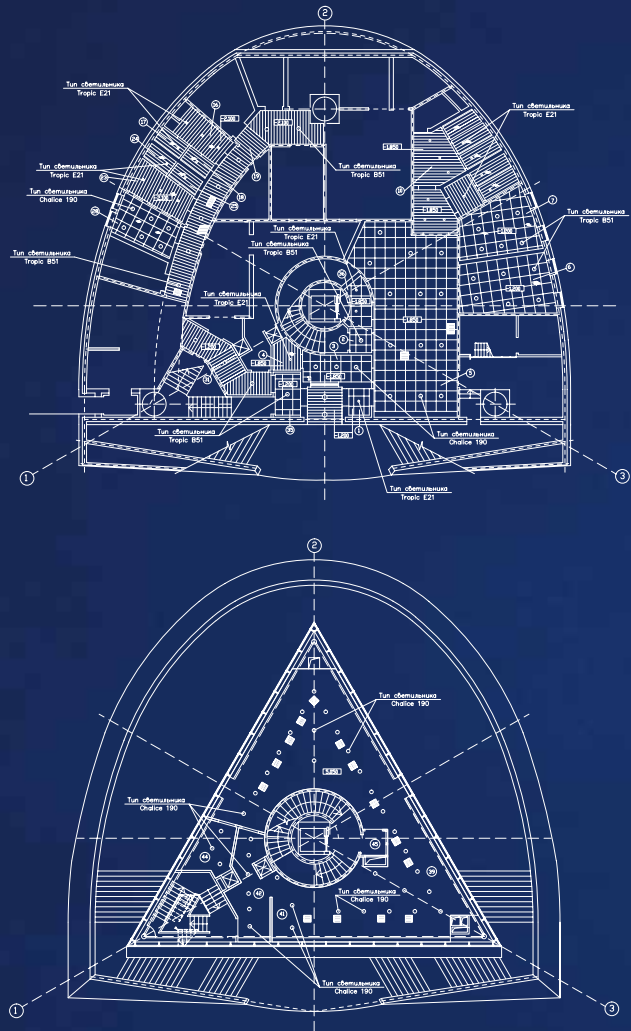
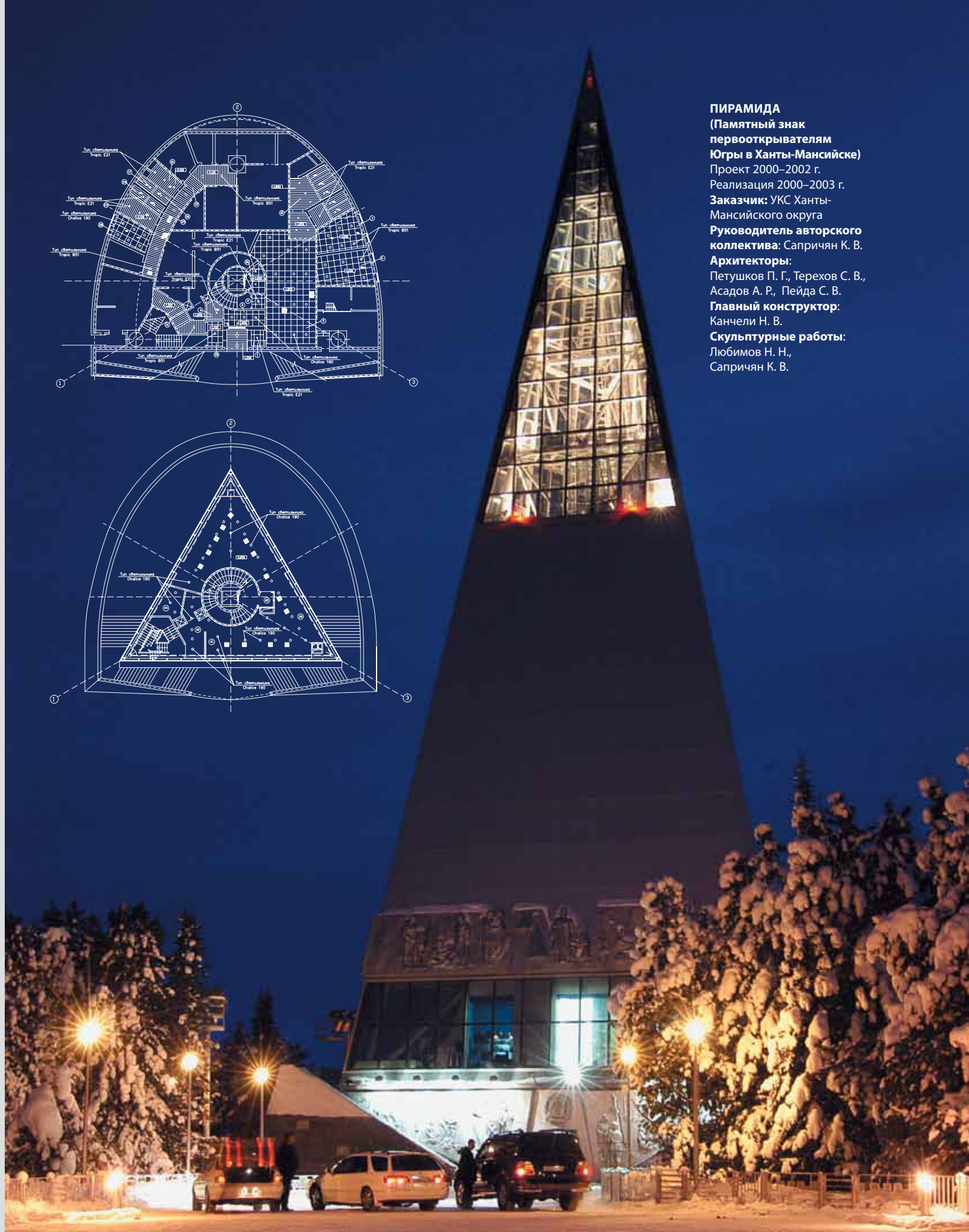
Все три фасада пирамиды с отм. 5.100 до 8.200 м украшает монументальный горельеф – тематические панно, посвященные первооткрывателям Югры. Скульпторами были Николай Любимов и Карен Сапричян. В вечернее и ночное время суток это уникальное сооружение открывается во всей своей многогранной красоте. Когда на улицах темнеет, включается уникальная полихромная динамическая подсветка, в которой используется более ста программ формирования различных цветов, создающих множество (порядка тысячи!) вариантов оттенков.

Но необычный, яркий внешний облик – это не единственное, чем привлекает жителей и гостей Ханты-Мансийска пирамида. «Я тогда подумал, что нужно сделать не просто памятник, к которому люди приходят раз в году, а нечто функциональное, живое», – говорит руководитель авторского коллек-



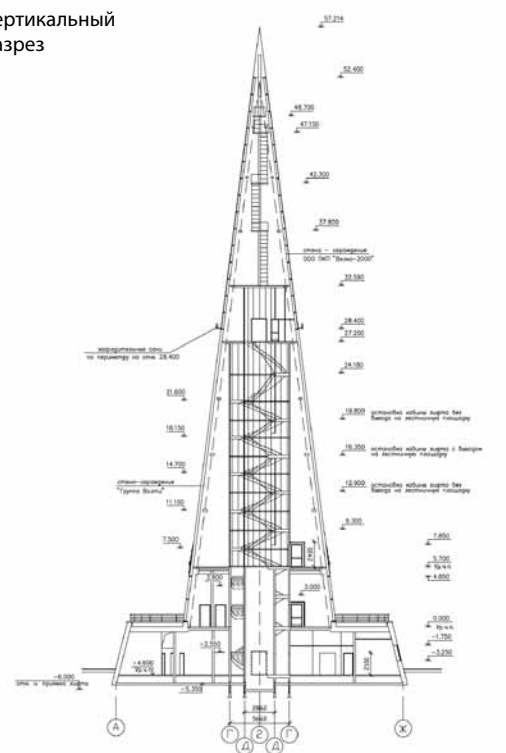
«ВЛАДИВОСТОКСКИЙ МАЯК»

Проект 2014 г.
Заказчик:
ООО «ИнвестСтрой»
Руководители авторского коллектива:
Асадов А. Р.,
Сапричян К. В.
ГАП: Рождественский А. В.
Архитекторы:
Завадовский П. К.,
Зарубина А. В.,
Гулканян И. О.,
Сиников Е. А.



ПИРАМИДА
(Памятный знак первооткрывателям Югры в Ханты-Мансийске)
Проект 2000–2002 г.
Реализация 2000–2003 г.
Заказчик: УКС Ханты-Мансийского округа
Руководитель авторского коллектива: Сапричан К. В.
Архитекторы: Петушков П. Г., Терехов С. В., Асадов А. Р., Пейда С. В.
Главный конструктор: Канчели Н. В.
Скульптурные работы: Любимов Н. Н., Сапричан К. В.

Вертикальный разрез



Горельефы

тива проекта памятного знака «Первооткрывателям земли Югорской», руководитель компании «ГрандПроектСити», выступившей и генеральным подрядчиком строительства объекта, Карен Сапричан. Надо сказать, создателям пирамиды удалось в полной мере наполнить памятник жизнью. Внутреннее пространство стены имеет три уровня. Все три уровня здания объединены лифтовой шахтой с панорамным лифтом. Внизу располагается очень популярный в Ханты-Мансийске ресторан. Второй уровень (с отметки 5.700 до 27.200) предназначен для музея истории города. Здесь установлены панорамные уникальные экраны, позволяющие транслировать все что угодно: от научно-популярных фильмов о жизни коренных народов до чемпионата мира по биатлону. На третьем уровне пирамиды, на отметке 27.200 оборудована остекленная смотровая площадка, откуда открывается прекрасная панорама города с обзором на 360°.

АНТИЧНОСТЬ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Начало сентября прошлого года в Москве было окрашено в красно-белые цвета: в районе Покровское-Стрешнево, на территории бывшего



Памятник находится на 80-метровом холме

Тушинского аэродрома состоялось открытие стадиона «Открытие Арена» – домашнего стадиона футбольной команды «Спартак» Москва. Этого события многие болельщики и спортсмены ждали очень долго. Однако, как известно, на этом развитие территории рядом со спортивной ареной не закончено. Здесь запланировано строительство жилого комплекса, гостиниц и целого ряда объектов дорожно-транспортной, спортивной и социальной инфраструктуры. Надо сказать, что в перспективе этот район наверняка станет своеобразной «точкой притяжения» Северо-Западного округа столицы – прежде всего благодаря своей насыщенности и транспортной доступности.

А рядом со стадионом «Открытие Арена», который наряду с «Лужниками» в 2018 году должен принять игры чемпионата мира по футболу, по проекту компании ООО «ГрандПроектСити» будет построен многофункциональный комплекс универсально-спортивный зал. Сооружение многофункционального футбольного стадиона включает футбольное поле, трибунные блоки с подтрибунными помещениями и надтрибунными помещениями.

Несущий каркас, кроме конструкций покрытия и ограждающих конструкций, состоит из монолитных железобетонных конструкций (фундаменты, колонны, пилоны, стены, перекрытия и трибуны). Покрытие сооружения опирается на восемь монолитных железобетонных пилонов, отрезанных от каркаса деформационными швами по всей высоте сооружения.

Основной несущей конструкцией покрытия является дискретная плита, состоящая из стальных подстропильных, стропильных и хребтовых (связевых) ферм. Размер плиты в плане – 167,5 × 113,8 м, плита



Варианты ночной подсветки



шарнирно опирается на восемь железобетонных пилонов. Строительные фермы перекрывают пролеты от 99 до 105 м, что делает сооружение уникальным.

Центральным ядром архитектурно-планировочной организации зала является футбольное поле с размером игровой зоны 105 м × 68 м, зрительские трибуны на 12 тысяч сидений.

Многофункциональный комплекс футбольного стадиона ООО «Стадион «Спартак» – далеко не первый спортивный объект в истории компании «ГрандПроектСити».

В чем заключается многофункциональность центра? Помимо футбольных матчей международного и национального уровня и тренировочных занятий в этом зале предполагается проводить соревнования и по различным видам спорта: волейболу, баскетболу, теннису и другим. Кроме того, проектом предусмотрена возможность организации разнообразных культурно-зрелищных и развлекательных мероприятий: концертов, спектаклей, выставок и т. д. Современные технологические решения позволяют трансформировать футбольное поле в пространство для проведения, например, масштабного концерта. На этой площади можно разместить дополнительные ряды кресел. Увеличить количество мест в зависимости от масштаба мероприятия можно и с помощью телескопических трибун. Телескопические трибуны устроены таким образом,

что их можно раздвигать не полностью, а на ограниченное число рядов – исходя из прогнозируемого количества зрителей. А всего в универсально-спортивном зале, с учетом возможных трансформаций, могут с комфортом разместиться от 12 до 20 тысяч зрителей. В соответствии с такой наполняемостью рассчитана и вся внутренняя инфраструктура.

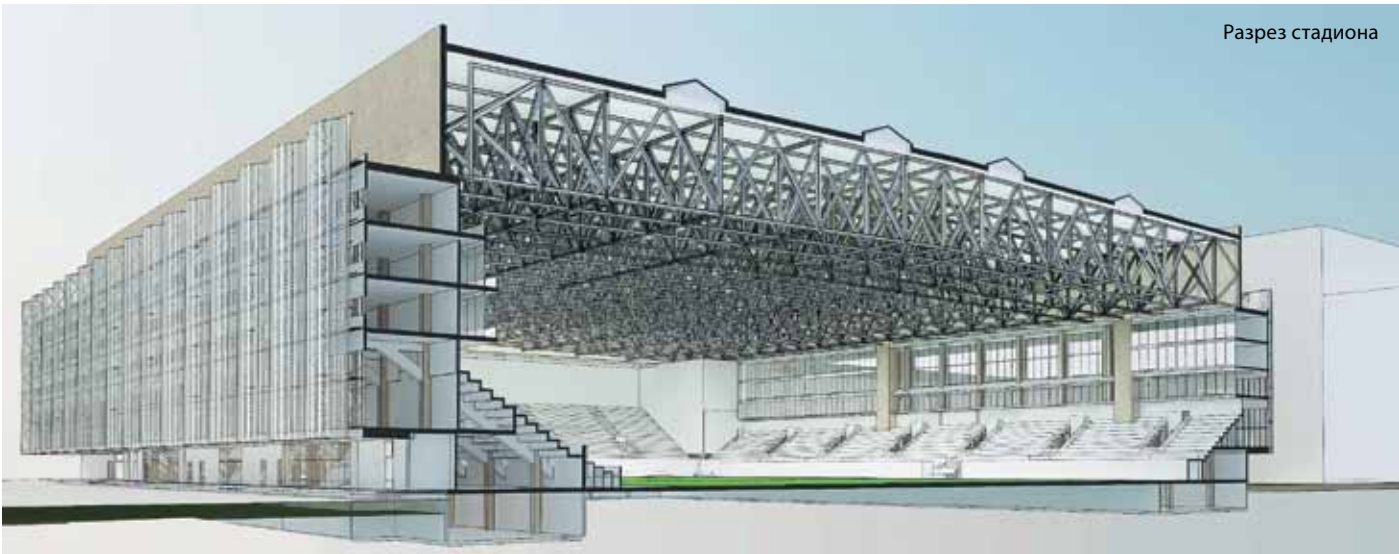
Для хранения инвентаря, сборно-разборных трибун, элементов покрытия поля предусмотрены складские помещения на 1-м и –1-м этажах, откуда имеется непосредственный доступ на поле. Перемещение грузов между этажами склада осуществляется с помощью грузовых платформ.

Зрители попадают на трибуны с северного, южного и западного фасадов здания. Пройдя через вестибюль и фойе первого этажа, где располагаются буфеты с подсобными помещениями, сувенирные киоски, посетители зала спускаются по лестницам на –1-й этаж, на котором находится гардероб. Эскалаторы поднимают зрителей в фойе 1-го и 2-го этажей, откуда они и попадают на трибуны. Маломобильные граждане могут воспользоваться гардеробами, располагающимися на первом уровне. Проектом предусмотрены коридоры для проезда на инвалидных колясках из вестибюля 1-го этажа к местам на трибунах.

Безусловно, здание, где будут проходить масштабные спортивные соревнования, должно быть оборудовано всем необходимым для организации теле- и



Ночной вид футбольного стадиона «Спартак»



Разрез стадиона

радиотрансляций на высоком уровне. Для осуществления телевизионных трансляций на 4-м этаже универсально-спортивного зала предусмотрено шесть операторских. На западной трибуне 5-го этажа имеется рабочая зона сотрудников СМИ: операторские и комментаторские кабины, аппаратные, пресс-бар.

Проект насыщен современной инженерией. К слову, системы освещения, звукоусиления, информационное оборудование и т. д. могут использоваться в различных эксплуатационных режимах, без переоборудования. В верхней металлоконструкции зала заложено 200 лебедок грузоподъемностью по две тонны, что позволяет при необходимости закрепить нужное оборудование практически в любой точке. Это дает возможность организовывать здесь самые зрелищные мероприятия практически любой сложности, вплоть до Цирка Дю Солей.

Помимо уникальных инженерных и технологических решений, аналогов которым на сегодняшний день в России нет, здание универсально-спортивного зала отличается интересным внешним архитектурным дизайном. Оно находится в северо-восточной части аэродрома Тушино, который с юга и запада граничит с руслом Москвы-реки; с востока – с долиной реки Химки, а с севера – с Волоколамским

шоссе. Вместе с уже функционирующей спортивной ареной проектируемый зал будет выступать важной составляющей комплексной застройки территории, будучи интегрирован в ее общую композицию. Авторы предложили оригинальное решение фасадов здания, представляющего собой прямоугольный объем. Они выполнены в едином стиле, с использованием навесной фасадной системы со стеклянными волнообразными панелями. Кроме того что это очень красиво с эстетической точки зрения, такое решение энергоэффективно: волнообразные фасады минимизируют поступление в здание прямых солнечных лучей. Таким образом, нагрузка на системы вентиляции и кондиционирования снижается, что обеспечивает существенную экономию в плане расходов на электроэнергию.

Межферменное пространство (по четырем фасадам) с отм. 22 м до отм. 33.5 м конструкции покрытия по периметру дискретной плиты закрыто сэндвич-панелями с навесными барельефами на тему античных спортивных игр, что напоминает архитектуру римлян и греков.

В темное время суток этот визуальный эффект может быть усилен с помощью лазерной подсветки (лазеры установлены за декоративным фасадом). ■

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ФУТБОЛЬНОГО СТАДИОНА «СПАРТАК»

Проект 2014–2015 г.
Заказчик: ООО «Стадион «Спартак»

Руководители авторского коллектива:

Сапричян К. В., Асадов А. Р.
ГИП: Адикаев В. А.

ГАП: Рождественский А. В., Недоступов В. В.

Архитекторы: Гелета И. В., Лебедева Т. В., Гулканян И. О.

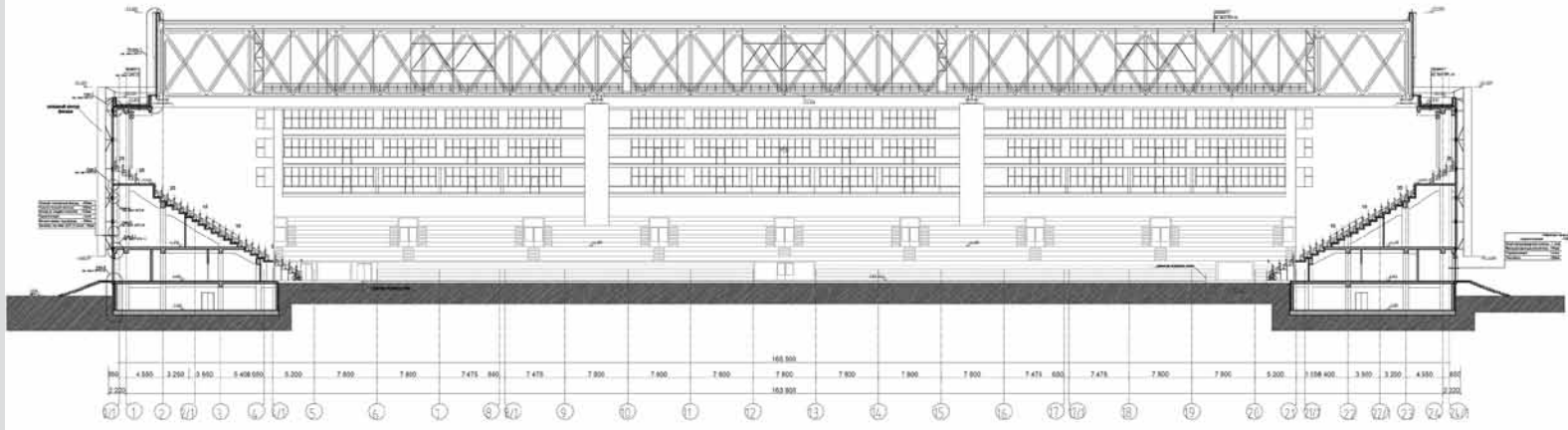
Технология (свет, звук): Жуков А. Н.,

Конструктор: Кабанов К. О.

Консультант по спортивной технологии: OW PLAN GROUP GMBH

Дизайн фасадов при участии «DEXTER MOREN ASSOCIATES»

Горизонтальный разрез комплекса



ПРИРОДНЫЙ ОАЗИС МЕГАПОЛИСА

В Мельбурне началось строительство 75-этажной башни Victoria One, спроектированной австралийской архитектурной фирмой Elenberg Fraser. Это многофункциональное здание возводится в северной, наиболее активно развивающейся части Центрального делового района города. Завершение работ намечено на 2018 год.

Материалы предоставлены **ELENBERG FRASER**

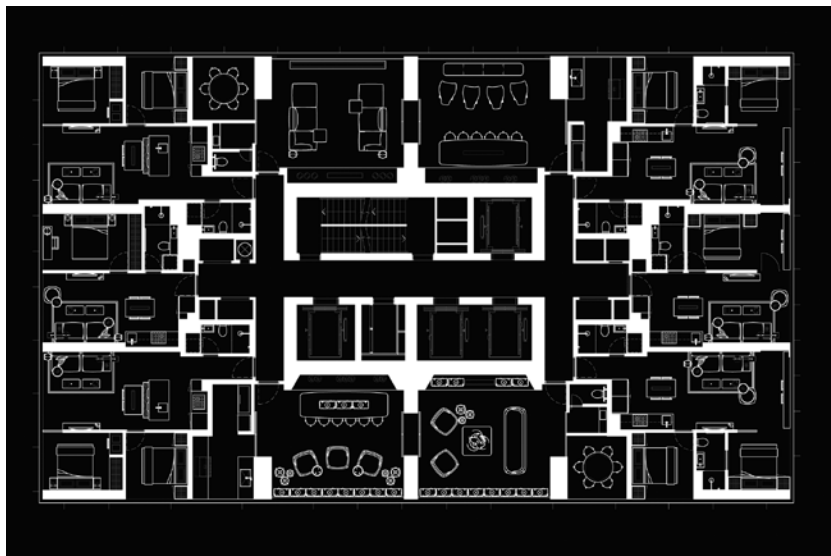


Здание Victoria One строят на углу улиц Элизабет и Франклин, это идеальное расположение в северной части центра Мельбурна. В непосредственной близости от башни находятся рынок королевы Виктории (Queen Victoria Market), торговый центр Melbourne Central, многочисленные транспортные маршруты и лучшие высшие учебные заведения города. Рядом также расположены многие офисные здания, в том числе корпоративный центр региона. Отсюда открываются виды на расположенный поблизости Flagstaff Gardens с его прекрасной и большой рекреационной зоной для отдыха и теннисными зелеными газонами, хорошо видны музей и порт Мельбурна. Таким образом, всего лишь в шаге от входной двери Victoria One находится все, что нужно для работы и развлечений.

Victoria One станет самой высокой жилой башней в городе. В 75-этажном небоскребе планируется разместить 629 квартир с одной, двумя или тремя комнатами, 178 парковочных мест, 264 стоянки для велосипедов, а также арендуемые торговые помещения, расположенные на 1-м уровне, и общественные объекты на 9, 40 и 66-м этажах. Из общественных зон есть выходы на большие открытые озелененные площадки, позволяющие собираться компаниям и привносящие частичку знакомых пейзажей штата Виктория в центр мегаполиса. Оптически трансформирующий фасад и эстетика живых растений, используемых в здании, словно переосмысливают природный ландшафт штата в условиях городской среды. Присущая Виктории природная среда также отражается и обыгрывается в оформлении, в том числе за счет использования в отделке разнообразных местных материалов.

«Клиенты нам часто говорили, что любят каждый уголок штата Виктория, и в Elenberg Fraser приняли это к сведению. Теперь вы можете найти частички местной природы в нашем новом здании – первом совместном проекте с застройщиком Golden Age. Victoria One знаменует собой следующую главу в истории возвращения компании Elenberg Fraser в северную часть Мельбурна. Форма и фасад этой многофункциональной башни напоминают знаменитые ландшафты нашего штата – сады, водопады, тропические леса, водоемы и пляжи, которые являются его неотъемлемой частью. Струящийся переливающийся фасад олицетворяет собой мягкие и гибкие очертания местных парков, рек и океанских просторов. Зеленые стекла с золотым отливом придают ему сходство с творениями живой природы. Фасадные ламели мягко поблескивают серебром и создают иллюзию текущей воды или омываемых дождем листьев. То же самое происходит внутри здания, где структурные ребра расходятся от диагональных углов, оставляя свой отпечаток в интерьере», – отметили представители Elenberg Fraser.

Victoria One – это башня с рафинированным чувством элегантности: высокое, благородное здание



План 40-го этажа

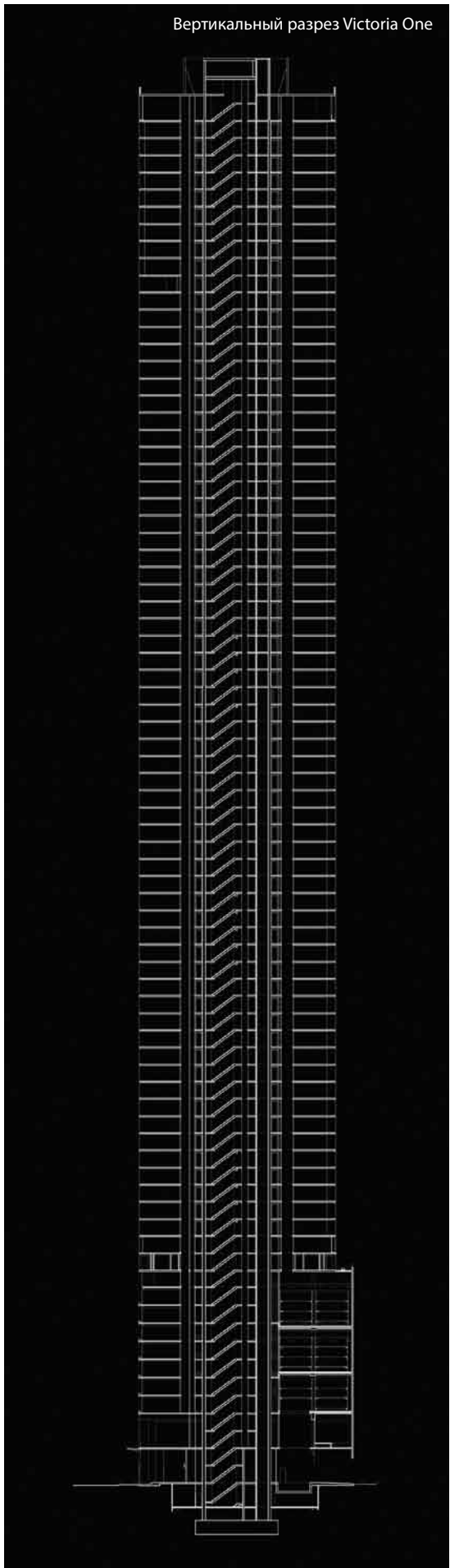


Victoria One, Мельбурн

с выверенными пропорциями и изящной формой. На фоне окружающих строений небоскреб выделяется не только своей головокружительной высотой, но также необычным ребристым покрытием из вертикальных металлических ламелей, создающих текучий узор по всему остекленному фасаду изумительного оттенка зеленого чая. Расположенные каскадом серебристые ламели не только создают иллюзию движения жидкости, но также выполняют функцию пассивного затенения – отражая блики и снижая яркость солнечного света.

Victoria One станет новым знаковым объектом Мельбурна как за счет оригинальности внешнего вида, так и отделки внутренних помещений. Ощущение роскоши и утонченный дизайн интерьеров, деликатно отсылающий к знаменитым альпийским лесам Виктории, поднимают жилое здание на новый уровень. Еще одной отличительной особенностью 75-этажного небоскреба является

Вертикальный разрез Victoria One



Ламели на фасаде башни

10-уровневый подиум, в котором расположатся стоянка для автомобилей и квартиры, выходящие на улицы Элизабет и Франклин. Снаружи о наличии парковки практически невозможно будет догадаться, так как в качестве декора по фасаду высадят живые растения, что определенно смягчит контраст между зданием и улицей. Автомобили будут содержаться в полностью автоматизированной, автономной системе, способной перемещать и извлекать транспортные средства с погрузочной площадки первого этажа. Пассажиры, въезжающие на машинах, покидают их, а сам автомобиль захватывается и поднимается на соответствующий уровень и хранится в специально отведенном боксе, откуда потом вновь доставляется вниз для поездок по городу.

Внутри башни можно попасть через живописное фойе, в оформлении которого использованы лучшие из природных и искусственных материалов. Полированный камень, мягкая мебель цвета зеленого леса, вращающиеся светильники и цифровые экраны создадут ощущение уюта и расположат к непринужденному общению.

В средней части небоскреба разместят сауну, бассейн, бани и фитнес-клуб, а из окон с видом на рынок откроется живописная панорама Мельбурна и хребта Маседон. Дизайн бассейна, спа-центра и полностью оборудованного тренажерного зала навеяны видами пляжей и водоемов побережья Виктории. Там же расположатся уединенный сад-бар и обеденные залы с кухней и баром, которые жильцы смогут бронировать для частных вечери-



Интерьер ресторана Victoria One

нок. Наверху владельцы квартир ждут гостиные с телевизионными экранами, на которых можно будет посмотреть любимые фильмы или сериалы. На 66-м уровне всю сторону, выходящую на Элизабет-стрит, занимает эксклюзивный One Club.

В квартирах панорамные окна, зимние сады, регулируемое настраиваемое освещение, а также зеркальные ванные комнаты, деревянные полы. В отделке интерьера использованы как натуральные, так и современные искусственные материалы. В гостиной, кухне, прачечной и ванной апартаментов предусмотрена кафельная отделка; а полы в спальнях имеют ковровое покрытие. Остекление от потолка до пола способствует максимальному попаданию дневного света и улучшению вентиляции, а также обеспечивает панорамный вид на город. Все жилые комнаты и спальни были тщательно спланированы. Из окон большинства квартир можно насладиться потрясающими видами Центрального делового района Мельбурна и зелеными пейзажами северных пригородов. Башня оборудована всей необходимой для жизни техникой, за счет чего Victoria One выделяется в своем сегменте особым шиком и эксклюзивностью. Каждое из этих роскошных помещений чем-то перекликается с ландшафтами штата Виктория и в полной мере позволяет прочувствовать его благодатную атмосферу.

Основным материалом при строительстве небоскреба станет железобетон, из которого выполнят и межэтажные перекрытия. Внешние стены сделают из сборного бетона с индивидуальной нагрузкой и озеленением. Перегородки выполнят из бетонных колонн с ригельно-стоечным каркасом и кирпичной кладки с облицовкой из гипсокартона

на и шумопоглощающего покрытия. Внутренние стены также смонтируют на основе ригельно-стоечного каркаса с облицовкой из гипсокартона. Для устройства крыши используют железобетон с водонепроницаемой мембраной.

Балконы и окна в полную высоту и ширину оснащают высококачественными стеклопакетами в атласно-черных алюминиевых рамах. Для террас предусмотрены дверные стеклопакеты в полную высоту этажа.

Внешнюю балюстраду покроют 10-мм прозрачным закаленным стеклом с черным порошковым покрытием рамок. Ламели выполняют из 10-мм алюминиевых панелей. Балконы, террасы и автостоянка будут иметь полностью дренажные покрытия и облицовку высококачественной керамической плиткой.

Здание спроектировано с учетом существующих экологических стандартов. Для оформления фасада использованы расположенные каскадом ламели, которые покрывают всю поверхность башни, обеспечивая гармоничность архитектурного облика и экологически устойчивый дизайн. Ламели способствуют как максимальному попаданию в помещения естественного света, так и пассивному затенению, являясь устройствами, отражающими прямые солнечные лучи. Ламели также обеспечивают зданию особые аэродинамические характеристики, которые уменьшают нисходящие на уровень улицы воздушные потоки, повышая комфорт для пешеходов. В то же время они способствуют естественной вентиляции большинства квартир, изменяя перепады давления за счет тщательного расчета конфигурации окон и внутренней планировки помещений. Принципы пассивного эко-



Варианты интерьеров Victoria One

логического проектирования включают наличие 5-звездочного энергетического паспорта здания и систем кондиционирования, которые являются неотъемлемой частью проекта, повышая качество внутренней и внешней среды.

Изысканное и элегантное, отливающее глянец здание Victoria One с гордой уверенностью бросит якорь в этой замечательной части Мельбурна, создавая новый центр активности и оживленности в любое время суток. Интерактивные фасады днем создадут ощущение «живого» здания, а ночью добавят яркости городскому пейзажу этого района. 60 процентов строящейся башни уже продано местным покупателям. «Такая востребованность подчеркивает изменения в отношении мельбурнцев к жизни, все больше и больше горожан выбирают комфорт и удобное расположение, а не традиционные дом в четверть акра и участок земли, – говорит управляющий директор Golden Age Group

Джефф Сюй (Jeff Xu). – Victoria One стремится идти в ногу с этими изменениями отношения к жизни в мегаполисах, размывая границы между внутренними помещениями и улицей, а также между личным и общественным пространствами». Фасад башни олицетворяет знаменитые сады и водоемы Виктории. Разнообразие использованных материалов навеяно окружающей средой с природной градацией тонов и текстур – земли, камней, воды и растительности. И это нравится людям, ведь многие из них мечтают о дикой природе, ночах под открытым небом – при этом не желая покидать город. И архитекторы Elenberg Fraser создали такую возможность: иметь кусочек природы штата Виктория в здании Victoria One, которое олицетворяет горы и тропические леса, скалы из песчаника, заболоченные места и озера. Этот жилой дом вдохновлен разнообразием неповторимой природы этого южного штата Австралии. ■

СИМВОЛ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ



В центре района Хиньян (Тайбэй, Тайвань) полным ходом идет возведение башни Agora Garden по проекту архитектурного бюро Vincent Callebaut Architectures S.A.R.L., представляющей собой новую концепцию жилого экостроительства, направленного на ограничение негативного влияния людей на экологию за счет достижения механизма гармоничного взаимодействия между человеком и природой.

Материалы предоставлены VINCENT CALLEBAUT ARCHITECTURES S.A.R.L.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЛОСОФИЯ ПРОЕКТА

Этот последний большой свободный участок земли в районе используется под строительство жилого комплекса, концепция которого заключается в создании настоящего вертикального зеленого островка с низким потреблением энергии. Здание спроектировано в соответствии с современными экологическими стандартами. В нем применяются не только системы переработки органических отходов и вторичное использование воды, но также все виды возобновляемых источников энергии и другие самые передовые и нанотехнологии (фотоэлектрическая солнечная энергия, интегрированная в структуру коммунального обслуживания здания, рециркуляция дождевой воды, органические удобрения т. д.). Таким образом, проект будет номинирован на получение сертификата Green Building Label Министерства жилищной политики Тайбэя, предполагающего соблюдение высокого экологического стандарта.

Частью концепции небоскреба становится и вертикальная ферма, которую возделывают жильцы дома. Проект этой башни представляет собой авангардную архитектуру нового стиля, созданную для жизни в гармонии с природой и местным климатом. Даже визуально башня Agora Garden производит впечатление не жилого здания, а фермы за счет большого количества вер-

тикальных посадок на балконах с подвесными огородами, благоухающими фруктовыми садами и целебными травами.

Так же, как и всякий живой организм, строение обладает собственным метаболизмом! Здание оставляет в прошлом привычную пассивную роль потребителя (абсорбирующего все природные ресурсы и создающего только загрязнения), производя свои собственные органические продукты питания. Архитектурная концепция представляет собой проект энергетически самодостаточно-го, экологически чистого здания, производящего электрическую и тепловую энергии, а также продукты питания.

Таким образом, проект отвечает четырем основным экологическим требованиям Копенгагенской конференции:

1. Уменьшение глобального потепления климата.
2. Охрана природы и биологического разнообразия.
3. Защита окружающей среды и улучшение качества жизни.
4. Управление природными ресурсами и отходами.

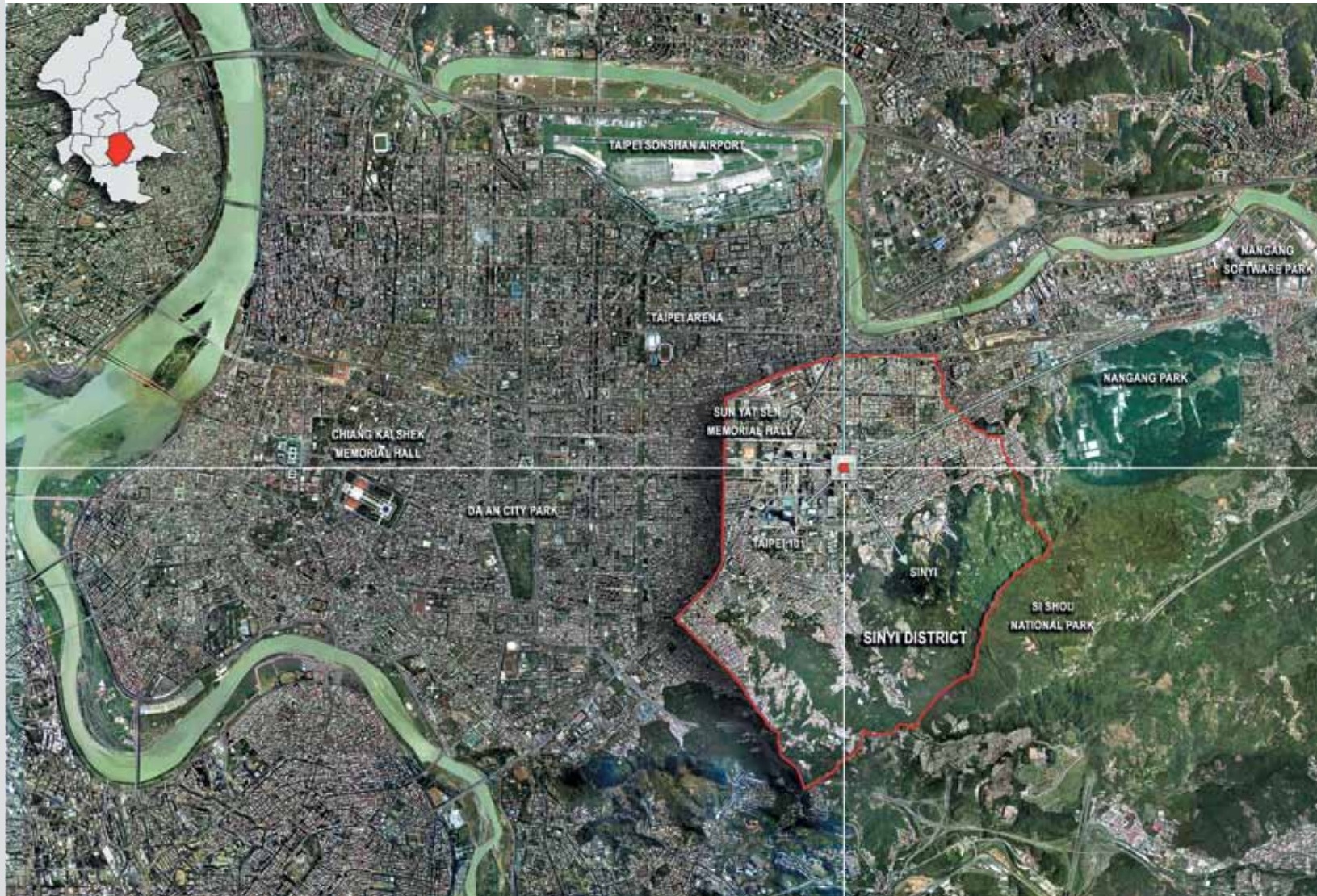
Наконец, это согласуется с концепцией Cradle to Cradle («От истока к истоку» – созданию целостной структуры с эффективными и безотходными системами), где по идее не должно быть отходов и все перерабатывается, а вся конструкция и отде-



лочные материалы отбираются в соответствии с их маркировкой как переработанных и/или перерабатываемых. Имитируя процессы, происходящие в природных экосистемах, проект представляет собой пример переосмысления промышленных и архитектурных процессов в Тайване, направленных на создание «чистых» решений, где все возвращается в землю в качестве нетоксичных органических питательных веществ или на производство, где материалы можно повторно переработать. Как биотехнологический прототип, проект Agora Garden отображает симбиоз человеческой деятельности и его позитивное воздействие на природу.

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЛОСОФИЯ ПРОЕКТА
Это не одна и не две башни-близнеца, проект представляет собой два возносящихся к небу здания, закручивающихся в спираль вокруг центрального ядра. Подобная компоновка архитектурных объемов предполагает гиперуплотненную центральную часть и максимальную гибкость планировки жилых этажей (возможность объединить две квартиры в одну без каких-либо длинных коридоров). Это дает

План участка



Вид с Song Gao Road

минимальное количество углов, мешающих любоваться панорамой города и большим количеством подвесных садов.

Название башни – Agora Garden – непосредственно указывает на источник вдохновения – структуру двойной спирали молекулы ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) – основы жизни, динамизма и двойственности. Согласно проекту, каждая двойная спираль представляет собой два жилых блока, образующих один уровень.

Таким образом, от основания до крыши в двойной растянутой спирали расположено 20 жилых этажей, развернутых на 90 градусов относительно основания. Получающиеся изгибы метафорически соответствуют универсальному музыкальному символу гармонии, раскрывающему прославляемое в проекте понятие оптимального баланса.

Этот разворот в 90 градусов отвечает четырем основным задачам.

Первая. Чтобы северный и южный пирамидальный профиль точно совпал с объемом здания. На самом деле конфигурация проекта изменяется в зависимости от местоположения смотрящего. Его восточный и западный фасады выглядят как ромбическая пирамида, тогда как северный и южный представляют собой перевернутую пирамиду.

Вторая. Создать максимальное количество ярусов подвесных садов под открытым небом, не являющихся частью F.A.R. (коэффициент полезной площади). Таким образом, площадь засаженных растениями балконов могла бы легко превысить предел требуемых 10%. В итоге во всей конструк-

ции, полностью соблюдается 40%-ный коэффициент полезной площади, т. е. 3264 кв. метров.

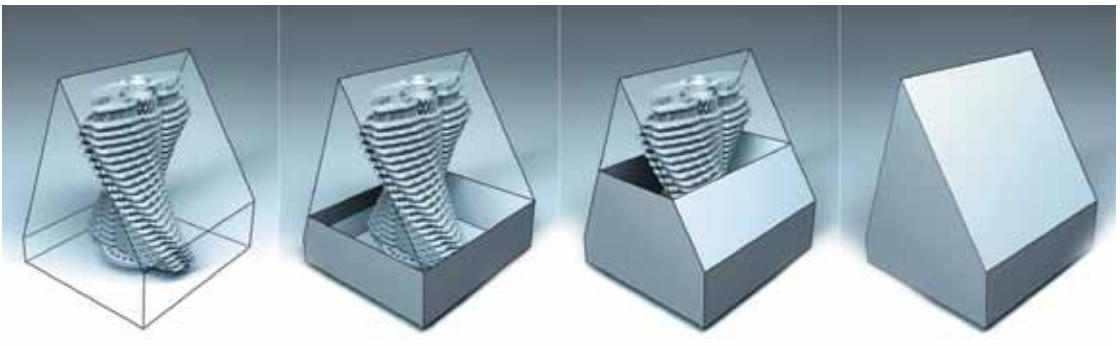
Третья. Обеспечить жильцам здания исключительную панораму Тайбэя, увеличивая обзор с боков, особенно это касалось видов на очень близко стоящую башню Taipei 101 и Центральный деловой район.

Четвертая. Из изгибающегося стандартизованного уровня создать большую площадь с карнизами, которая обеспечит уединение и конфиденциальность каждой квартиры, защиту от нескромных глаз.

Безусловную узнаваемость проекту Agora Garden обеспечивают вдохновленная природой плавная динамика органических форм и обильное озеленение фасадов. Имитируя простой элемент двойной спирали, этажи вертикально накладываются друг на друга в последовательном вращении в 4,5 градуса, образуя выпуклые и вогнутые кривые, формирующие единый, но многоликий образ здания.

На самом деле, в зависимости от точки, с которой пешеход смотрит на башню с прилегающих улиц, Agora Garden меняет облик и обретает все новые силуэты. Однако помимо этой подвижной архитектуры, одетой в чувственное платье ландшафтного дизайна, проект представляет собой прекрасно сбалансированную экосистему, которая возвращает фауну и флору в самое сердце мегаполиса и создает новый неожиданный элемент субтропического биологического разнообразия – оазис живой природы в городе!

Концепция проекта





Башня не будет входить в список самых высоких зданий мира

ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПРОЕКТА – РОСКОШНЫЕ ЛЕСА И ПОЛЯНЫ

Чтобы обеспечить конфиденциальность жильцам, весь периметр участка окружат живым бордюром, который оживляет внешнее общественное пространство элементами малых архитектурных форм также органического происхождения. Внутри участка стенки этого бордюра превращаются в окружающую башню зеленую изгородь. Основной доступ к зданию проходит через дорогу Song Yong Road, которая является менее оживленной, чем главный проспект – Song Gao Road. Закрученная в спираль башня располагается среди высоких деревьев в центре старого роскошного леса, защищающего жильцов от загрязнений окружающего их города. В середине этих «растительных легких» находится пешеходная площадь, окруженная экзотическим лесом с полянами и водными объектами.

Например, мощная волна создана из капель воды, а ландшафтный дизайн – из закругленных арок, расходящихся от центра здания. Хорошо освещаемый периметр участка, дает свет расте-

ниям, каскадом спускающимся глубоко в подземные помещения. Таким образом, автомобильные парковки, плавательный бассейн и фитнес-центр имеют естественное освещение и вентилирование.

Объединив первый этаж двойной высоты с большим прозрачным фасадом, создана связь между внутренними общественными пространствами и садами снаружи.

ЯДРО КАК ВЕРТИКАЛЬНЫЙ САД, ОКРУЖЕННЫЙ ОТКРЫТЫМИ ВЕСТИБЮЛЯМИ

Центральное ядро здания было спроектировано так, чтобы полностью разделить вертикальные конструкции с естественной циркуляцией на два отдельных блока, расположенных на одном уровне. Центральная часть прямая (она не имеет поворотов). Но для того чтобы обеспечить вращение этажей, она окружена естественно-освещаемым горизонтальным циркуляционным кольцом, выходящим в вестибюль, принадлежащий каждой отдельной квартире. Это позволяет всегда располагать главный вход каждой квартиры по осевой линии, и это несмотря на 4,5 градуса сдвига этажа к этажу. Также была рассмотрена альтернатива создания засаженных растениями открытых вестибюлей непосредственно вокруг цилиндрической центральной части, где открываются особо захватывающие виды на город Тайбэй.

На каждом уровне к центральному ядру выходят 2 лестницы, 4 скоростных лифта, рассчитанных на 24 человека (1800 кг) каждый, 1 автомобильный лифт (также приспособленный перевозить крупногабаритные предметы искусства, антикварные автомобили или даже огромные рояли и т. д.), 2 открытых стеклянных гаража, а также все вертикальные шахты основных систем, которые покрыты огромным несущим экзоскелетом из арматурной стали.

ТРАНСФОРМИРУЕМЫЕ КВАРТИРЫ МАКСИМАЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ

Квартиры площадью 540 кв. м, расположенные одна под другой, соединяются вокруг центральной оси. Каждая из расположенных на этаже квартир конструкционно создана на основе системы ферм Виренделя, спрятанных за стеклянным фасадом и расположенных на четных этажах здания. Все уровни с обеих сторон связаны двумя огромными спиральными колоннами, покрытыми стенами с зелеными насаждениями. И в каждой квартире есть полностью открытые колонны!

Это конструктивное решение, вдохновленное строением цепочки ДНК, позволяет максимальной трансформировать площадь с точки зрения внутренней планировки. Это также обеспечивает оптимальную визуальную проницаемость (внешняя-внутренняя взаимосвязь), а также лучшую панораму подвесных садов и города на их фоне.

Трансформируемая площадь делится на 4 основных типа этажей с 2 или 4 квартирами: А – 2 квар-

тиры с изогнутыми комнатами, «закрученными» вокруг центрального ядра здания; В – 2 квартиры с комнатами, расположенными одна за другой, на южной стороне здания; С – 2 квартиры с комнатами, расположенными в выступающей части здания, на панорамном этаже; D – 4 квартиры дуплекс с комнатами, имеющими преимущество двойной высоты.

Помимо этих основных типов помещений в здании предусмотрены два больших клуба, расположенных на крыше так, чтобы подчеркнуть ступенчатую структуру и воздушность фасада здания. Таким образом, одна и та же стандартная двойная спираль (площадь – 1250 кв. м), разворот этажей и возможность приспособить его внутреннюю планировку к индивидуальным требованиям заказчика делают каждый уровень этажа уникальным!

СИСТЕМА ДВОЙНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ И СТЕН УВЕЛИЧИВАЕТ ГИБКОСТЬ КОНСТРУКЦИИ

Гипергибкая пространственная конструктивная система также обладает полностью трансформируемым уровнем вертикальных технических связей, которые объединяются с «наклонными шахтами», расположенными вдоль стеклянных фасадов. Система двойных перекрытий используется на каждом уровне, принимая форму двойного пола и подвесного потолка. Сеть каналов (для стоков дождевой, использованной и горячей воды, монтажа электропроводки, систем подогрева пола, кондиционирования воздуха, оптического волокна и т. д.) проходит через центральное ядро здания таким образом, чтобы без каких-либо трудностей осуществлять полив всех горизонтальных поверхностей на каждом этаже. Кроме того, за счет применения перфорированных балок будет можно воспользоваться всеми преимуществами свободной планировки. Внутренние перегородки каждой квартиры могут быть перенесены по желанию жильца. Двойные стены отделят разные комнаты в соответствии с изогнутой осью здания, путем объединения множества кладовых помещений.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗА СЧЕТ МЕЖСЛОЙНОЙ (ДВУХСЛОЙНОЙ) ИЗОЛЯЦИИ ФАСАДА

Фасады Agora Garden облицованы линейнокристаллическим остеклением, идентичным



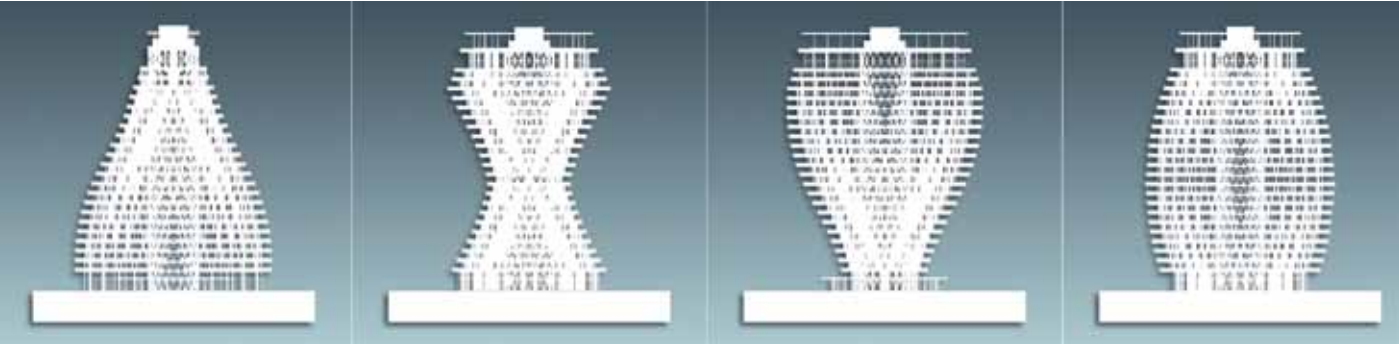
на каждом этаже. Фасадные конструкции будут предварительно изготовлены на фабрике – для быстрого монтажа во время облицовочных работ. Многослойные стекла (воздушное пространство + поливинилбутирал) или двухслойные фасады с встроенными затеняющими жалюзи будут устанавливаться для защиты внутренних помещений от солнца в летнее время, а также с целью сокращения потери тепла в зимний период.

ЛАНДШАФТНЫЙ ДИЗАЙН

В концепцию ландшафтного дизайна входило создание каскада подвесных садов, которые покрывают все здание. Башня действительно становится вертикальным населенным парком, островком природы в самом сердце города! Выбранные растения в большинстве своем будут съедобными, чтобы каждый жилец создавал огород по собственному вкусу. Подвесные и фруктовые сады, огороды с овощами и лекарственными растениями будут цвести в специальных больших глубоких ящиках, расположенных вдоль периметра жилого блока. Садовая мебель, места для компоста из отходов органических удобрений, элементы обогрева, дождевая вода для полива растений, а также такие элементы заботы о местной экологии, как гнезда для птиц, будут вмонтированы непосредственно в конструкции этих ящиков. В целях защиты резервуаров с органическим субстратом от солнечного тепла посадочные грядки покроют слоем белого гранита. Белый цвет башни Agora

Центральное ядро и поворачивающиеся структуры

Концепция структурной системы





Сад у здания

Garden будет олицетворять новый символ чистоты и свежести.

ДВА ТИПА ОЗЕЛЕНЕННЫХ БАЛКОНОВ

Балконы, названные выступающими или движущимися по часовой стрелке под открытым небом, имеют максимальное количество солнечного света, что позволяет выращивать на них деревья и кустарники субтропических пород. На этой стороне здания предпочтительно расположить жилые комнаты. Также, согласно пожеланиям каждого жильца, в край балкона будет можно встроить фотоэлектрические жалюзи и вмонтировать тепловой бак для накопления бытовой горячей воды.

Балконы, названные нисходящими или движущимися против часовой стрелки, накрываемые верхними уровнями, имеют частично затененные зоны, где можно выращивать цветы, овощи, ароматические травы, а также свисающие и вьющиеся растения. На этой стороне предпочтительно расположить спальни.

В передней части жилых этажей разбита открытая оранжерея, которая вкраплена в ниши фасадов каждой квартиры. В отличие от большинства домов современного города, построенных из бетона, стекла и стали, башня Agora Garden напоминает спиралевидную увитую зеленью горную вершину в самом центре города. В соответствии с сезонами вечнозеленые и опадающие растения будут окрашивать здание в разные цвета, делая его еще более красочным и необычным. Жизнерадостную монохромность летних садов постепенно сменяют золотой и красный оттенки осени. Весной же зда-

ние будет расцветать тысячами цветов и благоухать ароматами фруктовых деревьев. Душистый микроклимат башни будет развиваться, создавая самые лучшие условия своим жильцам!

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ КРЫША И САДЫ ДЛЯ ФИТООЧИСТКИ

Расположенная на 100-метровой высоте, огромная панель (1000 м²) фотоэлектрических элементов превращает солнечные лучи в электрическую энергию, которая передается непосредственно в здание. Под этими стальными синими отражателями разобьют клумбы, окруженные панорамными высотными садами. Растения фильтруют и очищают дождевую воду для ее обратной закачки в распределительную систему и дальнейшего бытового потребления. С этой террасы открывается панорама на Taipei 101.

ПОДЗЕМНЫЕ УРОВНИ С ЕСТЕСТВЕННЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ И ВЕНТИЛЯЦИЕЙ

В отличие от традиционных искусственно освещаемых автомобильных парковок 2,10 метра высотой, гаражи проекта Agora Garden отличаются от остальных своим естественным освещением. Фактически особенное расположение окон в сейсмических швах дает возможность свету и свежему воздуху проникать в подземные уровни. Таким образом, автостоянка и расположенные там же другие объекты (плавательные бассейны и фитнес-клуб) вентилируются естественным образом. Основной подъезд к подземным уровням, находящийся со стороны дороги Song Yong Road, представляет собой скульптур-

ные въездные ворота, выполненные в виде скрученного листа.

С уровня B1 можно попасть к обоим автомобильным лифтам, находящимся внутри центральной части здания, а оттуда очень быстро подняться к гаражам около каждой квартиры. С целью сокращения затрат на земляные работы и рытье котлована, автомобильная парковка спроектирована на месте уже существовавшей, находившейся рядом с отелем, вместо которого строится башня Agora Garden.

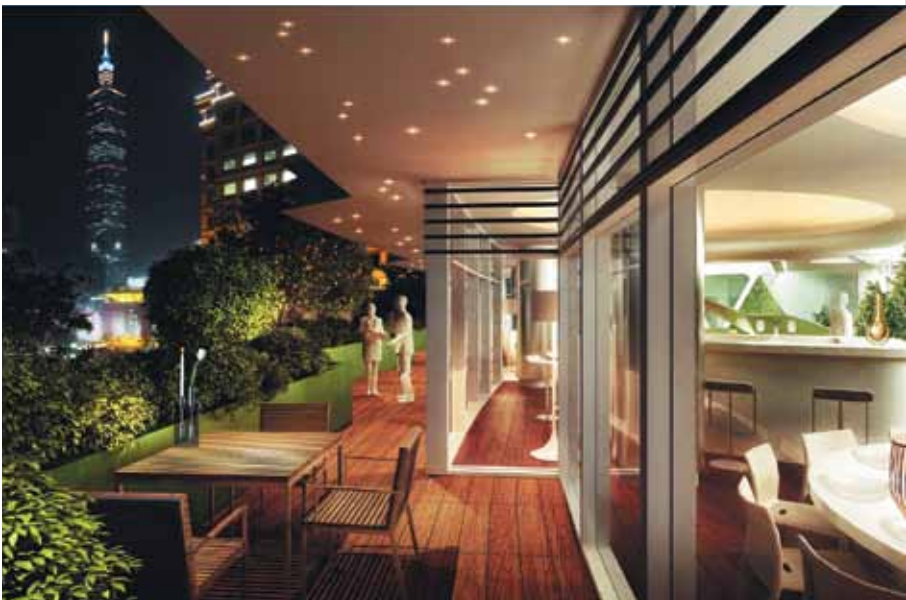
Юго-западная стена проектировалась таким образом, чтобы воссоздать на ней двойную спираль. Фактически точно так же, как и сама закручивающаяся башня, автомобильная парковка имеет круглую форму с восходящей внутренней спиралью вокруг центральной части здания в направлении выхода и второй нисходящей спиралью в направлении входа. Вся система стоянки образует непрерывную балюстраду, внутри которой можно разместить более чем 230 автомобилей и 500 скутеров. От перекрытия до перекрытия, минимальная высота которых – 3,10 метра, создается атмосфера роскоши и комфорта безупречно белого здания. Важно заметить, что благодаря конструкции парковки вес самой башни значительно понижается.

ЗАДАЧА РЕШИТЕЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ!

В архитектуре проекта Agora Garden прослеживается взаимосвязь живого (биологического) и биотехнологического (возобновляемые источники энергии и нанотехнологии) аспектов, а также НИТС (Новых информационных технологий и связи). Такую связь можно найти у китайских античных мыслителей, которые всегда отказывались разделять природу и человека, питающих друг друга: без тела не было бы духа, и наоборот. Занимаясь темой современного экологического кризиса, китайцы предпочитают взаимоотношения, а не отдельные элементы. Человек и его жизнь зависят от совокупности переменных величин.

Как почтительно писал синолог и специалист по Древнему Китаю, Марсель Гранз, в книге «Китайское мышление» в 1934 году: «Никто не противопоставляет человеческое существование природе, не думайте противопоставлять их, это как свободный элемент сравнивать с определенным элементом. Китайские люди видят только Время и Пространство, совпадение события и места. Это взаимосвязь и единство, составляющие порядок Вселенной. Мы не думаем, что Человек может стать царем Природы или что дух отличается от материи».

В самом центре Тайбэя, на месте одного города, был построен другой, настало время воссоздать ландшафт этого города! С точки зрения экологической устойчивости проект Agora Garden должен рассматриваться как абстракция географической



и искаженной экосистемы. Проект Agora Garden – это природа, которая борется за восстановление в правах эколополиса завтрашнего дня! Эта башня уверенно бросает вызов существующему образу городской жизни и предлагает возможность его переосмысления в новой жилой башне, которая не только самообеспечивается и беспрецедентна по своей архитектуре. Это абсолютно уникальный проект, обладающий харизмой восточной поэзии, изысканным совмещением высотной виллы с обширными подвесными садами.

И последнее, но не менее важное, – это уникальный экологический проект, новый символ устойчивого развития, расположенный рядом с престижной башней Taipei 101! ■

Интерьеры балкона, фойе, гаража

Квартал XXI века

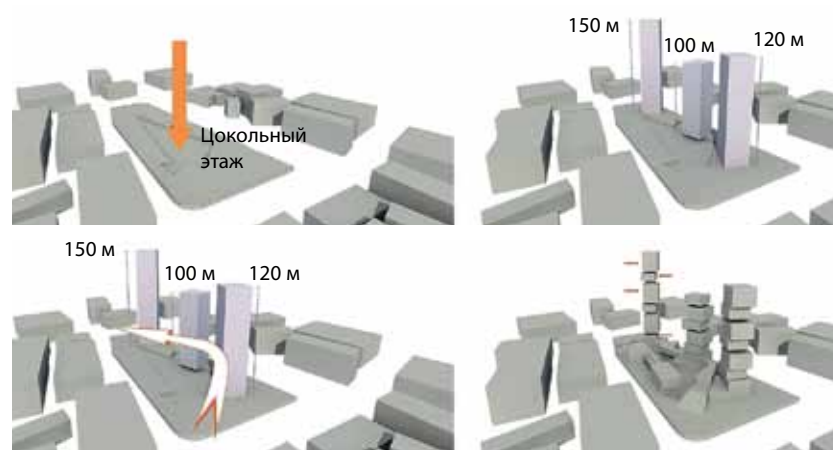
Цзиньхуа (Jinhua) расположен практически в центре провинции Чжецзян, Китай. Этот небольшой по меркам страны (население составляет «всего» 5 361 600 человек) и живописный город часто называют «столицей ремесел». Традиционная резьба по дереву, выполняемая здесь, славится по всему Китаю и далеко за его пределами. На сегодняшний день здесь производится самая разнообразная продукция, например, авто- и мотозапчасти, одежда, строительные материалы и фармацевтика. При этом Цзиньхуа – город с хорошей экологией, здесь вы нигде не увидите дымящую трубу и не закашляетесь от выхлопных газов. Из водопроводных кранов здесь течет чистая вода, которую можно пить без кипячения, что и делают все жители. Эти особенности окружающей среды должно было учитывать архитектурное бюро SURE Architecture при проектировании комплекса Taigu Craft Plaza, чтобы сохранить чистоту экологии Цзиньхуа. Целью разработки данного проекта стало продвижение методов планирования густонаселенных городов XXI века для комфортной жизни и работы.

Материалы предоставлены **SURE ARCHITECTURE**

Многофункциональный комплекс Taigu Craft Plaza включает в себя квартиры, офисы, магазины, отель и рестораны. Проект, состоящий из трех высотных башен и объединяющих их малоэтажных строений, хорошо подчеркивает космополитичный характер, архитектурное и ландшафтное многообразие Цзиньхуа. Новые здания спроектированы так, чтобы максимально вписать их в городскую среду. Три главных небоскреба разной высоты визуально взаимосвязаны с различными городскими ориентирами вне квартала. Самое высокое здание коррелируется непосредственно с центром города и хорошо видно из любой его точки. Малоэтажные дома объединены между собой внутренними дворами, создающими различные общественные пространства и объекты инфраструктуры.

Комбинация из вертикальных (стены зданий) и горизонтальных линий (пешеходные переходы, внутренние транспортные магистрали), прорезающих участок застройки, делает это место оригинальным. Это предполагает создание открытых и крытых пешеходных зон, которые перекликаются с проходами внутри зданий и внешними переходами между объектами комплекса. Извилистые пешеходные дорожки, расположенные по всему комплексу, ведут к оживленным улицам, откуда посетители могут попасть в различные обществен-





О КОМПАНИИ

Архитектурная компания SURE Architecture (Sustainable Urban Regeneration and Eco-Architecture – Рациональное восстановление городской среды и экоархитектура) была создана в Лондоне, Великобритания. Эта международная фирма занимается исследованиями и реализацией рационального восстановления городской среды и экологической архитектурой. В настоящее время бюро имеет свои отделения в Пекине и Гонконге. SURE Architecture может похвастаться своими международными проектами и командой универсальных специалистов, которая добивается отличных результатов в различных архитектурных направлениях. Здесь работают талантливые люди, используются лучшие технические средства и многолетний опыт. Делясь с нами своим даром созидания и профессиональным мастерством, бюро облегчает своим заказчикам создание архитектурных шедевров как локального, так и мирового уровня. Рациональность и восстановление являются главными тезисами в теории проектирования и целью фирмы SURE Architecture. Рациональность – это попытка обеспечить лучшие результаты как для человека, так и для природной среды, развитие которых (сейчас и в неопределенном будущем) обусловлено удовлетворением потребностей



людей без ущерба для интересов будущих поколений. Восстановление городов представляет собой процесс реформирования жизненной среды человека на микро- и макроуровнях. Прошлое, настоящее и будущее города могут сосуществовать параллельно, если принять теорию восстановления города в таком порядке: защита, улучшение, демонтаж и восстановление. Архитектура начинается с микроконцепции об изменении среды обитания человека. Зодчие делят проекты экологической архитектуры на три аспекта: сохранение природной энергии здания, пассивное энергосбережение и экономия активной энергии. В своих проектах SURE Architecture синтезирует реальные потребности заказчика, всесторонний анализ использования потенциала природной энергии здания, а также пассивного и активного энергосбережения, осуществляя экологическое строительство с точки зрения архитектуры.

ные зоны и проникнуться их атмосферой. Выбирая себе дорогу, пешеходы определяют для себя и точку, откуда можно будет увидеть этот объект с другого ракурса. Ведь с разных сторон комплекс смотрится по-новому, добавляя динамику этому месту. Прямые вертикали его высотных зданий хорошо вписываются и в городской ландшафт.

Несмотря на то что подиумная зона комплекса состоит из отдельных строений и блоков различной этажности, они тем не менее формируют единый ансамбль, который спроектирован таким



образом, чтобы создавалось ощущение ритма и упорядоченного движения по всему участку, предлагая пешеходам зеленые затененные аллеи и разнообразные уникальные общественные пространства различных форм и размеров.

Высотные башни, доминирующие над малоэтажными постройками комплекса, предназначены для отеля, а также жилых и офисных помещений. Чередясь, строения расположены таким образом, чтобы создать максимально гармоничную среду между зонами малоэтажной застройки и башнями.

Необычная конструктивная система небоскребов основана на тонких бетонных перпендикулярных стенах, поддерживающих расположенные друг над другом жилые блоки, которые немного сдвинуты относительно друг друга. Чередование этих сдвигов позволяет создавать наилучший обзор из гостиных комнат и с балконов каждой из квартир. Своеобразное расположение перпендикулярных стен также предполагает широкие возможности для свободной планировки помещений, позволяя трансформировать конфигурации и размеры

Вертикальные
схемы башен



Ситуационный план



жилых блоков. Во всех апартаментах внутреннее пространство не разграничено стенами для того, чтобы облегчить разработку индивидуальных вариантов планировки.

Большим преимуществом апартаментов является наличие уровней с открытыми зонами, где располагаются собственные сады. Блоки фасадов слегка сдвинуты относительно друг друга, что дает дополнительную возможность организации общественных пространств, расположенных на верхних этажах трех башен.

Подиумная часть с 3 подземными и 6 наземными уровнями главным образом предназначена для розничной торговли. На ее верхнем этаже и крыше также расположатся спа- и конференц-центры. Три подземных уровня будут оборудованы под парковку, в то время как на оставшихся двух разместятся супермаркет, площадь с ресторанами и удобные системно расположенные подъезды для легкого доступа автомобилистов и пешеходов. Эти уровни визуально объединяются с верхними этажами за счет ряда пустот, образованных сдвинутыми блоками. В концепции распределения пешеходных потоков используется группа атриумов вместо одного центрального. Эта концепция позволяет создавать протяженные визуальные и физические связи в комплексе и местах скопления различных объектов инфраструктуры. ■

TAIGU

CRAFT PLAZA

Расположение:

Цзиньхуа, Китай

Заказчик:

Jinhua Taigu Craft

Архитектура:

SURE Architecture

Исполнительные

архитекторы:

Кам Фай Тай и Алина

Валькарсе

Площадь

застройки:

160 000 кв. м

Тип:

многофункциональный

Статус:

строится

ХРУСТАЛЬНЫЙ КРИСТАЛЛ ЧЭНДУ

Осенью прошлого года началось строительство многофункциональной башни Greenland Tower в Чэнду, Китай, по проекту архитектурного бюро AS + GG (Adrian Smith + Gordon Gill Architecture). Завершить возведение этого необычного кристаллоподобного 100-этажного небоскреба планируется в 2018-м. По окончании строительства он станет самым высоким в Юго-Западном регионе Китая, четвертым в стране и первым в городе, более чем на 200 метров превзойдя его сегодняшних лидеров – Chengdu IFS Towers и Chengdu International Finance Square Towers.

Материалы предоставлены **ADRIAN SMITH + GORDON GILL ARCHITECTURE**

Чэнду (Chengdu) – административный центр провинции Сычуань, город-памятник с 3000-летней историей. За богатые природные ресурсы, мягкий климат и обилие культурно-исторических достопримечательностей его называют «райской обителью». Это крупный центр экономики, торговли, финансов, науки и техники, транспорта и связи. Только за один 2010 год здесь открыли свои офисы, филиалы или эксплуатационные центры 12 компаний из списка Fortune 500, включая ANZ Bank, Nippon Steel Corporation и Electricite De France. Всего же на конец 2010 года здесь располагалось более 200 компаний из этого списка, что является самым высоким показателем среди городов Западного и Центрального Китая. Чэнду

стал крупнейшим центром привлечения инвестиций в западной части страны. В нем развернут и расширяется высокотехнологичный индустриальный парк, где находится одно из крупнейших в стране авиационно-космических производств. Он является одним из важнейших в стране центров автомобилестроения и производства автозапчастей. Здесь уже довольно долгое время развивается национальная база в области электроники и IT.

Greenland Tower спроектирована Адрианом Смитом и Гордоном Джиллом – архитекторами, работавшими в известной фирме SOM над такими проектами, как Burj Khalifa в Дубае и строящимся самым высоким небоскребом мира (1000+) Kingdom Tower в Джидде. По словам создателей, силуэт башни, сформированный комбинацией многогранных стеклоблоков, был навеян рисунком «уникальных снежных пиков горных вершин, расположенных вокруг Чэнду». Сложная система угловатых выступов, похожих на кристаллы, и стала особенностью архитектурной концепции башни.

Вечером, встроенное светодиодное освещение будет подчеркивать острые края небоскреба, создавая впечатление мерцающих граней ледника. «Как горные хребты, отражающие льющийся с небес свет или залитые солнцем долины, уникальные формы башни образуют светящуюся скульптуру, распространяющую свое свечение на 360 градусов, образуя переход между небом и зем-



Макет башни Greenland Tower с сопутствующими строениями





1. Угловой резервуар с водой у основания башни

2. Резервуар в подъездной зоне

3. Резервуар рядом с дирекцией

4. Каскадные фонтаны на входе

5. Подъездная зона отеля

6. Подъездная зона офисной части здания

7. Подъездная зона дирекции

8. Пандус гаража
9. Функциональная площадь/ Противопожарная зона

10. Ландшафтная терраса

11. Бамбуковый каньон

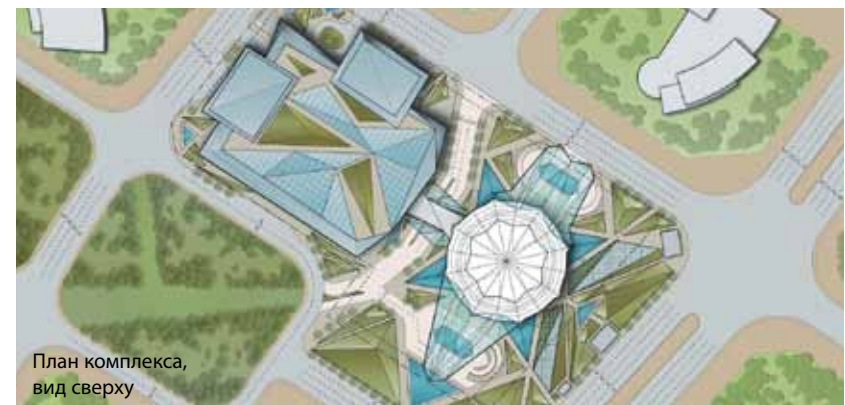
12. Проезд к конференц-центру

13. Площадь перед входом в жилую часть здания

14. Зона посадки и высадки пассажиров перед конференц-центром

15. Зона посадки и высадки пассажиров перед жилой частью здания

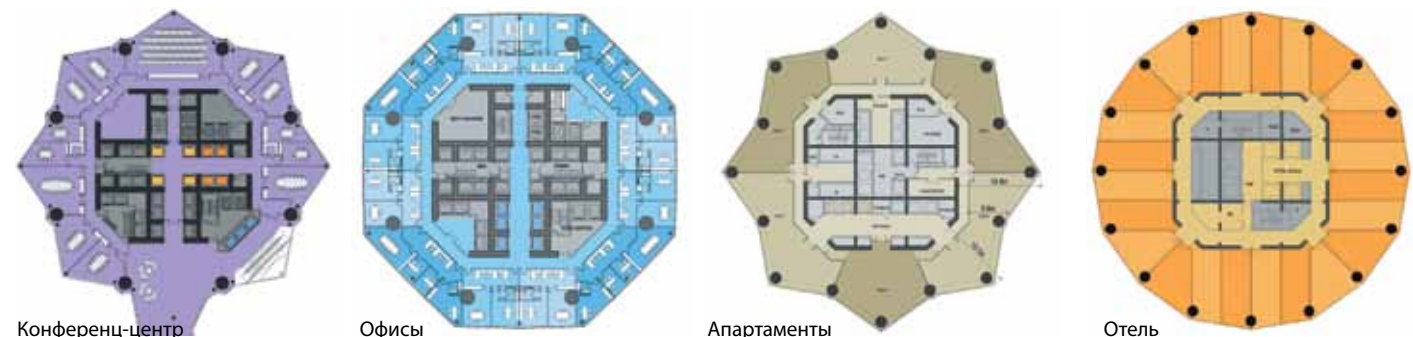
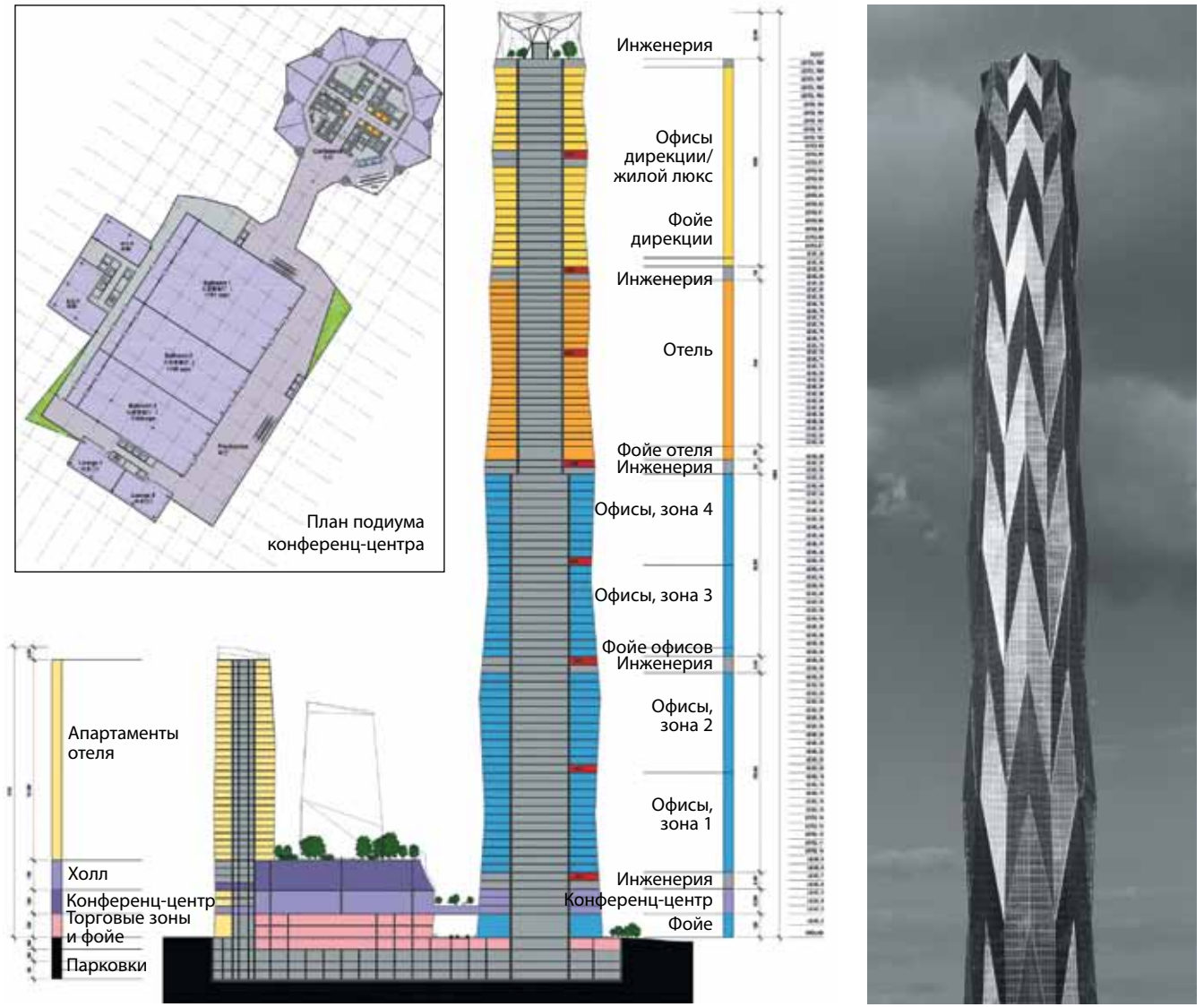
16. Зеленая прогулочная зона



План комплекса, вид сверху

лей», – говорится в концепции, представленной архитектурной фирмой. Напоминает ледник и массивный остекленный навес, расположенный перед зданием и покрывающий часть пешеходной аллеи, ведущей к башне. Само здание отлично сочетается с окружающей архитектурой и вписывается в городскую среду.

Концепция внешнего облика небоскреба, расположенного в самом центре быстрорастущего района Донгкун в Чэнду, символизирует многообещающее развитие города в будущем. Философскую нагрузку несет также и большая высота башни, выражая стремление объединить небо и землю.



Постажные планы

Собственно, Greenland Tower – центральное и самое высокое здание комплекса общей площадью 395 305 кв. метров, разработанного для этого участка. Проект включает в себя главный небоскреб, в котором расположатся офисы и отель, две жилые башни поменьше, а также шестизэтажное здание, где намечено разместить торговый центр, конференц-зал, галерею и сад на крыше. Этот комплекс не только объединяет городскую структуру Чэнду, интерпретируя местную культуру и традиционный китайский фэншуй в современной форме. Целью проекта является создание для мегаполиса удобной зеленой среды, объеди-

ненной с находящимся поблизости транспортным узлом: автомобильной трассой, пешеходными зонами и метро.

В главной башне будет 100 наземных и пять подземных этажей. В ее нижней части, где этажи несколько шире, 120 000 кв. метров отведут под офисные помещения класса «А», в середине 51 000 кв. метров предназначено для отеля класса «люкс», а в верхней зоне намечено 42 000 кв. метров под президентские апартаменты.

Две небольшие башни высотой 116 и 147 метров соответственно предназначены для элитных апартаментов SOHO. В коммерческом здании



GREENLAND TOWER CHENGDU
Расположение: Чэнду, Китай
Архитектура: Adrian Smith + Gordon Gill Architecture
Функциональное назначение: многофункционально
Количество этажей: 100 надземных, 5 подземных
Высота: 468 м
Начало строительства: 2014
Окончание строительства: 2018
Статус: строится



14 000 кв. метров будет отдано торговой зоне, 16 000 кв. метров – конференц-центру, соединенному переходом с главной башней, выставочный центр займет площадь в 8000 кв. метров. Из сада на крыше здания будет открываться панорамный обзор на город.

Здания оснащены энергоэффективными фасадами и другими инженерными системами. В проекте полностью учитываются структурные требования к супервысоким строениям, возводимым в зоне повышенной сейсмической активности, используется высокоэффективная система вентиляции для обеспечения стабильного микроклимата и успешной эксплуатации небоскреба. Фасад сооружения, инженерные и другие системы разработаны для высокоэффективного использования ресурсов, создания нового поколения современных супервысоких зданий, отвечающих всем технологическим и экологическим требованиям.

Разработкой строительных конструкций на разных этапах проектирования и обеспечением независимой экспертизы на этапе сбора проектной документации для этого объекта занимается фирма Thornton Tomasetti. Сопротивление основной поперечной силе оказывают стены со стальным железобетонным сердечником и шестнадцать стальных железобетонных колонн. Второй уровень сопротивления основной поперечной силе включает в себя высокоэффективную систему



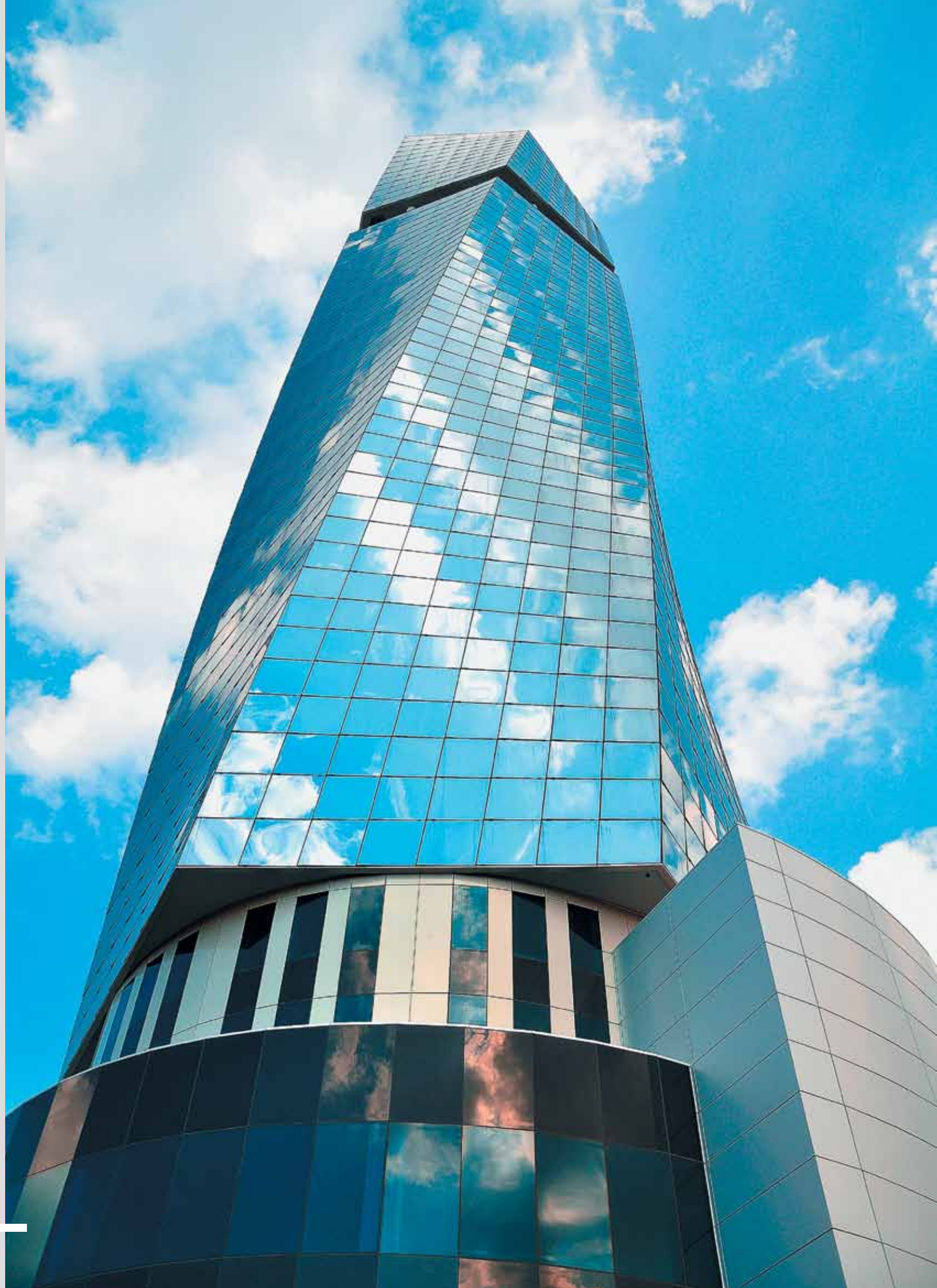
каркасных конструкций из сталежелезобетонных колонн, по внешнему краю которых расположены стальные балки и скобы. Эти структуры устроены в соответствии с требованиями техники безопасности при строительстве высотных зданий в сейсмических районах.

По мере того как фасады зданий становятся все более сложными, возникла необходимость в новых технологиях освещения и решениях для их реализации. Чтобы подчеркнуть кристаллические выступы на фасаде Greenland Tower и создание козырьков вдоль выступов, где могут быть скрыты светодиоды, с компанией AS + GG сотрудничала фирма OVI. Помимо эстетических проблем архитекторы и проектировщики архитектурного освещения должны были принять во внимание техническое обслуживание и постоянную эксплуатацию этих систем. Например, еще на начальных стадиях проектирования прорабатывался вопрос технологии замены светодиодных ламп, если они перегорят, ведь подобную операцию придется проводить на высоте сотни метров. Ведь освещение здания не является второстепенным вопросом. Поэтому все больше и больше проектировщиков освещения начинают работать с архитекторами и инженерами еще на предварительных этапах проектирования. Тестируя различные сценарии освещения, они могут помочь определить лучшую форму здания и компоновку его объемов для получения оптимального освещения и сохранения энергии. ■

Стенды на строительной площадке и в выставочном зале

TWIST TOWERS

Одной из тенденций в архитектуре стало создание небоскребов необычной извилистой формы, запутанно меняющей свои очертания до самой вершины. F & F Tower (или Revolution Tower) – неординарный объект в форме «штопора» возведен в Панама-Сити. Железобетонная башня состоит из 52 этажей и делает поворот на 360° по мере своего повышения. Каждый этаж сдвинут по отношению к предыдущему и последующему этажу. Венчает башню острый шпиль, заканчивающийся на отметке 245 метров. Здание построено по проекту Pinzón Lozano & Asociados.

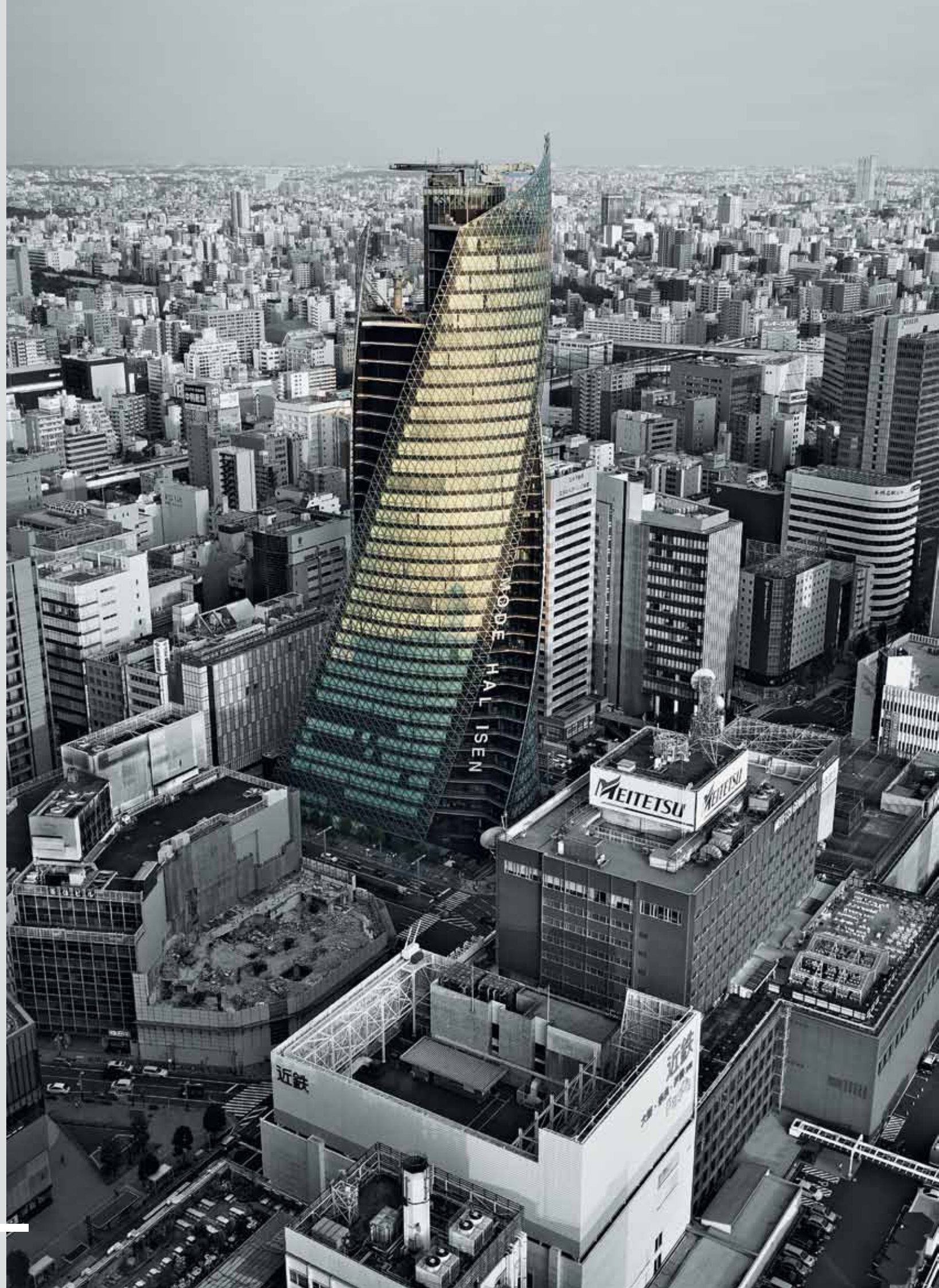


Башня Avaz Twist (176 м) в Сараево по праву считается одной из самых интересных в Европе. Одетое в синее стекло здание с алюминиевыми «акцентами» «закручивается» почти до самой вершины. Там оно суживается и становится похожим на маяк с цветными колоннами. Практически вся башня имеет форму шестиугольника, за исключением двух верхних этажей, которые архитекторы «закруглили». В результате верхушка Avaz Twist Tower стала напоминать... свадебный торт. Вот только вместо фигурок жениха и невесты – 30-метровый шпиль. Проектированием башни занимались архитекторы фирмы ADS Group Sarajevo.



Башня «Эволюция» (Evolution Tower), архитектор Филипп Никандров, – многофункциональный небоскреб в Московском международном деловом центре, отличается от всех остальных проектов своей необычной закручивающейся формой, напоминающей молекулу ДНК. В архитектурном облике здания две бело-снежные ленты противоположных фасадов закручиваются и плавно объединяются в обнаженной металлической конструкции над кровлей, символизируя собой взмывающую ввысь эволюционную спираль.





Спиральная башня Mode Gakuen расположена в Нагоя-Сити, Япония. Ее форма подобна крылу – узкая наверху, она изменяет ось вращения по мере повышения и создает органичную кривую. Создается впечатление, что здание меняет форму во время просмотра с различных углов, производя изящное динамическое впечатление, выдвигая на первый план смелый дизайн и структуру, демонстрируя полную последовательность. Визуально башня, построенная по проекту Nikken Sekkei, разделена на 3 конусообразных крыла, соединенных между собой центральным стержнем. Он представляет собой основу, вокруг которой закреплены наполненные бетоном стальные трубчатые колонны. Вся конструкция оборудована одной из самых устойчивых сейсмических технологий в стране.



СИМВОЛ ВЫСОТЫ

Архитектурное бюро Design Crew for Architecture (DCA) разработало свой проект для международного архитектурного конкурса башни Taiwan Tower для Тайваня. Перед его участниками была поставлена задача по проектированию отдельно стоящей высотной конструкции, которая станет одновременно и развлекательным центром, и учебным пособием по внедрению в массы идеи экологически безопасного и энергетически автономного строительства.

Материалы предоставлены: **DCA (DESIGN CREW FOR ARCHITECTURE)**

ВОСХОЖДЕНИЕ

Люди хоть и опасались Божьего гнева, всегда стремились построить свою «вавилонскую» башню. И даже то давнее крушение планов не отбило у них стремления повторять попытки приблизиться к небесам, впрочем, последующие шаги в этом направлении стали более осмысленными и внушают уважение. Таким примером может служить одно из древнейших сооружений Франции – часовня Сен-Мишель д’Эгиль, построенная в двенадцатом веке на утесе вулканического образования. Магматическая порода почти 100-метровой высоты не стала препятствием для возведения святыни, так же как и крутой подъем в 268 ступеней вверх никогда не останавливал паломников.

Древняя китайская традиция, связанная с поклонением святыням и отправлением обрядов религиозных культов, включает в себя природные объекты, ведь они во многом олицетворяют человеческую жизнь, смысл которой, по сути, состоит в движении и присутствии духовной силы. Однако «восхождение», как суть высокогорного паломничества, воплощает не только народную любовь к лесам, горам, озерам... Вдали от мирской суеты древние мудрецы черпали в совершенстве природного ландшафта стремление постичь «дао», а что лучше может отразить суть этой концепции, чем путь вверх среди красоты и гармонии окружающей среды.

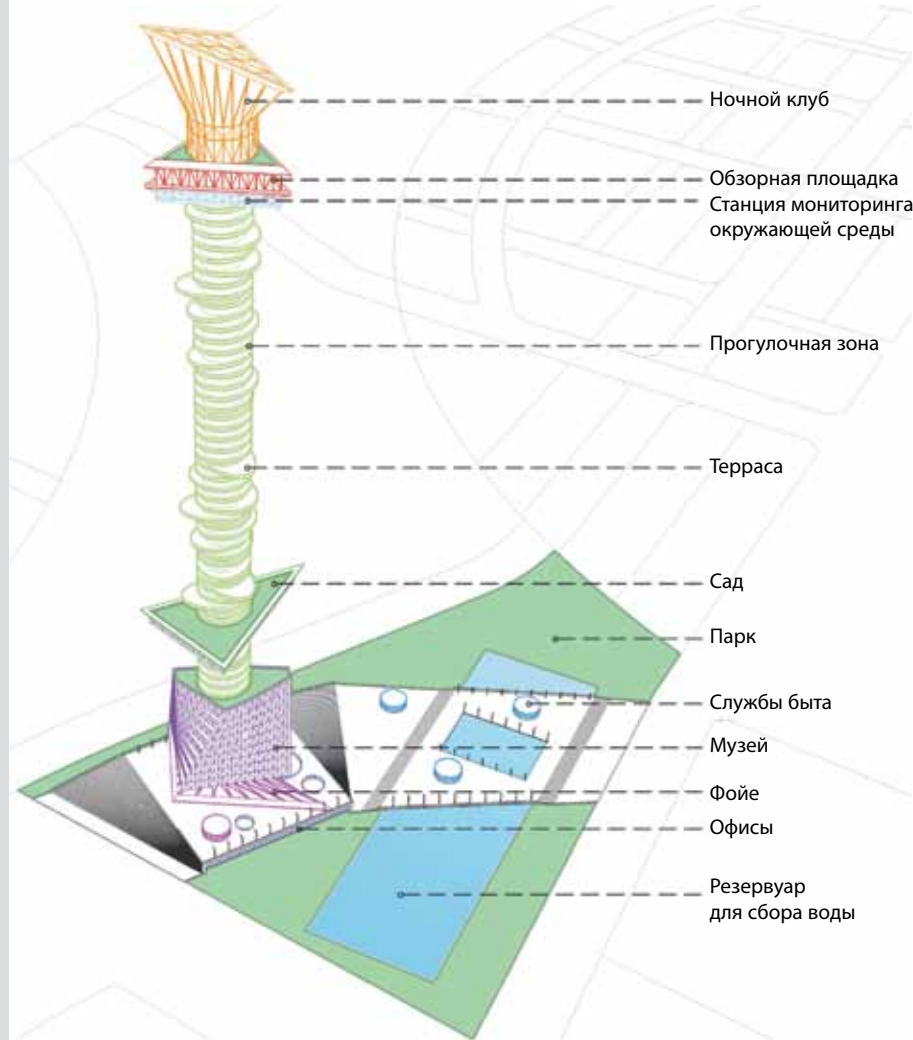
Посетители новой башни Taiwan Tower, проект которой был предложен архитектурным бюро Design Crew for Architecture (DCA), по замыслу зодчих, также смогут совершать пешие восхождения на высоту 350 метров. Часто люди поднимаются в горы для того, чтобы испытать восторг, переполняющий их после покорения вершин. Будущие посетители этой «башни» смогут в полной мере насладиться этим чувством.

TAIWAN TOWER

Расположение: Тайчжун, Тайвань (R.O.C.)
Заказчик: правительство города Тайчжун
Архитектор: DCA / Design Crew for Architecture (www.d-c-a.eu)
Ответственные партнеры: Никола Шоссон, Цяоян Хуан
Тип: открытый конкурс
Дата: 2011
Высота: 350 м
Площадь: 15 000 м²
Стоимость: 160 000 000 €
Функциональное назначение: офисы, фойе, выставочные павильоны, обсерватория, станции мониторинга, обзорная площадка, ночной клуб, лондж-бар

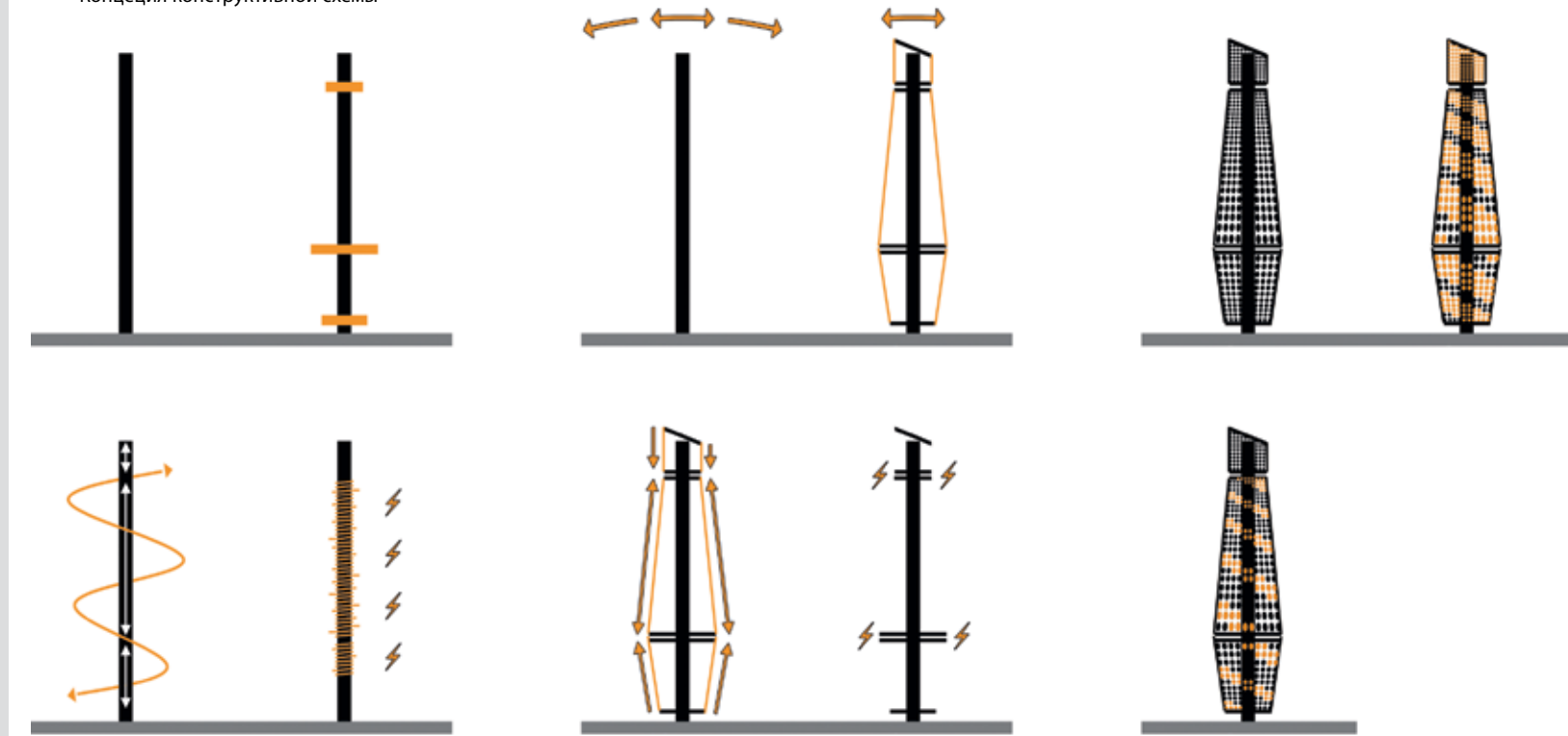
ПУТЬ

Башня делится на 3 сегмента разных размеров, которые будут отличаться как по конфигурации, так и по своему функциональному назначению и, предположительно, окружающей обстановке. Каждый раздел состоит из довольно крупных фрагментов сетчатого фасада, формы которого создают довольно необычный запоминающийся контур. Внутри башни, внешне имеющей причудливую изогнутую форму, находится строго прямое вертикальное ядро с расположенными в нем лифтами. В них посетители могут подняться как на самый верх, так и на промежуточные этажи, чтобы совершить «воздушный» путь и посмотреть на изменения в оформлении интерьера здания на протяжении всех 350 метров его высоты. Эта «блуждающая тропа» образуется за счет нестандартной конфигурации плит перекрытий, которые формируются вокруг ядра, своеобразного ствола дерева. В зависимости от угла обзора, здание меняет не только конфигурацию, но и цвет.



Функциональное зонирование башни

Концепция конструктивной схемы



ВЕТЕР

Все высотные здания подвергаются настолько сильному ветровому давлению, что их деформация практически неизбежна. Предложенная дизайнерами конструкция имеет необычную внешнюю оболочку, которую они называют Pro interface. Она позволяет защитить основную внутреннюю часть башни от агрессивного воздействия окружающей среды, но при этом проницаема для воздуха. Этот выполняющий одновременно несколько полезных функций и повышающий сопротивление ветровому воздействию каркас, казалось бы, напротив, должен увеличивать давление на здание за счет большей площади поверхности. Однако формирующий его тонкий кабель не создает препятствий для воздушных потоков. Эта же проницаемость и высокая прозрачность – ограждающие конструкции пропускают достаточно света внутрь здания, что позволяет экономить на освещении, не применять дорогостоящие материалы для отделки фасада, способствовать использованию природной энергии.

ВНЕШНИЙ ВИД

Образующая внешний каркас проволочная сетка также играет важную роль в увеличении устойчивости конструкции. Помимо этого на ней планируется закрепить большое количество затеняющих элементов, которые в зависимости от своего размера и плотности могли бы контролировать как силу давления ветра, так и степень затенения внутреннего пространства. Элегантность внешнему виду добавит и использование в отделке проволочного фасада комбинации из материалов, которые имеют как светоотражающую способность,

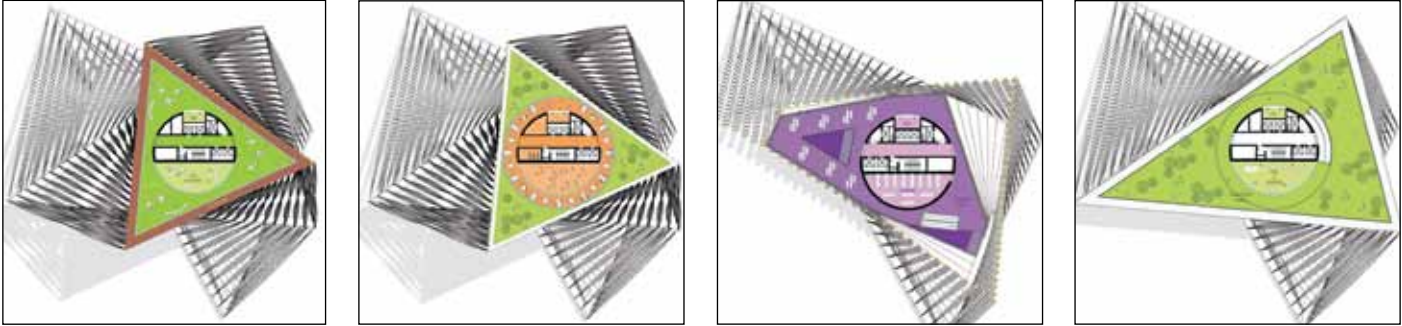
так и лишены ее, что выгодно смотрится на фоне блестящей проволоки и мягких граней угловатой конструкции.

В соответствии с несколько психоделическим замыслом архитекторов проекта, при игре света и тени в солнечных лучах блуждающий блеск прозрачной оболочки будущей достопримечательности Тайваня должен вызывать ассоциации с игрой пузырьков шампанского в высоком бокале именитого гостя. Оттенок «шампанского» уже давно ассоциируется с роскошью и счастьем, а золотистые переливы фасада Taiwan Tower могут способствовать созданию безмятежного настроения посетителей, которые могли бы не только насладиться видами цветов и воды, но и при определенной доле воображения почувствовать себя купающимися в башне, сотканной из ласкающих лучей света.

ЭКОНОМИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Одной из основных черт концепции здания стало стремление дизайнеров к максимальному сокращению количества необходимых для ее возведения строительных материалов. Поэтому авторы разработали вантовую конструкцию, которая позволит этого добиться.

Вантовая структура внешнего каркаса будет охватывать здание целиком, а покрыть проволочное покрытие планируется золотистыми алюминиевыми панелями, прикрепленными к сетчатой конструкции. Таким образом, по оценке архитекторов, по сравнению с аналогичным зданием 300-метровой высоты на строительство Taiwan Tower потребуется на 60% меньше материалов.



Постажные планы

ВАЖНОСТЬ СОБЛЮДЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА

Внутри Taiwan Tower на нескольких уровнях планируют расположить высотные сады, которые, как предполагается, будут повторять некоторые особо живописные и впечатляющие фрагменты окружающего ландшафта.

Орошение и полив этих насаждений намечено осуществлять при помощи фильтрованной дождевой воды. Для ее сбора и очистки предусмотрен монтаж специального оборудования, а храниться она будет в накопительном резервуаре – бассейне у подножия здания. В нем вода будет отстаивать-

ся, а затем распределяться для использования в санузлах и других технических нужд, а также полива растений прилегающего к башне парка.

РЕГЕНЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЛИФТОВОГО МЕХАНИЗМА

Все лифты в башне планируется оснастить специальным оборудованием, которое позволит собрать избыточную энергию, возникающую в результате торможения, и преобразует ее для дальнейшего использования. Лифты планируется оснастить установкой рекуперативного привода, который преобразует энергию в электрический ток. Это



Интерьеры
Taiwan Tower

устройство должно позволить восстановить до 25% от общей энергии, используемой для движения лифта. Оно будет производить чистую и безопасную энергию, которая не повреждает сеть. Ожидается, что экономия составит 13 250 кВтч/год, по сравнению с нерекуперативным приводом, а снижение объема углеродного следа составит 6400 кг CO₂ в год, по сравнению с традиционным приводом.

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИКА

В башне планируется смонтировать на этажах напольные покрытия с применением новейшей технологии полов с устойчивым источником энергии SEF (Sustainable Energy Floor). Она позволяет за счет особой конструкции преобразовать вибрацию от перемещающихся туристов в электрическую энергию. Применение этой технологии возможно при наличии большого количества людей. Производимая ими электроэнергия будет использоваться для питания местных энергосистем, таких как уличные фонари или информационные табло.

Технология имеет большой потенциал как новая система возобновляемых источников энергии, а то, что информирование посетителей о необходимости улучшения экологической обстановки проходит таким веселым и познавательным образом, повысит интерес к этой теме в широких слоях населения. Установка системы SEF в Taiwan Tower говорит о приверженности создателей и владельцев здания принципам экологически устойчивого развития.

Умные полы SEF могут работать также в качестве датчика присутствия и в то же время генерировать электроэнергию, необходимую для освещения пространства вокруг них. Когда помещения не используются, электричество не вырабатывается и свет выключен. Для того чтобы подключиться к подобной энергосистеме, не требуется внешнего источника энергии или дополнительной инфраструктуры.

Система SEF будет способствовать созданию более привлекательной среды, делая внутреннее пространство Taiwan Tower оригинальным и интерактивным. Наглядно показывая посетителям, как можно генерировать электричество каждым проделанным шагом, система стимулирует их на дальнейшие пешие прогулки по башне.

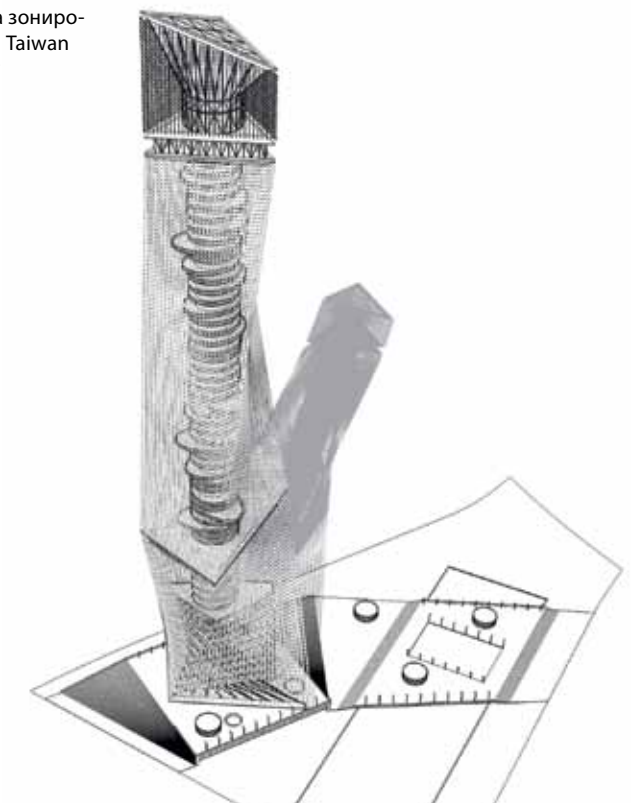
Образовательная ценность этой технологии состоит в наглядности метода обучения людей азам знаний о возобновляемых источниках энергии. А ненавязчивость формы позволяет посетителям на собственном опыте убедиться в том, что они могут влиять на состояние окружающей среды. Это поднимает настроение как у детей и подростков, так и у взрослых, особенно когда они участвуют в таких сложных мероприятиях, как пешее восхождение на Taiwan Tower! SEF побуждает людей идти, вместо того чтобы использовать лифт.

Технология SEF имеет реальные основания стать одной из лучших за счет уникальной комбина-



Схема зонирования
Taiwan Tower

Схема участка



ции экологичности, креативности и технического исполнения этого инновационного продукта. Поставщики SEF имеют внушительный и подтвержденный послужной список эффективности своей продукции в международном масштабе, а новое здание станет способствовать распространению и популяризации технологии у новых клиентов. Таким образом, новая Taiwan Tower – не просто башня, но своего рода живая конструкция, которая взаимодействует с посетителями. ■

АВИАЦИОННЫЙ ГОРОДОК ЦЗИНЬВАНЬ

Архитектурное бюро 10 Design выиграло международный конкурс, представив проекты трех объектов для Jinwan Aviation City в Чжухае, Китай. Чжухай (буквально «Жемчужное море») расположен в провинции Гуандун на западной стороне затопляемого устья Жемчужной реки. В состав Чжухая административно входит значительное число островов, многие из которых живописны и обладают интересной историей. Некоторые из них расположены близ берегов и иной раз даже соединены с Большой землей мостами. Другие – в открытом море. К концу 2016 года планируется завершить строительство моста Гонконг – Чжухай – Макао. Это единственный город, который соединит Гонконг и Макао, он занимает значимое место в регионе дельты Жемчужной реки.

Материалы предоставлены 10 DESIGN





Jinwan Aviation City,
Чжухай

Правительство Китая официально заявило, что Jinwan Aviation City является частью общего плана дальнейшего развития экономики региона Чжухай, где авиация является

основным видом промышленности и где в пределах города существуют разнообразные виды бизнеса, связанные с авиацией.

Эти три объекта для Jinwan Aviation City будут формировать внутренний облик делового центра. К ним относятся Международный коммерческий центр (парные башни площадью 127 000 кв. м, где разместят офисы, гостиницу и квартиры с обслуживанием); Производственно-технический центр (платформа для разработки инновационных, недавно созданных компаний и бизнес-проектов) и Культурный центр (общественные учреждения площадью 27 500 кв. м, предназначенные для проведения выступлений, конференций, выставок, экспозиций и кинопоказов. Кроме того, здесь будут оборудованы торговые площади).

Соперниками бюро 10 Design в конкурсе были такие компании, как JAHN LLC и Valode Et Pistre Architectes, а также многие другие. Под руковод-

ством Ника Кординли (Nick Cordingley) и Гордона Аффлека (Gordon Affleck), партнеров-проектировщиков в бюро 10 Design, конкурсный проект уже проходит более детальную проработку. Ожидается, что Jinwan Aviation City будет построен к 2019 году.

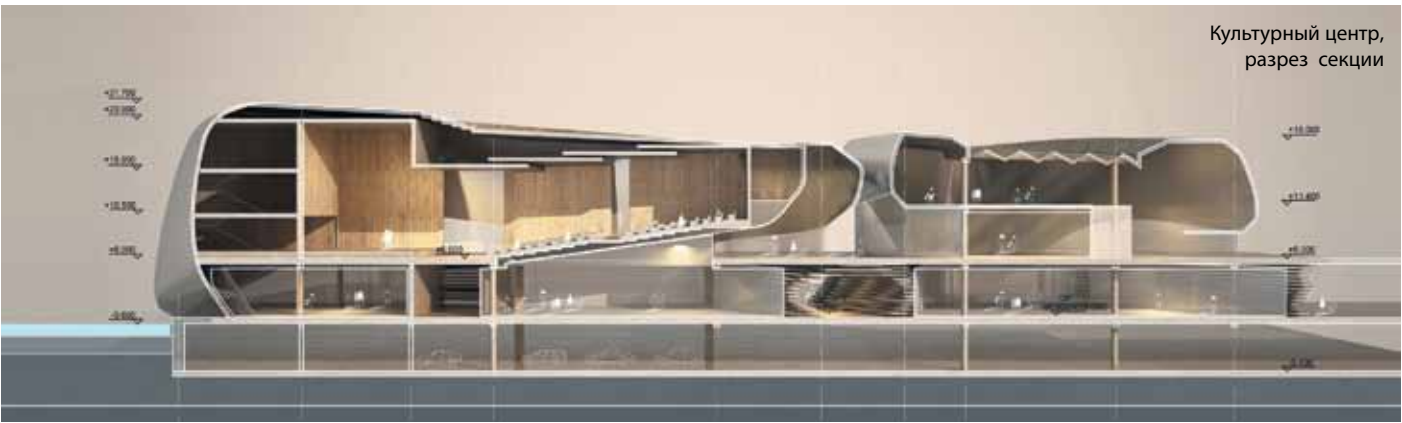
МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОММЕРЧЕСКИЙ ЦЕНТР

Международный коммерческий центр Цзиньвань площадью 127 000 кв. метров должен стать знаковым центральным объектом в новом генплане Jinwan Aviation City.

Пространство парных башен, расположенных на 2-этажном основании, отведенном под розничную торговлю, будет распределено таким образом: 5-звездочный отель и офисы разместятся в 200-метровой башне, а бизнес-апартаменты – в 100-метровой.

Внешний облик предложенных парных башен был вдохновлен аэродинамической формой крыла самолета. Дизайн зданий отражает дух современной авиации.

Парные башни выступают как единый элегантный ансамбль на северной окраине центрального озера и создают своеобразные динамические



Культурный центр,
разрез секции

JINWAN AVIATION CITY

Местоположение: Чжухай, Южный Китай
Клиент: Hnafa
Статус: победа в международном конкурсе на проекты:
• Международного коммерческого центра
• Производственно-технического центра
• Культурного центра
Результат конкурса был объявлен в марте 2014 г. В настоящее время проект проходит детальную проработку, и его строительство должно быть завершено к 2019 году.
Работы: строительство и разработка генерального плана всех трех проектов

МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОММЕРЧЕСКИЙ ЦЕНТР

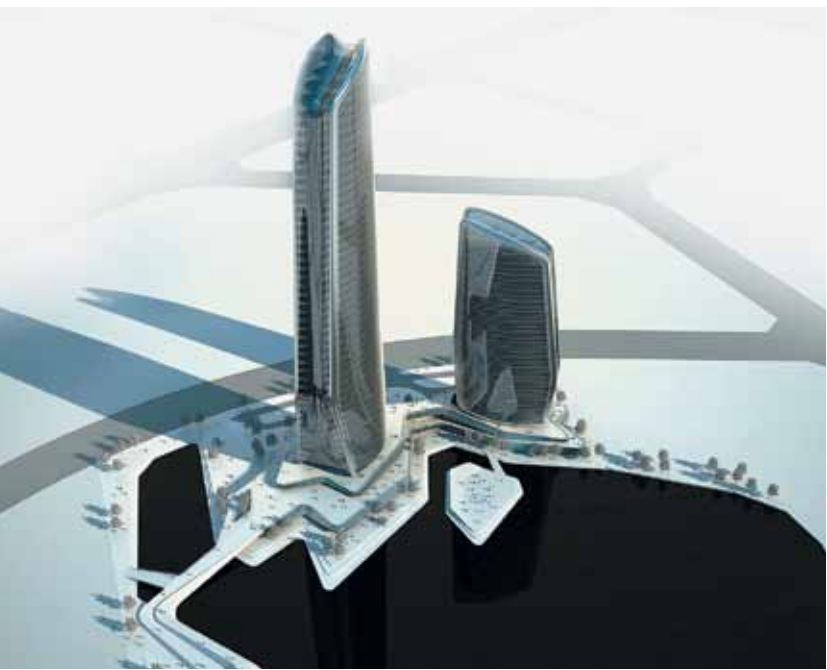
Проектная группа: Ник Кординли, Барри Шапиро, Милош Живкович, Шаоэн Ден, Сю Нан, Крис Провост, Марко Бонуччи, Марко Вукович, Кин Цао, Санрон Тянь, Тайлер Джонсон, Шон Куинн
Функциональное назначение: офисы, отель, апартаменты с обслуживанием
Площадь: 25 600 кв. м
Общая площадь: 127 000 кв. м

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

Проектная группа: Ник Кординли, Барри Шапиро, Милош Живкович, Шаоэн Ден, Сю Нан, Крис Провост, Марко Бонуччи, Марко Вукович, Кин Цао, Санрон Тянь, Тайлер Джонсон, Шон Куинн
Функциональное назначение: «Инкубационный» центр
Площадь: 36 500 кв. м
Общая площадь: 55 000 кв. м

КУЛЬТУРНЫЙ ЦЕНТР

Проектная группа: Гордон Аффлек, Дэвид Эммер, Рита Пан, Алексей Голбрейх, Иниго Арротегги, Джейн Ю, Шон Куинн, Лаура Симонсен (компьютерная графика)
Функциональное назначение: организация мероприятий, выставок, конференций, кинотеатр, зал IMAX, Музей науки и технологий, библиотека и объекты отдыха
Площадь: 36 000 кв. м
Общая площадь: 29 000 кв. м



Парные башни
Международного
коммерческого центра

ворота, дорога откуда ведет на юг региона, пролегает через озеро и идет непосредственно к морю.

Ник Кординли (партнер-проектировщик в бюро 10 Design) заявляет: «Проектная группа очень тесно сотрудничала с командой местных специалистов по устойчивому развитию, чтобы оптимизировать эксплуатационные показатели башен, а именно: ветровую нагрузку, систему вентиляции и инсоляционную экспозицию».

Месторасположение и форма небоскребов позволяют добиться лучших видов на окружающие водные объекты, береговую линию и древние горы Чжухай. Башни разместятся на скульптурном 2-этажном основании, которое послужит объединяющим элементом композиции на 1-м и 2-м уровнях.

Подиумная зона позволит создать яркий элемент, противопоставленный озеру Цзиншань, находящемуся на юге. Из оживленных и шумных террас будет открываться вид на озеро, что позволит посетителям насладиться трапезой на открытом воздухе. Эти террасы создадут яркие акценты на территории вдоль озера и станут новым местом отдыха для гостей и жителей района.



Производственно-технический центр

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

Производственно-технический центр площадью 55 000 кв. м занимает значимое место внутри Jinwan Aviation City. Он находится на одном из престижных участков вдоль восточного берега озера Цзиньшань, которое формирует «сердце» района.

Здания этого комплекса станут платформой для развития недавно созданных компаний и проектов. Подобный бизнес-инкубатор призван обеспечить начинающим фирмам поддержку, ресурсы и возможности для установления новых контактов.

ПРОЕКТЫ БЮРО 10 DESIGN В ЧЖУХАЙ

Прежде чем выиграть тендер на строительство Авиационного городка Цзиньвань, бюро 10 Design занималось разработкой ярких проектов в Чжухай. К ним относятся:

- «трансформирующаяся» башня Шицзымэнь высотой 320 м в Чжухай; ее строительство должно завершиться в 2016 году. Она может стать знаковым высотным зданием в регионе и центральным объектом международного комплекса для проведения конференций и выставок Шицзымэнь, который был также разработан Гордоном Аффлеком, партнером-проектировщиком в бюро 10 Design.
- Мост «Петля бесконечности» (длина – 300 м) – знаковый объект, построенный для нового Центрального делового района Шицзымэнь в Чжухай, Китай.
- 450 000 кв. м торговых площадей для Международного торгового центра Summer в Чжухай, Китай (один из крупнейших в мире розничных торговых центров), руководителем проекта был Гордон Аффлек, партнер-проектировщик в бюро 10 Design.
- Культурный центр Xiangzhou, объект площадью 50 000 кв. м для демонстрации искусства, проведения выставок и культурных мероприятий, который находится в самом сердце города Чжухай в Китае, руководителем проекта был Тед Гевинс, партнер-проектировщик в бюро 10 Design.

Проект этой части комплекса создает яркий визуальный акцент на прибрежной территории с целью оптимально использовать ведущий участок района. На севере и востоке территории основные дороги местного значения обеспечивают отличную видимость и доступ к комплексу.

«Для нас источником вдохновения послужило близкое расположение комплекса к воде, – говорит Ник Кординли (партнер-проектировщик в бюро 10 Design). – Проектная группа была вдохновлена идеей текущего потока, именно она послужила первостепенным структурным элементом, заложенным в основу нового генплана промышленно-технического центра. Идею потока можно также рассматривать как метафору, связывающую землю и воду. Оно является универсальным символом изменений и течения жизни».

Центральное «течение» вплетается во всю территорию и дополняется яркими ландшафтными элементами, которые создают комфортные зоны отдыха внутри комплекса. Этот участок станет общественным «сердцем» территории и будет способствовать социальному взаимодействию. Центральную зону выделяют большой зеленой крышей, расположенной по направлению к кромке воды, где расположат объекты общественного значения, кафе, ресторан, торговые помещения и пространства для проведения встреч.

Каждое из офисных зданий на платформе развития будет иметь прямой выход к социальному центру территории. Это позволит создать ощущение



Культурный центр

ние общности. Каждые 2 офисных здания на «инкубационной» платформе объединены центральным атриумом, расположенным в одной части, что создает сильное чувство места. Эти атриумы призваны стать общими входными группами в офисы, и сбоку каждой группы будут располагаться общественные помещения для проведения встреч или совместных проектов. Подобный шаг способствует общению и улучшению обзора.

КУЛЬТУРНЫЙ ЦЕНТР

Культурный центр, площадь которого составляет 27 500 кв. м, будет состоять из 4 основных зон: 1) для мероприятий, конференций и выставок площадью 4900 кв. м; 2) кинотеатр IMAX и обычные кинозалы площадью 6500 кв. м.; 3) Музей науки и технологий площадью 9500 кв. м.; 4) библиотека и спортивные сооружения площадью 6600 кв. м.

Расположенный в центре озера Культурный центр Цзиньвань задуман как «Сад на острове», он представляет собой сердце Нового экологического района западного Чжухай.

Это уникальное географическое положение лежит в основе концепции проекта, предложенного бюро 10 Design. Гордон Аффлек (партнер-проектировщик) заявляет: «Культурный центр не только является комплексом больших зданий, но также частью активной жизни сообщества, проживающего в прибрежной части авиационного городка Цзиньвань. Он позволит людям наслаждаться видами комплекса».

Чтобы достичь этого эффекта оживленной береговой линии, бюро 10 Design представило следующие идеи:

- Чтобы привнести динамику в прибрежную линию, периметр острова был максимально увеличен. Он, в свою очередь, создает площадки и дворики между зданий и внутри каждой зоны.
- Чтобы значительно сократить выбросы с прилегающих дорог, которые могут попасть в район городка, трасса Jinwan Avenue опускается под землю в самом начале острова и поднимается на уровень земли на другом его конце. «Подземная» трасса позволяет обеспечить непрерывное движение пешеходов, поэтому посетители могут наслаждаться видами и прогулками без каких-либо опасений.
- Чтобы увеличить парковые зоны и открытые пространства, в центре острова было создано «Зеленое активное сердце». Это «сердце» представляет собой площадку под открытым небом, которую можно использовать для организации развлечений, мероприятий и отдыха внутри огромного центрального парка. Ее можно также использовать для демонстрации монументального искусства.
- Для того чтобы отразить быстрое развитие авиационных технологий, создатели проекта прибегают к аэродинамическим формам и обшивкам в архитектуре Музея науки и технологий, а также конференц- и выставочного центров.
- Чтобы подчеркнуть рельефную топографию Чжухай, на всем острове поддерживается единый стиль террасного ландшафта. ■

Timber Tower

Что такое небоскреб? Это высокое здание из стекла, стали и бетона, построенное с применением самых современных материалов и технологий. Но все чаще звучат, казалось бы, несочетаемые слова – «деревянный небоскреб». В некоторых странах уже построены или возводятся здания до 30 этажей из дерева, все чаще в международных конкурсах представляются проекты высотных сооружений с древесным каркасом. Идеи создавать такие строения возникают в связи с необходимостью улучшения экологического состояния окружающей среды, энергосбережения и очищения атмосферы от углекислого газа. Подобные здания снижают негативное воздействие на экологию, а деревянные конструкции служат хорошей заменой стандартным дорогостоящим строительным материалам, производство которых требует много энергии. Свой проект высотного здания из дерева предложило и известное архитектурное бюро Skidmore, Owings & Merrill (SOM).

Материалы предоставлены SKIDMORE, OWINGS & MERRILL

ГЛОБАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Согласно статистическим данным, население Земли по сравнению с 1950 г. увеличилось вдвое, и, как ожидают ученые, его численность будет быстро расти, превысив 11 миллиардов человек к 2050 году. Здания и инфраструктура существующей антропогенной среды неспособны поддерживать такие темпы роста. К тому же во всем мире продолжает повышаться уровень выброса парникового газа. Тем не менее если сравнить эти показатели в густо заселенных районах со средними общенациональными данными, то открывается, казалось бы, парадоксальная ситуация – наиболее низкий уровень выбросов наблюдается именно в городах.

Одновременно, несмотря на увеличение численности населения и его сосредоточение в мегаполисах, во многих крупных агломерациях происходит снижение плотности застройки по сравнению с 1950 годом, при этом значительно выросли площади занятых городами и пригородами территорий. Темпы роста численности населения и развития антропогенной среды вызвали множество отрицательных последствий для природы, в том числе неэффективное использование земельных, транспортных и энергетических ресурсов. Если данные показатели не взять под контроль, они продолжат ухудшать состояние окружающей среды в ускоренном темпе. Последующее развитие густонаселенных городов со своей

ственной для них высотной застройкой позволит снизить проблемы устойчивого развития для населения и повысить рациональность природопользования, но только при условии, что строительство будет осуществляться ответственно. Для нас очень важно понимать, как и где мы решим строить.

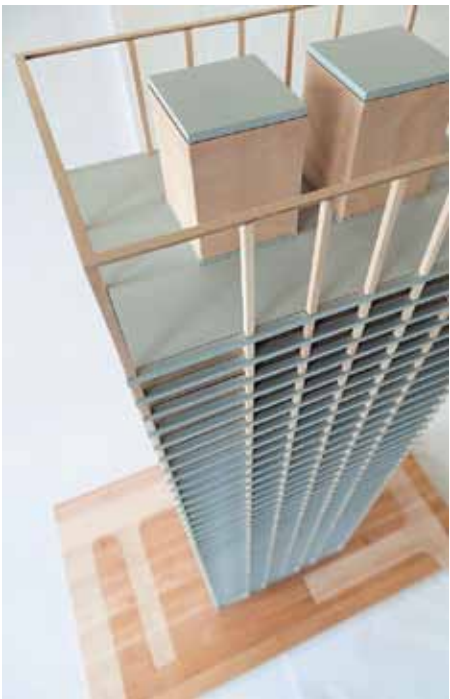
Возведение высотных зданий, объединенных в крупные районы с большой плотностью населения, может способствовать уменьшению негативного воздействия на окружающую среду, но это не является идеальным решением. В подобных кварталах уровень выброса парниковых газов и углерода в атмосферу на начальном этапе строительства на квадратный метр значительно выше, чем в районах с малоэтажной застройкой. Это связано с тем, что степень выброса парниковых газов, как правило, зависит от конструктивной системы здания, а небоскребы требуют гораздо больше элементов конструкций, чем малоэтажные строения. Тем не менее строительство новых высотных сооружений в густонаселенных городских районах сможет в значительной степени улучшить состояние окружающей среды, чтобы соответствовать потребностям населения будущего. Однако экологически устойчивым решением станет строительство систем высотных сооружений, которые минимизируют уровень выброса парниковых газов.

В бюро Skidmore, Owings & Merrill подобная система воплотилась в жизнь в проекте Timber Tower, где в качестве

основного строительного материала используются массивные бревна. Чтобы поддержать соединительные стыки, которые подвергаются большой нагрузке, дополнительно применяют железобетон. Предполагают, что результатом подобного решения станет эффективная конструкция, которая сможет конкурировать со зданиями из железобетона и стали, позволяющая при этом снизить уровень выброса парниковых газов до 60–75%.

Древесина является экологически устойчивым строительным материалом по трем основным причинам:

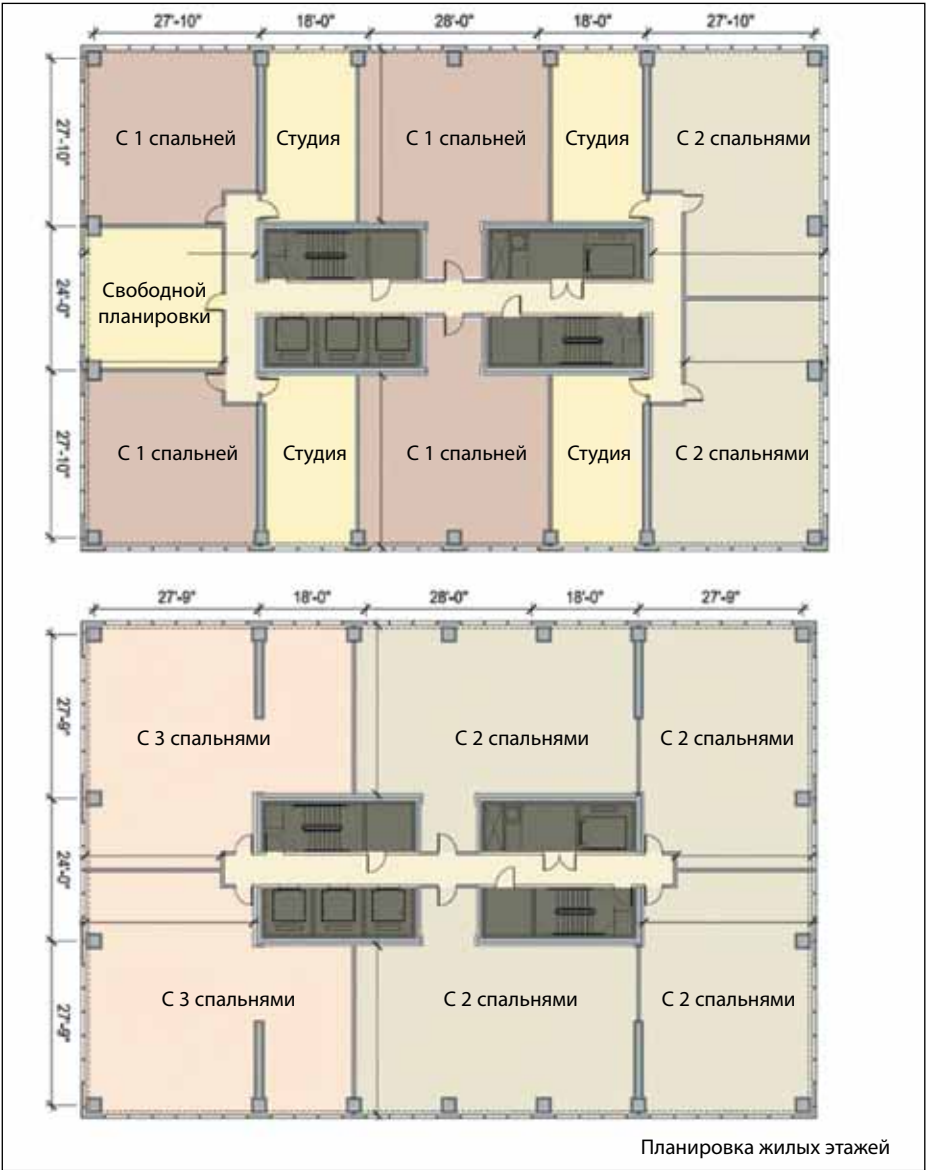
1. Благодаря структуре своих растительных клеток дерево действует как углеродная воронка; оно поглощает CO₂ из окружающей среды и накапливает его в своих клетках.
 2. Во время производства древесины потребляется меньше энергии, чем при выпуске бетона, стали или производстве работ по каменной кладке, а следовательно, она обладает более низким уровнем выброса парникового газа, чем эти традиционные материалы для высотного строительства.
 3. При правильной заготовке и производстве древесина становится неистощимым ресурсом. При рациональном использовании она является быстро возобновляемым и общедоступным материалом.
- Все эти преимущества делают древесину оптимальным и приемлемым решением для экологически чистого высотного строительства.

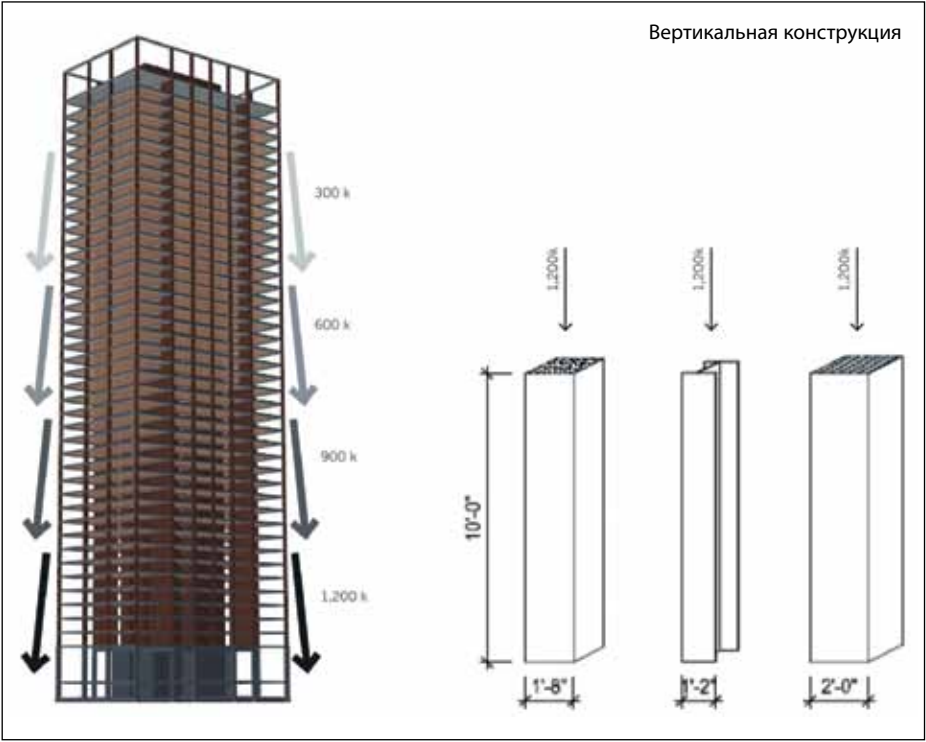


TIMBER TOWER

Так как в мире существует немного высотных зданий из древесины, бюро Skidmore, Owings & Merrill провело сравнительный анализ характеристик проекта Timber Tower с 42-этажным жилым многоквартирным домом DeWitt Chestnut в Чикаго. Разработанный и построенный в 1966 году DeWitt Chestnut до сих пор считается одним из самых экологически чистых высотных зданий, которые были созданы SOM, с точки зрения использования материалов и уровня выброса углерода. Это жилой дом из монолитного железобетона с конструкцией «несущей трубы», которая поддерживается периферийными колоннами, расположенными по периметру здания, сопротивляющимися всем боковым нагрузкам. Таким образом, конструктивная схема дома DeWitt Chestnut задействует минимум строительного бетона для поддержания его высотности. Данный проект послужил примером для создания будущих оболочковых конструктивных систем, в том числе на их основе возведены такие известные небоскребы, как John Hancock Center и Willis Tower.

Предложенная конструктивная схема Timber Tower представляет собой деревянный каркас со швами бетонирования. Эта система состоит из массивных деревянных плит перекрытий, колонн и стен жесткости, которые соединены со стальной арматурой с помощью швов бетонирования. Чтобы усилить соединительные стыки, которые подвергаются большой





нагрузке, дополнительно используют железобетон. Подобный подход позволяет укладывать бревна параллельно волокнам древесины, что делает их наиболее стойкими. Таким образом, древесина может конкурировать с другими материалами.

Разработанная для той же цели, что и дом DeWitt Chestnut, Timber Tower обладает такой конструктивной системой, которая сокращает уровень выброса парникового газа с расчетных 9500 тонн до 2100 тонн CO₂. Создатели ожидают, что данная система будет поглощать около 3000 тонн CO₂, помогая тем самым улучшить общенациональные показатели выброса парниковых газов. Все это достигается без ущерба для качества жизненного пространства, поэтому есть надежда, что Timber Tower сможет стать практичным конструктивным решением для высотного жилого здания.

Характеристики проекта Timber Tower чрезвычайно интересны. Однако прежде чем данная конструктивная система будет воплощена в жизнь, необходимы дальнейшие исследования и оценки экспертов. Тем не менее значительное

снижение уровня выброса парниковых газов, которое наблюдается в древесной конструктивной системе, доказывает, что такие высотные здания, расположенные в плотно заселенных районах, являются логичным решением в условиях активного роста городов и численности населения. Проект Timber Tower показывает, что использование древесины в качестве основного строительного материала не только реально, но и может стать лучшим конструктивным решением для высотных зданий будущего, что позволит создать плотную застройку городов, при этом улучшив состояние окружающей среды. Ведь мировая практика показывает, что при увеличении плотности населения оптимизируется потребление электроэнергии, снижаются затраты на ее транспортировку.

Так же, как и в доме DeWitt Chestnut, конструкция Timber Tower не диктует формирование внутреннего пространства, увеличивая степень его вариативности и упрощая эксплуатацию. Создатели проекта используют этажные модули, чтобы за счет конструктивных элементов увеличи-

вать или уменьшать площадь в зависимости от изменчивых потребностей рынка. Подобная модульная система также обеспечивает архитектурную гармоничность, которая повышает эффективность инженерной системы, сокращает сроки строительства и позволяет использовать готовые блоки для внутреннего пространства, такие как кухонные стойки и санузлы.

ВЕРТИКАЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ

Показатели прочности и жесткости, необходимые для поддержки высотного здания, приводятся в таблице. Эти данные показывают, какого размера должны быть бетонные, стальные и деревянные колонны, чтобы выдержать нагрузку 1200 килофунтов. В деревянных колоннах таких размеров это становится возможным, так как нагрузка распределяется параллельно структуре волокна древесины. Последующие движение и сжатие колонны также приведены для всех трех видов материалов.

Данный пример показывает, что деревянная колонна адекватного размера может выдержать нагрузку высотного здания.

КОНСТРУКЦИЯ ПЕРЕКРЫТИЯ

В основе перекрытий Timber Tower лежит 20-сантиметровая деревянная балка, которая пролегает между бревенчатыми несущими стенами внутри здания и массивными деревянными колоннами по периметру. Подобная экономная толщина пола могла быть получена за счет соединения, воспринимающего изгибающий момент, которое связывает перекрытия с вертикальной конструкцией. Это придает жесткость полу, что делает его похожим на плоскую фундаментную железобетонную плиту. Наиболее разумным способом для создания соединения, воспринимающего изгибающий момент, было использовать эпоксидные армированные стальные элементы, соединенные с железобетонными швами.

ЭВОЛЮЦИЯ КАРКАСНОЙ ТРУБЫ ЭФФЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОПЕРЕЧНЫХ НАГРУЗОК

В Timber Tower используется система крупных деревянных плоских панелей. Эта конструкция перекрытий является более чем надежной и создает множество возможностей применения различных видов ненесущих стен и одновременно с этим позволяет минимизировать высоту этажей и снизить аэродина-

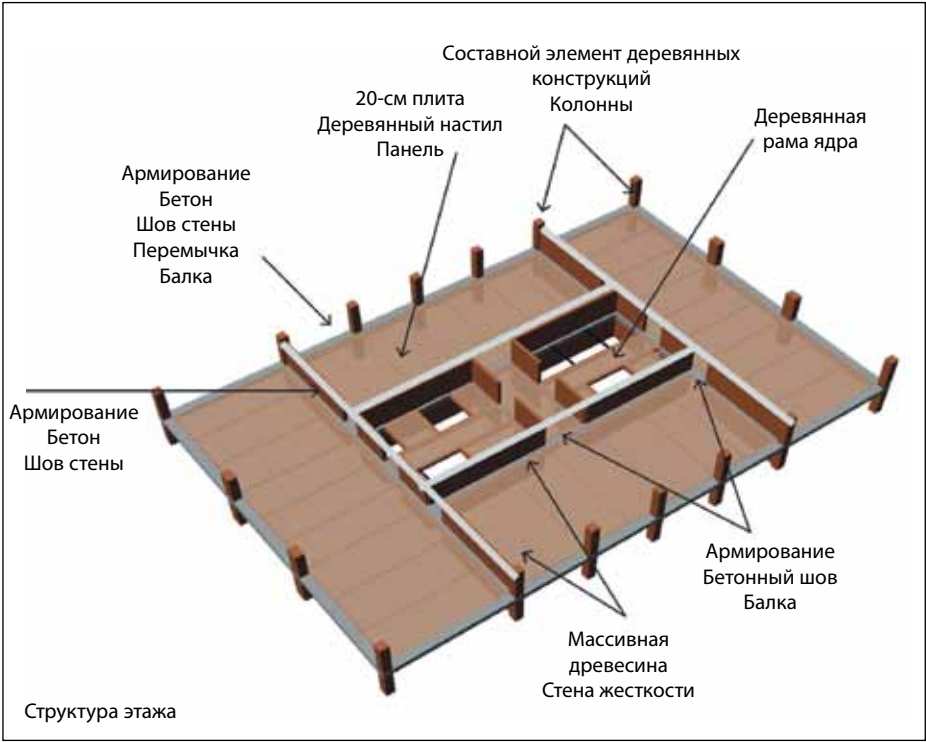
мические нагрузки на здание в целом. Деревянные перекрытия из цельной древесины поддерживаются несущими стенами из того же цельного бруса, а ближе к центру межэтажного перекрытия дополнительно поддерживаются и деревянными колоннами, расположенными на расстоянии от 4,88 м до 8,53 м по периметру здания. Стены жесткости, расположенные по центру безбалочных перекрытий, повторяются по периметру в четырех местах. Они усиливают систему сопротивления боковой нагрузке и в то же время устраняют «угловые точки» в конструкции перекрытий. Внутреннее пространство квартир организуется в соответствии с расположением несущих стен в типовых арендных помещениях так, чтобы они не создавали препятствий в зонах свободной планировки.

ПЕРЕМЫЧКИ + ЖЕСТКОСТЬ ПОПЕРЕЧНОЙ НАГРУЗКИ

Потенциальная жесткость массивной древесины в стенках жесткости не позволяет полностью обойтись без соответствующих перемычек. Эти соединительные балки должны быть достаточно прочными, чтобы противостоять объединенной силе сдвига, вызванной различными вертикальными движениями между отдельными стенными панелями. Абсолютный показатель силы сдвига, установленный для прототипа здания, варьируется между 50 и 100 килофунтами и зависит от местоположения. Проекты, в которых можно использовать эти соединительные балки, оцениваются с учетом использования железобетонных и стальных элементов конструкции и древесины.

Железобетонные соединительные балки являются самым логичным выбором, так как данный материал уже был использован, чтобы ограничивать угол поворота концевой сечения панелей перекрытия. Усиленная железобетоном соединительная балка выдерживает требуемую нагрузку в высшей степени и упрощает торцевое соединение к деревянной стене жесткости за счет сочетания несущих и эпоксидных арматурных соединений.

Максимальная жесткость, необходимая для соединительных балок, оценивается примерно в 100 килофунтов. Подобный показатель жесткости слишком велик для деревянных перемычек, в то время как бетонные соединительные балки вполне способны его выдержать.



ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМ + ПРИГОДНОСТЬ К ЭКСПЛУАТАЦИИ

Все высотные здания облицовываются материалами, которые отличаются от используемых в их конструктивных системах. В Timber Tower также можно применять почти любой вид облицовки.

Интеграция неструктурных систем, таких как крепеж фасада здания, также учитывалась при проектировании Timber Tower. Благодаря железобетонным швам башни внешняя облицовка может монтироваться с помощью креплений, схожих с теми, что используют в железобетонной кромке плиты здания или в здании из стали с напорными плитами из сплава металлов. Железобетонная несущая стена – это жесткий элемент на краю этажной плиты, которая в Timber Tower может быть спроектирована таким образом, чтобы уменьшить деформацию облицовочного шва, вызванную различными динамическими нагрузками этажа на этаж. Так как система не требует какой-либо уникальной технологии облицовки, можно применить стандартные параметры облицовки и возведения здания.

Очень важно, что сама конструкция башни может быть создана из древесины, но облицовка здания выполнена из любого желаемого материала.

TIMBER TOWER + ВЫСОКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

Считается ли изоляция углерода древесиной правильным решением, почему бы

вместо других материалов нам не использовать больше древесины?

Причина в том, что ресурсы нашего мира ограничены. Использование большего количества древесины в одном здании повлечет за собой снижение его доли в другом, так как создание конструкции, соответствующей экологическим нормам, требует, чтобы заготовка и расход материала были равными.

Создатели Timber Tower понимают этот баланс, поэтому сложная система здания является более устойчивой, так как она минимизирует общий объем использованных материалов. Этот принцип прослеживается и при сравнении сложной системы использования комбинированных материалов и зданий, выполненных только из дерева, а также традиционных бетонных конструкций.

В Северной Америке заготавливают 20 миллиардов кубов древесины каждый год. В высотном строительстве Timber Tower является примером наиболее экологически правильного использования древесины. Сложная система Timber Tower может позволить смонтировать 195 096 384 кв. м высотных зданий. Конструкция, выполненная только из дерева, даст на выходе только 130 064 256 кв. м, так как в ней более интенсивно расходуется материал. Это требует дополнительных 65 032 128 кв. м бетонного каркаса, чтобы уравновесить сложную систему, которая в конечном счете использует больше материалов и выбрасывает углерода. ■

ВИТРАЖИ СЕРИИ ТП-50300

Наиболее популярным решением в области остекления фасадов зданий является использование витражной серии ТП-50300. Широкая линейка профилей и комплектующих позволяет воплотить практически любой архитектурный замысел с использованием стекла и алюминия. Высокие значения эксплуатационных параметров конструкций ТП-50300 подтверждены результатами полного цикла натурных испытаний (сопротивление теплопередаче, влагопроницаемость, воздухопроницаемость, звукозащита и сопротивление действию ветровой нагрузки), проведенного компанией «ТАТПРОФ» в 2014 году.

Материалы предоставлены компанией «ТАТПРОФ»



Витражи серии ТП-50300 монтируются по стоечно-ригельному принципу: к вертикальным элементам (стойкам) крепятся горизонтальные элементы (ригели). Монтаж ригеля осуществляется внахлест на стойку, что обеспечивает отвод влаги в конструкции. Зачастую при сравнении характеристик светопрозрачных конструкций на вероятность возникновения протечек некоторые игроки рынка прибегают к оперированию большими значениями глубины влагоотводного канала на стойке. Между тем глубина желоба не имеет значения в силу того, что принцип влагоотвода в витражах не подразумевает скапливание воды в канале – влага последовательно удаляется с ригеля на стойку, со стойки на улицу. Оправданность такого способа крепления доказана экспериментально – при разнице давлений в 600 Па витражная конструкция полностью влагонепроницаема.

Система Татпроф на сегодняшний день включает в себя решения, позволяющие остеклять конструкции высотой до 12 м без промежуточного крепления к несущим конструкциям здания, при этом вес одного стеклопакета может достигать 800 кг. Выбор конкретного профиля осуществляется исходя из результатов статического расчета витражной конструкции – набора минимально требуемых инерционных характеристик профиля. При необходимости выполнения витражей больших размеров можно разработать индивидуальное решение по усилению элементов под конкретный объект с учетом климатических условий площадки строительства и особенностей проекта.

В архитектурной системе Татпроф уделено особое внимание теплотехническим характеристикам светопрозрачных конструкций. Сам по себе алюминий как металл является хорошим проводником тепла, поэтому разделение теплой и холодной зон в светопрозрачных конструкциях на основе алюминия

производится с помощью элементов, обладающих меньшей теплопроводностью. В витражной серии с этой целью применяются накладные элементы – термовставки. В витражах ТП-50300, в зависимости от того, какие именно требования предъявляются к конструкции, могут использоваться термовставки из ПВХ (приведенное сопротивление теплопередаче $R_0 \approx 0,56 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$), комбинированные элементы из ПВХ и EPDM ($R_0 \approx 0,80 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$) либо термовставки из вспененного полиэтилена ($R_0 \approx 1,00 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$). В сочетании с различными вариантами стеклопакетов такая градация позволяет достигать нужного значения для любого региона нашей страны – от жаркого Юга до холодной Сибири.

Светопрозрачные конструкции в здании выступают в роли наружных ограждающих стен и помимо защиты от атмосферных воздействий призваны обеспечивать защиту помещений от городского шума. Звукоизоляция светопрозрачной конструкции в большей степени зависит от применяемого заполнения. По итогам натурных испытаний образца витража серии ТП-50300 при использовании обычных двухкамерных стеклопакетов звукоизоляция от шума потока городского транспорта составляет 34 дБА. Если проектом заложены более высокие показатели уровня звукоизоляции витражей и окон для отдельных помещений, каждый такой случай необходимо рассматривать индивидуально для выбора наиболее подходящего способа увеличения шумопонижающих характеристик конструкции для конкретного объекта.

В системе Татпроф возможны различные исполнения конструкций. Стандартное исполнение витражей серии ТП-50300 подразумевает фиксацию стеклопакета прижимными планками, которые впоследствии закрываются декоративными элементами – крышками. Как правило, крышки выступают от поверхности стеклопакета на 18 мм и имеют П-образную форму. При желании при-

дать фасаду здания большую графичность, в качестве крышек могут быть использованы нестандартные элементы каплевидной, закругленной или Т-образной формы с большим вылетом внешней поверхности профиля относительно стеклопакета. Если же архитектурная концепция здания, наоборот, подразумевает создание иллюзии сплошного остекления, применяется структурное исполнение – в этом случае крепление стеклопакетов скрытое, на месте разделительных элементов с улицы виден только структурный шов, который на расстоянии 20 м от фасада полностью сливается по цвету с остеклением. Также возможно использование имитации структурного остекления: монтаж заполнения производится классическим способом – с видимыми наружными элементами крепления, но они отличаются от стандартных величиной вылета от поверхности стеклопакетов – всего 3 мм. Возможны различные комбинации перечисленных вариантов исполнения витражей, позволяющие повысить архитектурную выразительность фасада и придать облику здания индивидуальность.

Также примечательной особенностью серии ТП-50300 является возможность интеграции в витражи встраиваемых изделий: створок, дверей, вентилируемых решеток и солнцезащитных ламелей. В номенклатуру архитектурной системы Татпроф входят оконные и дверные серии, позволяющие выполнять конструкции с различными типами открывания: от достаточно стандартного для России поворотно-откидного открывания до экзотического «наклон-скольжение». Какой именно продукт будет применяться в том или ином случае, определяются в зависимости от желаемого варианта открывания и требуемого значения сопротивления теплопередаче. Например, для окон с открыванием внутрь помещения могут использоваться следующие серии: ТП-45 (не обладают теплозащитными свойствами, устанавливаются в неотапливаемых или во внутренних помещениях здания), ТПТ-60 ($R_0 \approx 0,5 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$), ТПТ-65 ($R_0 \approx 0,65 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$), ТПТ-72 ($R_0 \approx 0,8 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$) и ТПТ-95 ($R_0 \approx 1 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$). А при выполнении окон с открыванием наружу здания применяются серии ЭК-89 («холодное» исполнение или «теплое» – с сопротивлением теплопередаче около $R_0 \approx 0,65 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$) и ТПТ-117 ($R_0 \approx 1,0 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$). Соответственно, соблюдается та же методика выбора теплотехнических характеристик конструкции, как и при полностью «глухом» (без открываний) исполнении витража.

Компания «ТАТПРОФ» успешно работает на рынке светопрозрачных конструкций более 20 лет. Накопленные за эти годы опыт и компетенции позволяют нам реализовывать объекты, используя наиболее оптимальные с технической и эко-



Испытание витража на влагонепроницаемость

Температура наружного воздуха	Приведенное сопротивление теплопередаче
-20 °C	1,20 м²·°C/Вт
-30 °C	1,17 м²·°C/Вт
-40 °C	1,15 м²·°C/Вт

номической точки зрения конструктивные решения. Мы работаем в тесном контакте с ведущими экспертами российского строительного мира и готовы оказывать нашим клиентам всевозможную поддержку на любом этапе жизненного цикла объекта – от разработки архитектурной концепции до экспертизы смонтированных конструкций на соответствие требованиям нормативных документов и технических каталогов нашей системы.

Спрашивайте новые каталоги витражной серии у наших партнеров или направьте запрос по адресу электронной почты и мы отправим его вам.

Идеи разные – решение одно: архитектурная система Татпроф! ■

Россия, Татарстан,
г. Набережные Челны, ул. Профильная, 53
Тел.: (8552) 77-88-58 (доб. 318)
E-mail: piv@tatprof.ru
www.tatprof.ru

Бетонирование нижней плиты коробчатого фундамента башни комплекса «ЛАХТА ЦЕНТР»



Здание «Башня» многофункционального комплекса «Лакта центр» имеет высоту 462 м и состоит из 86 надземных и 3 подземных этажей. Подземные этажи в плане имеют форму равностороннего пятиугольника с длиной каждой стороны 57,25 м. Конструкция подземных этажей здания образует коробчатый фундамент, состоящий из нижней плиты толщиной 3,6 м, верхней плиты толщиной 2,0 м, центрального ядра жесткости диаметром 28,5 м и 10 вертикальных диафрагм жесткости общей высотой 16,6 м. Особенностью конструктивной схемы здания «Башня» является наличие круглого центрального ядра жесткости, воспринимающего большую часть вертикальной нагрузки (порядка 70% от всех вертикальных нагрузок на здание). В результате большая доля веса здания передается на небольшой участок фундамента в пределах центрального ядра. Коробчатый фундамент опирается через бетонную подготовку на свайное основание из 264 свай диаметром 2 м, длиной 55 и 65 м и выполняет функцию равномерного распределения нагрузки с ядра башни на свайное основание.

Текст: **ВЛАДИМИР ТРАВУШ**, главный конструктор ЗАО «ГОРПРОЕКТ»,
АЛЕКСЕЙ ШАХВОРОСТОВ, генеральный директор инженерного бюро «ИНФОРСПРОЕКТ»

Проведенные расчеты здания показали, что нижняя плита коробчатого фундамента испытывает большие растягивающие усилия: осевое растяжение 2300 т/м и изгибающий момент 2150 тм/м. Общий объем бетона на коробчатый фундамент – около 46 тыс. м³.

Исходя из технологических соображений по очередности его возведения, вся конструкция условно разделена на три части:

- первая очередь – нижняя монолитная железобетонная плита объемом около 20,3 тыс. м³;
- вторая очередь – средняя часть фундамента объемом около 15,5 тыс. м³, включающая монолитные конструкции железобетонных стен из бетона класса по прочности на сжатие В80 и железобетонного перекрытия толщиной 0,40 м из бетона класса по прочности на сжатие В60;
- третья очередь – верхняя монолитная железобетонная плита толщиной 2,0 м и объемом около 10,5 тыс. м³ из бетона класса по прочности на сжатие В80.

Нижняя монолитная пятиугольная железобетонная плита коробчатого фундамента опирается на железобетонную подготовку на отметке –21,250 м, верх плиты на отметке –17,650 м. Схема плиты показана на рис. 2. Плита запроектирована из бетона класса по прочности на сжа-

тие В60; марки по водонепроницаемости W8 и марки по морозостойкости F150.

Армирование нижней фундаментной плиты осуществляется рабочей арматурой класса А500С диаметром 32 мм. Арматурный каркас состоит из 15 горизонтальных сеток с шагом стержней 150 мм, равномерно распределенных по высоте конструкции плиты. Расстояние между горизонтальными сетками по высоте составляет от 200 до 300 мм. Защитный слой бетона – 68 мм. В защитном слое бетона на расстоянии 25 мм от поверхности плиты устанавливается противоусадочная сетка С-1 5Вр-1 с ячейкой 100×100 мм.

Схема армирования фрагмента плиты приведена на рис. 3.

Для бетонирования плиты был разработан специальный регламент, согласно которому бетонирование фундаментной плиты должно осуществляться непрерывно на всю высоту конструкции с равномерной укладкой смеси по всей площади от основания плиты к верху с перемещением фронта укладки смеси по вертикали.

В целях уменьшения экзотермии бетона класса В60 предусматривалось, что бетонные смеси должны обладать низким энергетическим потенциалом и иметь расход портландцемента не выше 360 кг/м³ в пересчете на клинкер с содержанием трехоксида алюминия в количестве не

более 8%, бетонные смеси, доставленные на стройплощадку, должны иметь температуру в диапазоне +5...+15 °С. Бетонирование густоармированной конструкции нижней фундаментной плиты осуществлялось с использованием самоуплотняющейся бетонной смеси с подвижностью в диапазоне от 60 до 65 см. Особое внимание было уделено температурному режиму при наборе прочности бетонной смеси. Бетон должен обладать минимальной экзотермией и замедленной в раннем возрасте кинетикой твердения в нормальных температурно-влажностных условиях. При этом требуемая прочность бетона на сжатие в возрасте не менее 1 суток – 0 МПа, в возрасте не менее 3 суток – 15 МПа, в возрасте не менее 7 суток – 40 МПа, в возрасте не менее 28 суток – 65 МПа. Выдерживание бетона в конструкции осуществлялось в условиях, предотвращающих термическую усадку с обеспечением скорости остывания бетона в ядре плиты не более 2,0–3,0 °С в сутки и перепадом температур между зонами, имеющими общую границу по высоте плиты не более 20 °С.

Приготовление бетонной смеси осуществлялось по стандартной технологической схеме с учетом требований ГОСТ 7473-2010 по точности дозирования материалов и особенности, связанной с порядком загрузки и перемешивания основных компонентов смеси и порош-



27 марта 2015 года судья Книги рекордов Гиннеса вручил руководителям АО МФК «Лакта центр» сертификат об установлении нового рекорда непрерывного бетонирования, который был установлен при заливке нижней плиты фундамента высотного здания комплекса «Лакта центр», продолжавшейся с 20 часов 27 февраля до 21 часа 1 марта 2015 года. За 49 часов в основание уложено 19 624 кубических метра бетонной смеси, что более чем на три тысячи кубометров превосходит зарегистрированный в Книге Гиннеса мировой рекорд.

«Лакта центр», визуализация



Бетонирование фундаментной плиты



Контроль температурного режима при помощи автоматизированной системы



Увлажнение забетонированного участка

кообразных добавок, и производилось в две стадии: стадия дозирования, загрузки и перемешивания компонентов в стационарном смесителе бетонного завода; стадия перемешивания в автобетоносмесителе в процессе транспортировки смесей до стройплощадки.

В целях защиты от атмосферных осадков и обеспечения регламентированных требований к температурному режиму выдерживания бетона, а также для комфортной организации работ над всем фронтом бетонирования конструкции плиты был смонтирован защитный шатер (см. рис. 4), под которым обеспечивался требуемый температурный режим прогрева воздуха.

Для управления температурным режимом использовались теплогенераторы с регулируемой мощностью. Контроль температурного режима твердения бетона в нижней фундаментной плите производился при помощи автоматизирован-

ной системы, разработанной на основе использования датчиков температуры, которые устанавливались в разных зонах бетонированной плиты: в ядре и на периферии конструкции на трех высотных отметках, а также в верхней зоне плиты на участках, где располагаются стены коробчатого фундамента.

Общая схема и количество участков установки датчиков температуры в нижней плите коробчатого фундамента представлены на рис. 5. В точках 1, 4, 7, 10, 13, 14, 22, 31 устанавливаются контрольные трубки по Узлу «А». Контрольные трубки, предназначенные для периодической проверки показаний датчиков, устанавливаются на расстоянии 15–200 мм от датчиков температуры.

За сутки до начала бетонирования конструкции днище плиты и арматурные каркасы прогреваются до температуры +3...+5 °С.

Температура бетонной смеси, укладываемой в конструкцию, не должна отличаться от температуры арматурного каркаса, днища и стен ограждения по периметру плиты более чем на 12 °С и находиться в диапазоне +5...+15 °С.

Подача бетонной смеси в конструкцию осуществлялась с применением 18 бетононасосов (рис. 6, 7, 8). С целью предотвращения расслоения смеси использовались бетонолитные трубы внутренним диаметром 125 мм. Максимальная высота свободного сбрасывания бетонной смеси при укладке в нижний ярус плиты не превышала 1,0 м, а при укладке в средний и верхний ярусы – 1,3 м. Трубы устанавливались из расчета по три штуки на каждый бетононасос в соответствии со схемой, представленной на рис. 6.

После прокачки цементного раствора перед подачей бетонной смеси в конструкцию производилась прокачка

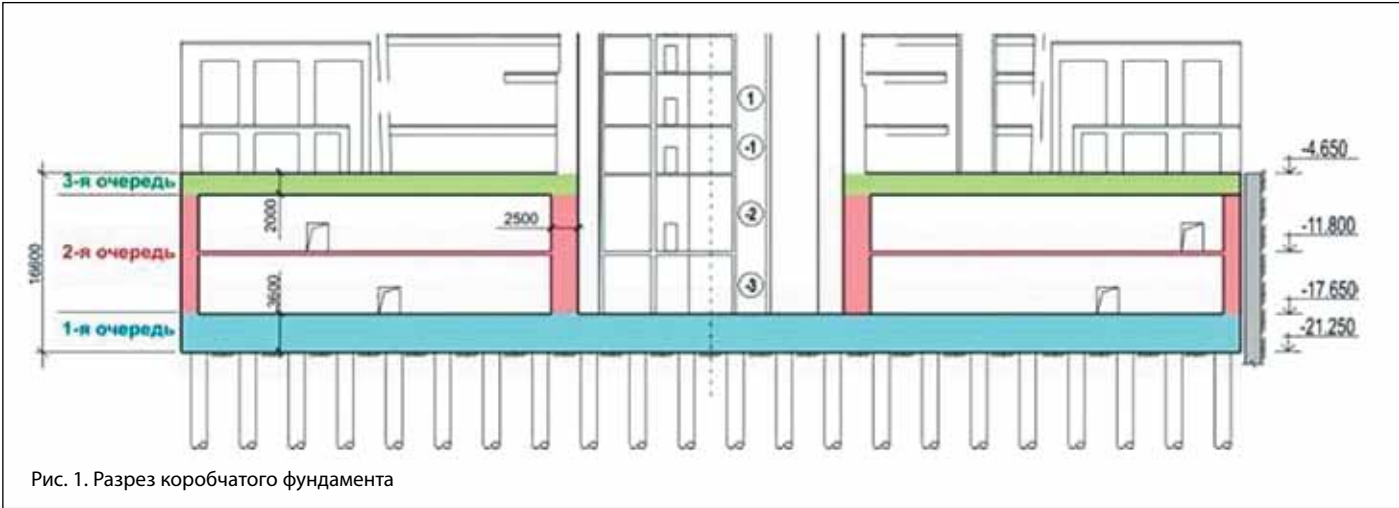


Рис. 1. Разрез коробчатого фундамента

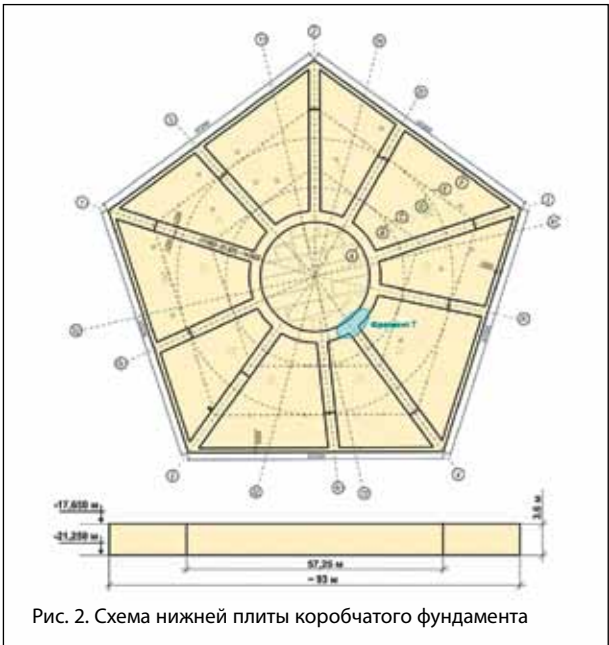


Рис. 2. Схема нижней плиты коробчатого фундамента



Рис. 3. Фрагмент армирования нижней фундаментной плиты

небольшой порции (около 0,1 м³) поступившей на строительную площадку бетонной смеси, которая сбрасывалась затем в специальную емкость или отвал. Перекачивание смеси начиналось после поступления к каждому автобетононасосу не менее двух-трех автобетоносмесителей. Перерывы в подаче бетонной смеси каждым бетононасосом не должны превышать 1,0 часа.

В случае более длительного перерыва в поставке бетона снижался темп перекачивания смеси для обеспечения постоянного ее наличия в приемном бункере бетононасоса и бетоноводе до прибытия следующего автобетоносмесителя. Лабораторный пост контроля качества бетонной смеси организован непосредственно при въезде на строительную площадку.

На разгрузку к бетононасосам автобетоносмесители поступали только после проверки качества бетонной смеси на пробах, отобранных из автобетоносмесителей, и разрешения лабораторной службы.

Подача бетонной смеси в зоны укладки, указанные на рис. 6, осуществлялась одновременно всеми бетононасосами в расчете на равномерное распределение смеси по всей площади плиты (рис. 9). При этом для обеспечения растекания смеси от центра к периферии конструкции скорость укладки бетона в центральную зону плиты (зона ядра) была выше, чем в периферийные зоны.

От каждого из стальных бетоноводов через гибкое звено смесь последовательно порционно подавалась к бето-



Набережная «Лахта центра»

нолитным трубам (рис. 9). Объем порции смеси, непрерывно подаваемой на каждую бетонолитную трубу – 24...32 м³. После укладки каждой порции подача смеси осуществлялась в следующую бетонолитную трубу.

Расчетный диаметр растекания бетонной смеси с РК = 60–65 см от

каждой бетонолитной трубы – около 12–13 м, ориентировочная площадь распространения смеси – 130–133 м². Ориентировочная скорость подъема слоя уложенного самоуплотнившегося бетона – 7,0...7,5 см/час.

При использовании самоуплотняющейся бетонной смеси ее уплотнение при

ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕТОННОЙ СМЕСИ И ДОПУСТИМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ

Характеристика	Норма	Допустимые отклонения
Расплыв конуса через 5 мин (см)	60–65	0
Средняя плотность (кг/м³)	2380	±30
Температура (°С)	+5...+15	0
Водоотделение (%)	0,3	+ 0,1
Сохраняемость через 2 часа (см)	57–65	0

**А. А. БОБКОВ, ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР
АО «МФК «ЛАХТА ЦЕНТР»**

Почему отошли от традиционной технологии бетонирования фундаментной плиты с устройством швов и решили произвести непрерывную заливку такого большого количества бетона? Есть ли аналоги непрерывного бетонирования плит таких размеров под общественные здания?

Данное решение было обусловлено рядом причин, но в первую очередь – неравномерностью распределения нагрузки от здания «Башни» на нижнюю плиту коробчатого фундамента. Общий вес «Башни» составит более 650 тыс. тонн, и весь он в конечном счете придется на нижнюю плиту фундамента и свайное основание под «Башней», распределяясь посредством ядра и радиальных стен внутри коробчатого фундамента. Наличие технологических швов в нижней плите могло привести в будущем к трещинам, ремонт которых произвести было бы невозможно. Надежность конструкции и ее целостность при любом строительстве – всегда самые главные факторы. В высотном строительстве особенно. Поэтому нами было принято решение, предложенное ЗАО «ГОРПРОЕКТ» и главным конструктором, академиком, д. т. н. В. И. Травушем.

Аналоги сопоставимых объемов непрерывного бетонирования фундаментных конструкций в мире, конечно, есть. Тем не менее зарегистрированный рекорд непрерывного бетонирования конструкции фундаментной плиты в Книге рекордов Гиннесса – 16 300 куб. м бетонной конструкции (отель «Венеция», Лас-Вегас, США), что менее нашего объема на 3324 куб. м. Теперь установлен новый мировой рекорд – 19 624 м³ непрерывного бетонирования.

Стоит отметить, что сам процесс заливки бетонной конструкции в нашем случае значительно сложнее: работы выполнялись не на поверхности земли, а в котловане глубиной –17,500 м, ограниченном траншейной стеной, под закрытым тентом при температуре наружного воздуха ночью до –11 °С. Было непросто, скажем прямо. К окончанию бетонирования температура под тентом уже достигала +22 градуса.

Как удалось синхронизировать работу 13 заводов и осуществлять контроль качества бетона на производствах?

Эту задачу успешно решил генподрядчик. За неделю до начала бетонирования был разработан и утвержден с заказчиком подробный график поставки бетонной смеси с указанием ожидаемых объемов в час каждого из задействованных заводов. За 10 дней до начала заливки утвержденный номинальный состав смеси был испытан на всех без исключения заводах для отработки дозирования и обеспечения жестких параметров входного контроля бетона при въезде на площадку. И даже при этом были миксеры, не прошедшие входной контроль в лабораториях на стройке. После изготовления смеси на заводе отбиралась проба и измерялись параметры смеси перед отправкой миксера. Далее они сообщались вместе с номером машины группе логистики для передачи в лаборатории вход-



ного контроля на площадке. Руководитель отдела логистики подрядчика контролировал весь путь от завода до площадки каждого миксера со смесью и имел точные данные о номерах выехавших машин и их местоположении. Была проделана большая работа.

Насколько далеко от строительной площадки находились заводы, и каким было их максимальное удаление?

Бетонные заводы, привлеченные к поставке смеси в конструкцию нижней плиты, расположены на границе Санкт-Петербурга в примыкании к кольцевой автодороге, что позволило исключить фактор пробок внутри городской черты. Два завода размещены на территории строительной площадки. Самый удаленный завод – «Бетомикс – Софийская» – находится на расстоянии 91 км от площадки строительства.

Как удалось организовать равномерную доставку бетона на площадку в течение 49 часов, и потребовалась ли для этого помощь городских властей?

Сложный и не имеющий аналогов процесс удалось организовать своими силами и с помощью подрядчиков, не прибегая к помощи властей. Логистические решения были заранее тщательно просчитаны и смоделированы. Максимальный трафик миксеров был отнесен на выходные дни и ночное время. Заводы для поставки выбирались в том числе с учетом географии, чтобы путь до площадки проходил по кольцевой автодороге, за пределами города. Четкая организация движения на подъезде к площадке и по территории была достигнута с помощью тридцати регулировщиков из подрядных организаций. Таким образом, благодаря слаженной и четкой работе всех участников процесса удалось провести сложнейшую операцию без сбоев, ограничения движения на подъездах и, главное, – без задержек в поставке бетона.

укладке в конструкцию происходило под действием силы тяжести без принудительного вибровоздействия.

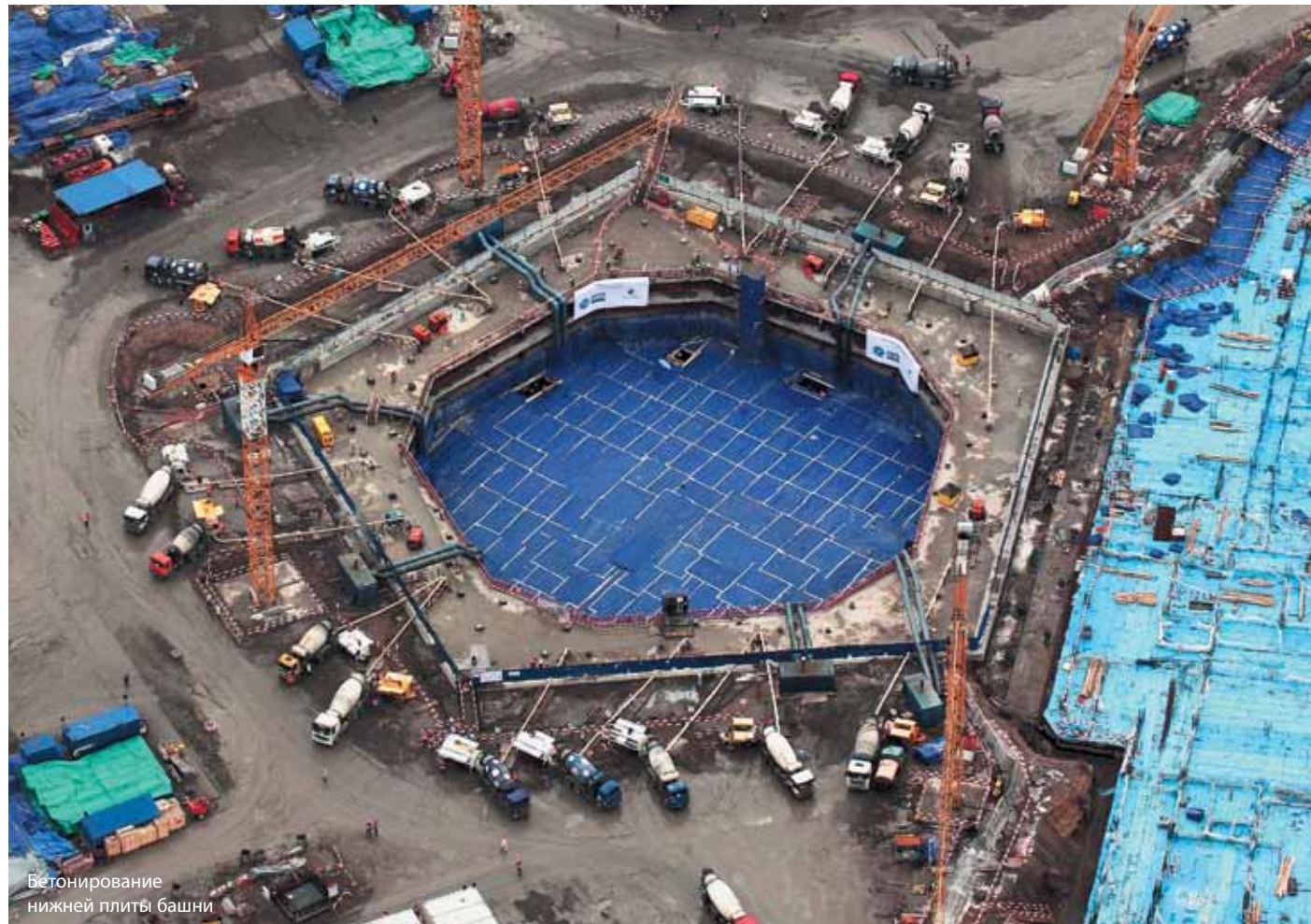
Открытая поверхность плиты в просторстве между выпусками для стен заглаживается, и после заглаживания для устройства паровлагонепроницаемого покрытия с целью предотвращения усадки бетона от обезвоживания на поверхность конструкции с помощью распылителей наносилась водно-дисперсная пленкообразующая эмульсия, теплоизолирующее покрытие типа «Этафом», а

затем был уложен рулонный полиэтилен. Указанное паровлагонепроницаемое покрытие устраивается в течение 1–4 часов после заглаживания открытой поверхности плиты. Кроме того, не допуская высыхания влагоудерживающего материала, через 2–3 часа забетонированные участки поливались водой с температурой +10...+25 °С.

С помощью теплоизолирующего покрытия достигается скорость остывания бетона в ядре конструкции не более 2–3 °С в сутки; а также перепад темпера-

тур между смежными зонами по высоте плиты не более 20 °С.

Срок безопасного снятия тепляка при сохранении теплоизоляции при температуре наружного воздуха до –10 °С составляет не менее 6 суток после укладки. При понижении температуры воздуха ниже –10 °С этот срок должен быть увеличен до 7–11 суток. До снятия тента необходимо обеспечить теплозащиту холодных выпусков арматуры путем закрытия их сверху 3 слоями «Этафома», либо одним слоем «Этафома» и наде-



Бетонирование нижней плиты башни

ванием на выпуски теплоизолирующих чехлов типа «Вилатерм». После снятия тента устанавливаются леса для монтажа арматурных каркасов стен, по которым устраивается укрытие в виде тента. Воздух внутри тента прогревается до перепада температур между поверхностью бетона и воздухом не более 17 °С. После этого с выпусков арматуры снимается их укрытие.

Контроль качества бетонной смеси для определения требуемых характеристик производился на заводе после перемешивания загруженной в него смеси в течение не менее 5 мин. На пробе, отобранной из первого автобетоносмесителя в каждую смену (12 часов), определяются расправ конуса, средняя плотность, температура и уточняется состав бетона по распечаткам фактически отдозированных материалов. На пробах, отобранных из последующих четырех автобетоносмесителей, определяются расправ конуса, средняя плотность и температура. При стабилизации указанных параметров на заданном уровне в дальнейшем на пробах из каждого автобетоносмесителя контролируется только подвиж-



Теплоизолирующее покрытие регулирует скорость остывания бетона

ность, а температура смеси контролируется из каждого десятого автобетоносмесителя. Сохраняемость подвижности и сегрегационная устойчивость оценивается при оптимизации бетонной смеси до начала ее поставки.

Признаки расслоения и водоотделения определяются лаборантом сначала

визуально по пробе смеси, отобранной для измерения распада конуса. В случае явных признаков расслоения, смесь должна быть проверена по параметру «водоотделение» согласно ГОСТ 10181-2000.

Контроль качества бетонной смеси на стройплощадке производится для определения соответствия доставленной на

Е. В. МОРОЗОВА, ДИРЕКТОР
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
АО «МФК «ЛАХТА ЦЕНТР»

Как осуществлялся контроль качества сухих составляющих бетонной смеси и необходимых добавок на разных заводах?
Входной контроль качества и характеристик инертных материалов (щебень, песок, цемент, шлак) проводился фактически в три этапа: входной контроль бетонных заводов (с составлением актов входного контроля при доставке и проверке материалов на заводы); затем представители генподрядчика осуществляли инспекцию и выборочный отбор проб образцов материалов с передачей в согласованную заказчиком лабораторию; затем технолог – разработчик номинального состава смеси проводил проверку на всех 13 заводах. Последним этапом проверки характеристик смешиваемых материалов был технолог – разработчик технологии укладки бетона и технолог каждого завода-изготовителя при смешивании путем корректировки содержания воды в зависимости от влажности песка.

Каков состав бетона, и как контролировалось его соблюдение на различных заводах?
Рецепт бетонной смеси содержал определенную пропорцию цемента, песка, щебня фракции 5–10 мм, жидкой добавки-пластификатора, шлака в качестве заполнителя, воду и замедлитель химической реакции в бетоне. Не секрет, что при такой массе бетонной смеси есть два необходимых фактора для обеспечения однородности и прочности конструкции – замедление разогрева ядра смеси, а также продолжительность жизни бетона с сохранением характеристик подвижности во избежание схватывания поверхности смеси и образования холодных швов. Контроль дозирования осуществлялся автоматически дозаторами на заводах (человеческий фактор был исключен полностью после определения характеристик компонентов при входном контроле).

Как контролируется бетон в миксерах перед укладкой в конструкцию?
При въезде на строительную площадку миксер сразу направлялся на лабораторный пост входного контроля, где сдавал пробы бетонной смеси на анализ входных параметров (температура смеси, воздухоувлечение, распыл конуса или подвижность бетона, плотность смеси). При соответствии параметров товарного бетона критериям технологического регламента бетонирования миксер направлялся на специальную площадку, откуда регулировщик направлял его к освободившемуся бетонному насосу.

По какому графику работали бетононасосы?
Бетононасосы работали непрерывно весь период бетонирования, поскольку остановка насоса может привести к засорению трубы остатками бетона и придется прочищать всю систему подачи, что в условиях непрерывного бетонирования мы позволить себе не могли. На случай непредвиденных поломок на площадке было пять комплектов оборудования для немедленной замены.



Какова мощность бетононасосов и как она может изменяться?
Вопрос немного неверно сформулирован, поскольку главная миссия насоса – прокачать смесь, поступившую в бункер. А здесь определяющим является нагнетаемое давление. Средняя скорость прокачки бетона при давлении в 150 МПа нашей марки B60W12F150 составляла 27 куб. м/час, но мы с подрядчиком ее регулировали в диапазоне 180–200 МПа для достижения скорости бетонирования в среднем в 450 куб. м/час для 18 насосов. Поставки позволяли это делать. В целом по заливке нижней плиты средняя скорость бетонирования составила 446 куб. м бетона в час. Многие не верили, что у нас это получится.

Какова подвижность бетонной смеси, и приходилось ли применять вибраторы?
Смесь B60 – тяжелая сама по себе, а при необходимости бетонировать непрерывно была использована самоуплотняющаяся бетонная смесь. Такой тип бетона очень чувствителен к вибрации и может дать расслоение. Вибраторы использовались локально для побуждения, некоторые участки мы при осмотре конструкции выявляли как начинающие «схватываться», тогда использовались вибраторы для оживления бетона, но не более 10–20 секунд на точку вибрирования. Больше просто было опасно.

Как по времени менялась подача бетона в конструкцию фундамента, и сколько времени заняло бетонирование?
В начале бетонирования через бетононасосы всегда прокачивался цементное молочко и насосы запускаются последовательно. Таким образом, за первые три часа бетонирования темп нарастал от 250 куб. м/час до 380 куб. м/час. На темп 440 куб. м/час мы вышли на четвертом часу бетонирования. В конце бетонирования происходит естественное замедление, поскольку нужно точно выверять объем укладываемой смеси с учетом требований по защитному слою бетона выше арматуры каркаса и процесса разравнивания смеси. Там в дело вступают геодезисты. Таким образом, есть периоды разгона и остановки, как на автомобиле. Моя оценка была более пессимистичной, чем реальный результат. Всю конструкцию забетонировали за 49 часов с момента начала работ с учетом разравнивания поверхности плиты.

Сколько рабочих принимали участие в бетонировании нижней плиты? Каково количество трудившихся в смену и сколько смен?
Всего в заливке принимало участие 18 насосов подачи бетона, которые обслуживали 750 человек в 3 смены по 8 часов. График смен был специально сокращен с 12 часов до 8 во избежание фактора усталости рабочих и невнимательного отношения к укладываемой смеси. Бригада каждого подающего бетононасоса состояла из 8 человек, 6 из которых работали в конструкции, 1 человек управлял насосом на поверхности котлована и 1 человек руководил бригадой. Кроме того работала группа логистики (также в три смены – 54 человека) и лабораторные посты входного контроля – всего 8 постов (еще 42 человека).

РАСЧЕТ ДОБАВКИ НА 1 МИКСЕР
БЕТОННОЙ СМЕСИ ОБЪЕМОМ 8м³

Распыл конуса, см	Количество добавки Sika ViscoCrete 571	Количество воды, л
50 ÷ 55	7,0 ÷ 8,0	6
55 ÷ 60	4,0 ÷ 5,0	7

определяются визуально лаборантом по пробе смеси, отобранной для измерения подвижности. В случае явных признаков расслоения смесь не должна приниматься для укладки в конструкцию. Разбавление поступившей бетонной смеси добавками осуществляется под строгим наблюдением и по расчетам представителей заводской лаборатории. Вышеуказанная процедура выполняется однократно на каждом автобетоносмесителе. В случае, если после ее выполнения, подвижность бетонной смеси не соответствует требованиям Регламента, смесь не подлежит восстановлению на стройплощадке, бракуется и возвращается на заводы-поставщики. Процедура восстановления подвижности до нормы является обязанностью производителя бетонной смеси и выполняется службами заводской лаборатории на строительной площадке. Образцы-кубы с размером ребра 100 мм для определения прочности в возрасте 7, 28 и 90 суток формируются в количестве 12 шт. из объема бетонной смеси, поставленной одним заводом-производителем и уложенной в конструкцию в течение одной рабочей смены. Две серии контрольных образцов в количестве 6 шт. в каждой серии формируются из объема бетонной смеси, выпущенной в первой и второй половине партии. Контрольные образцы должны храниться в нормальных (относительная влажность 95±5%, температура +20±2 °C) условиях. Измерение температуры бетона в конструкции фундаментной плиты при его выдерживании (в течение 30 дней) начинают осуществлять сразу после его введения в следующем режиме: в течение первых 3 суток через 4 часа, в течение последующих 7 суток через 8 часов, в течение последующих 10 суток через 12 часов и после 20 суток через 24 часа. Измерение температуры осуществляется электронным термометром до того

Рис. 4. Схема шатра

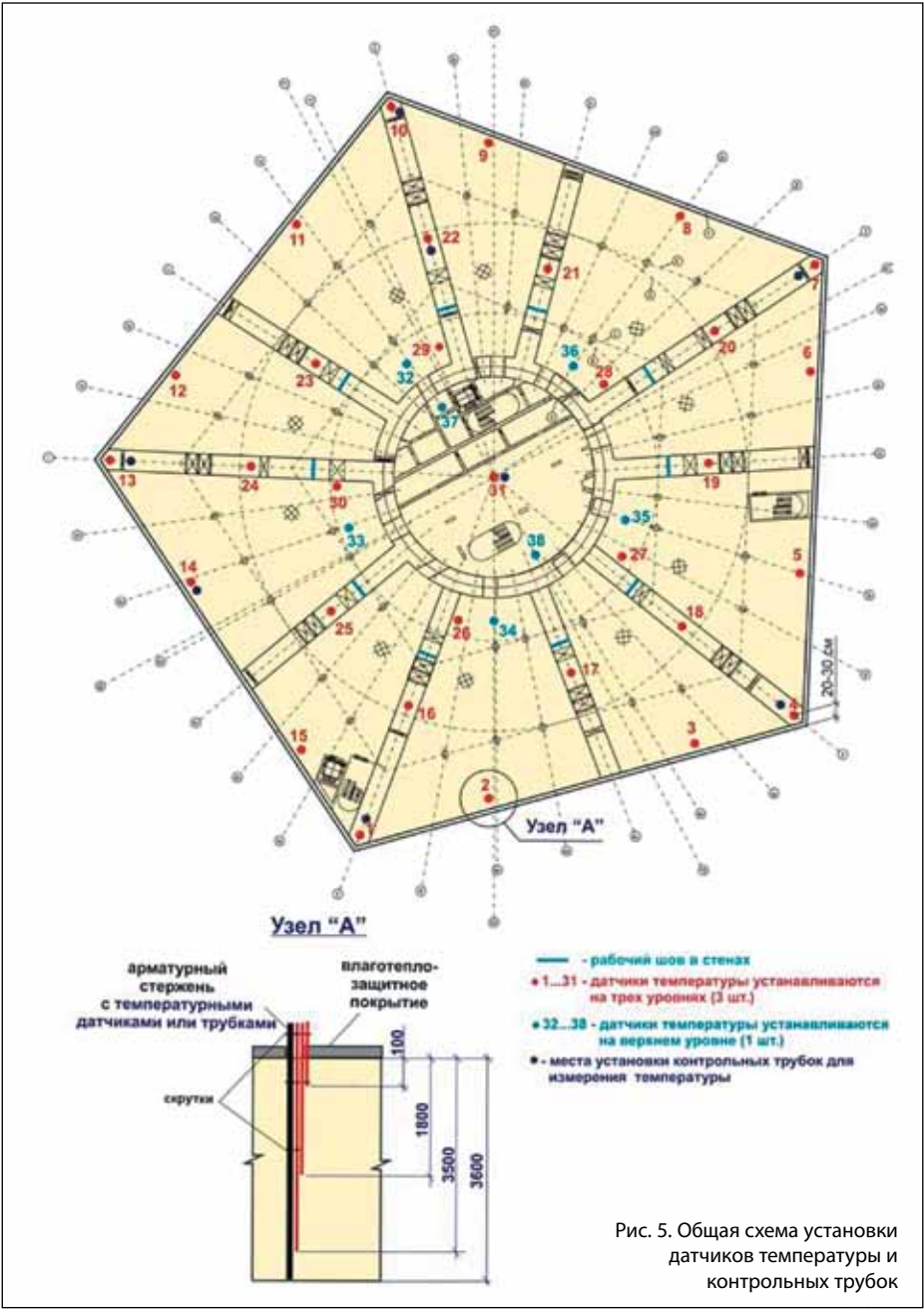
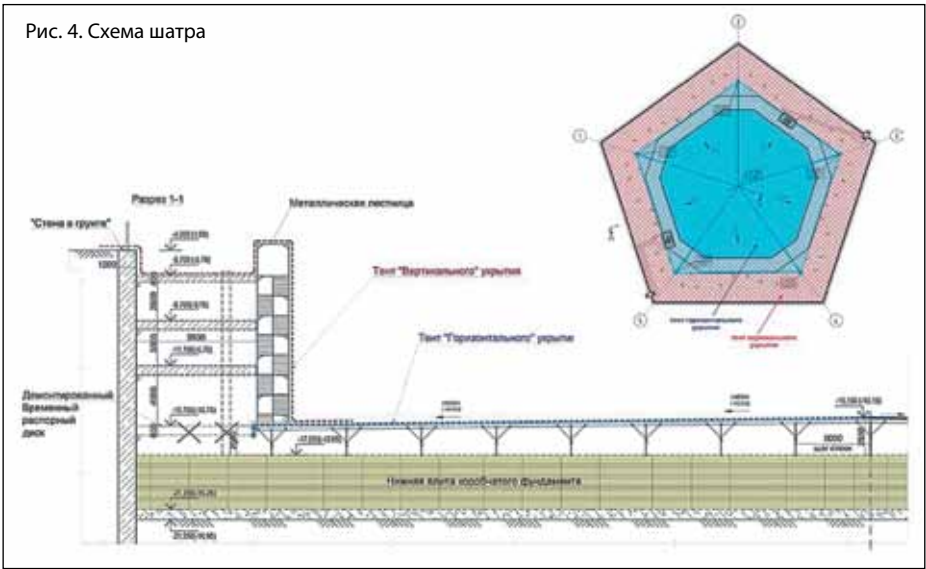


Рис. 5. Общая схема установки датчиков температуры и контрольных трубок

стройплощадку бетонной смеси требованиям регламента. Для этого определяется подвижность смеси по распылу конуса по ГОСТ 10181-2000, осуществляется визуальная оценка нерасплаиваемости, определяются фактическая плотность и температура бетонной смеси, формируются контрольные образцы для последующих испытаний. На пробах, отобранных из первых пяти автобетоносмесителей в каждой партии (объем смеси, выпущенной



непрерывно в течение 12 часов) от каждого завода-производителя, определяются подвижность, средняя плотность и температура; при стабилизации этих параметров на заданном уровне дальнейший контроль их подвижности осуществляется из каждого автобетоносмесителя, а температуры из каждого десятичного автобетоносмесителя. Бетонная смесь не должна обладать признаками расслоения и водоотделения, которые в условиях стройплощадки

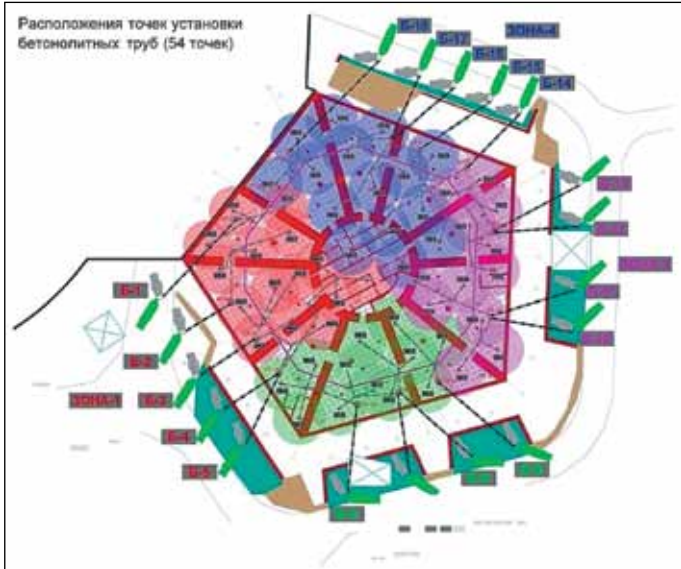
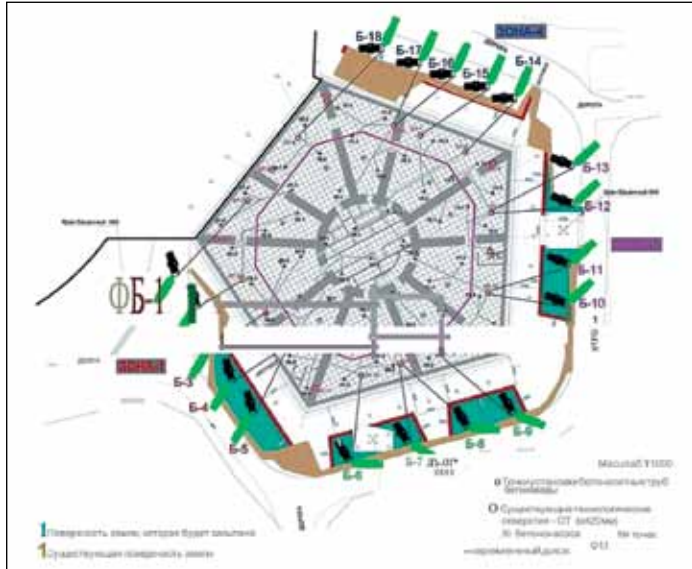


Рис. 6, 7, 8. Фрагменты бетоноводов на вертикальном участке

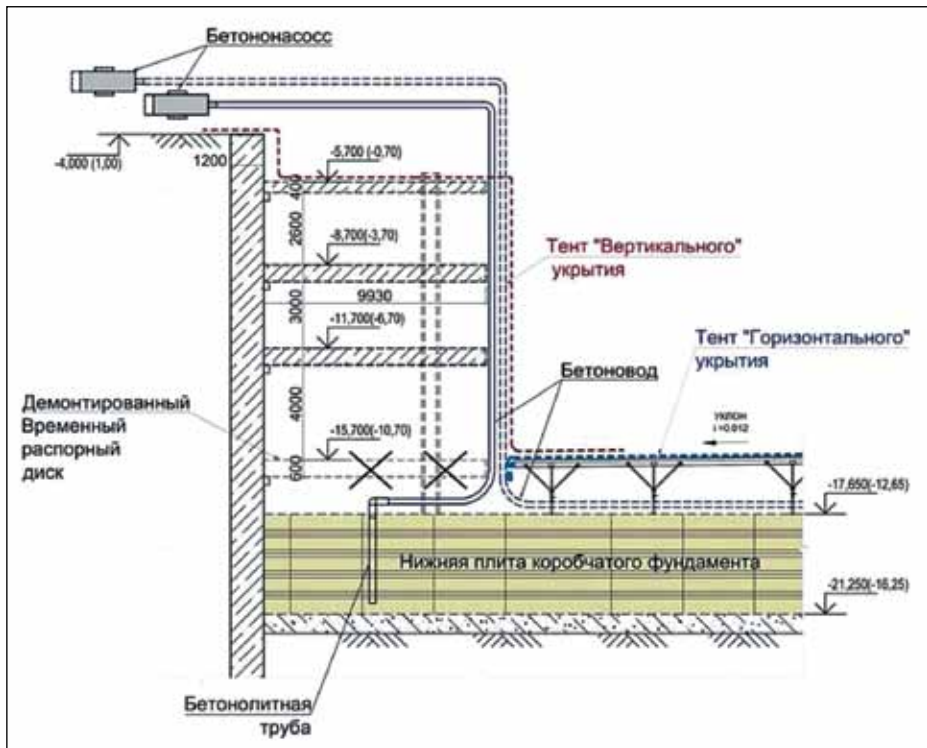


Рис. 9. Схема укладки бетонной смеси и направление фронта бетонирования

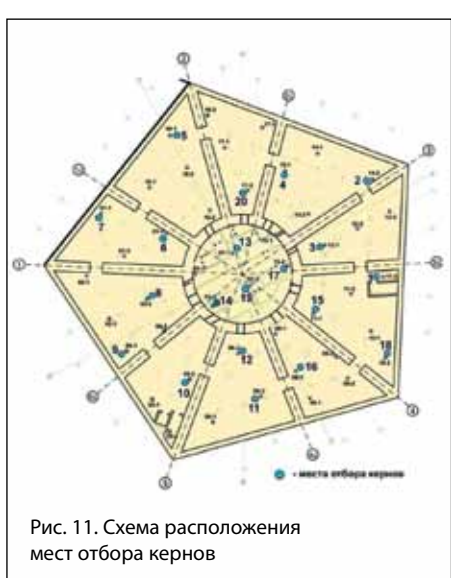
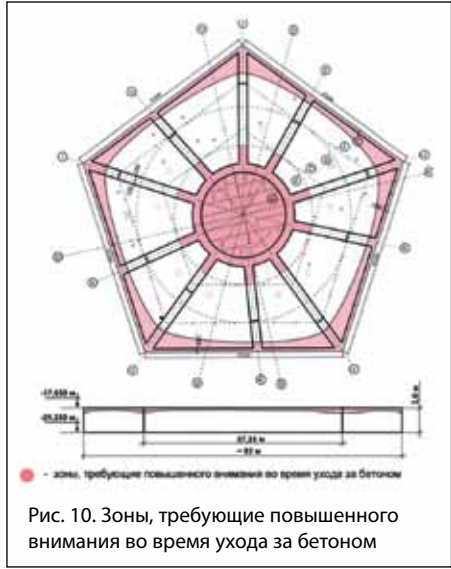
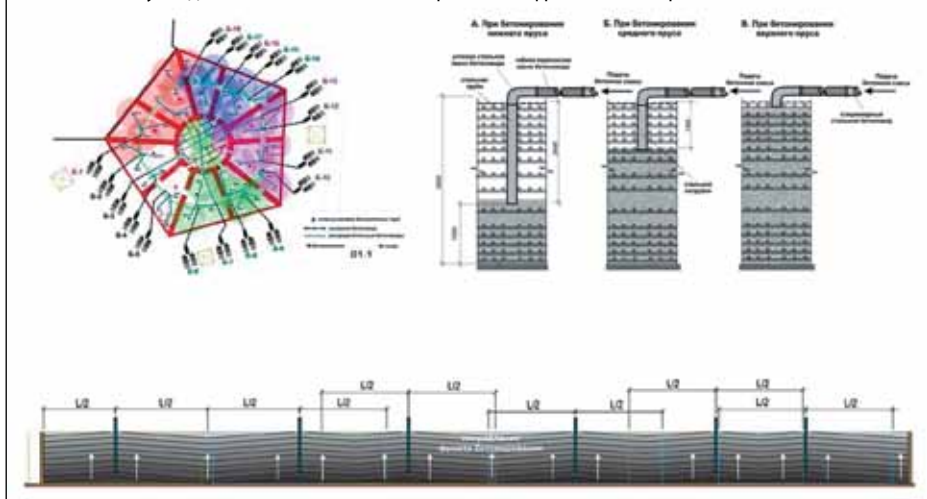


Рис. 10. Зоны, требующие повышенного внимания во время ухода за бетоном

Рис. 11. Схема расположения мест отбора кернов

момента, пока разность между минимальной суточной температурой окружающей среды и максимальной температурой поверхностных слоев конструкции снизится менее чем на 20 °С.

Прочность бетона на сжатие определяется в возрасте 7, 28 и 90 суток по ГОСТ 10180-2012 и ГОСТ 31914-2012. Испытываются не менее двух серий контрольных образцов-кубов с размером ребра 100 мм из каждой партии готовой к отправке бетонной смеси.

Под партией подразумевается объем бетонной смеси постоянного состава, приготовленного на одних и тех же материалах в течение одной рабочей смены.

При этом количество контрольных образцов в каждой серии составляет 6 шт., в том числе:

- 2 образца – для испытания в возрасте 7 суток;
- 2 образца – для испытания в возрасте 28 суток;
- 2 образца – для испытания в возрасте 90 суток.

Серии контрольных образцов формируются в неразъемных формах из объема бетонной смеси, выпущенной в первой и второй половине партии.

Контрольные образцы-кубы должны быть промаркированы с указанием номера, даты и времени отбора пробы.

Статистический анализ результатов испытаний проводится по ГОСТ 18105-2010 и ГОСТ 31914-2012. Требуемая прочность бетона в возрасте 90 суток нормального твердения должна быть не



С. В. НИКИФОРОВ, ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР АО «МФК «ЛАХТА ЦЕНТР»

Как осуществлялся контроль качества поставляемой арматуры и муфт для ее соединения в стыках?

Контроль качества арматуры и муфт осуществлялся при входном контроле, для чего отбирались образцы из каждой партии. В соответствии с Техническими условиями производителей муфт на первое испытание делалась выборка из 50 соединений, а на каждые последующие – выборка из 500 соединений.

Для определения механических свойств арматуры и подтверждения соответствия указанному в сертификатах характеристикам мы проводили испытания на растяжение по ГОСТам. После успешного завершения испытаний муфты были приняты в работу.

Какое количество скважин установлено для контроля температуры твердеющего бетона?

Контроль температурного режима твердения бетона производился при помощи автоматизированной системы, с использованием датчиков температуры. Датчики температуры общим количеством 38 шт. установлены с целью контроля температуры в разных зонах бетонированной плиты: в ядре и на периферии конструкции на трех высотных отметках, а также в верхней зоне плиты.

Контрольные трубки (скважины) в количестве 8 шт., предназначенные для периодической проверки показаний датчиков, установлены на расстоянии 150–200 мм от датчиков температуры.

Какое количество образцов для испытаний класса бетона отобрано во время бетонирования?

Контроль прочности бетона на сжатие в партиях смесей, доставленных на стройплощадку, осуществлялся в соответствии с ГОСТами по контрольным образцам, изготовленным из проб бетонной смеси, отобранных при бетонировании конструкции.

За партию мы приняли объем бетонной смеси, поставляемой одним заводом-производителем и уложенной в конструкцию плиты в течение одной рабочей смены (12 часов). От каждой партии изготовили не менее 2 серий контрольных образцов.

Контроль прочности бетона на сжатие в конструкции фундаментной плиты в проектном возрасте (90 суток) осуществляется по контрольным образцам по ГОСТ 10180-2012 и ГОСТ 31914-2012 и по образцам-кернам, отобранным из конструкции в соответствии с ГОСТ 28570-90 и ГОСТ 31914-2012 в количестве не менее 20 шт.

Как контролируется твердение бетона?

Контроль твердения бетона осуществляется путем испытаний контрольных образцов, отобранных при бетонировании конструкции, в возрасте 3, 7, 28 и 90 суток. Кроме того, для уточнения ориентировочных данных о прочности производим контроль за бетоном фундаментной плиты с целью обеспечения набора прочности и предупреждения появления температурно-усадочных трещин.

Сколько образцов отбиралось для контроля прочности бетона?

Общее количество образцов, отобранных из бетонной смеси каждого из 13 заводов, доставленной на стройплощадку, составило 936 шт.

Каким был уход за уже уложенным бетоном?

Важным фактором по сохранению целостности и прочности массивной железобетонной конструкции является уход. После окончания бетонирования был организован уход за бетоном фундаментной плиты с целью обеспечения набора прочности и предупреждения появления температурно-усадочных трещин.

Принципы ухода за бетоном массивной железобетонной конструкции обоснованы расчетом термонапряженного состояния конструкции и заключаются в устройстве покрытия из теплоизолирующих рулонных материалов после окончания бетонирования и устройства влагонепроницаемого покрытия.

Согласно выполненному расчету, было необходимо обеспечить трещиностойкость бетона в период его твердения путем применения временного укрытия (теплой пленки) и поверхностной теплоизоляции. Теплоизоляцию установили, как только верхний слой приобрел достаточную для этого твердость.

Теплозащитное покрытие состоит из четырех слоев рулонных теплоизоляционных материалов типа «Этафом» на паровлагонепроницаемую пленку с целью постепенного выравнивания температуры твердеющего бетона по сечению конструкции, а также поверхностных слоев конструкции и наружного воздуха.

Назначение указанного покрытия – обеспечить:

- скорость остывания бетона в ядре конструкции не более 2–3 °С в сутки;
 - перепад температур между смежными зонами по высоте плиты не более 20 °С;
 - перепад температур поверхностных слоев бетона плиты и наружного воздуха не более 20 °С.
- По данным мониторинга, максимальная температура в ядре конструкции была достигнута на 5–6-е сутки и составляла 70 °С. Темп падения температуры после максимума составляет около 1 °С в сутки.

Продолжение следует



Аэродинамические испытания высотных зданий и сооружений

В последние годы наблюдается всплеск строительства уникальных объектов повышенной сложности: огромные комплексы высотных зданий, стадионы, большепролетные мосты. Главное правило возведения подобных архитектурных шедевров – учитывать до мелочей все факторы окружающей среды, которые будут воздействовать на сооружения во время их эксплуатации. В международных и российских нормативных документах по строительству [1, 2, 3] отмечается, что один из главных факторов – аэродинамическая нагрузка, для правильной оценки которой необходимо проводить модельные эксперименты в специализированных аэродинамических трубах.

Текст: **АНДРЕЙ ГУЗЕВ; ДМИТРИЙ КОРНИЛОВ; АЛЕКСАНДР КОРОТКИН**, д. т. н.; **СЕРГЕЙ СОЛОВЬЕВ**, к. ф.-м. н., ФГУП «Крыловский государственный научный центр»

Опыт Крыловского центра в проведении аэродинамических исследований архитектурных объектов. Самой большой аэродинамической трубой в Северо-Западном регионе обладает Крыловский государственный научный центр. Параметры экспериментальной установки:

- аэродинамическая труба замкнутого типа с открытой рабочей частью;
- сечение рабочей части – эллипс 2,5 × 4 м;
- длина рабочей части – 5 м;
- скорость набегающего потока – до 80 м/с. На этой установке за последние 10 лет было испытано более 60 макетов жилых домов и кварталов. В состав стандартных аэродинамических испытаний входят:
- Определение суммарных и распределенных аэродинамических нагрузок.
- Оценка скоростей и углов натекания ветра в пешеходных зонах.

- Исследование возможности возникновения резонансных колебаний из-за воздействия ветра.
- Исследование ветровых условий в районе расположения вертолетной площадки.
- Выявление зон скопления снега на крыше сооружения.
- Определение благоприятных зон для размещения воздухозаборных и выхлопных устройств.
- Разработка решений, способствующих снижению или полному устранению негативного воздействия аэродинамических факторов.

Рассмотрим подробнее наиболее важные виды испытаний, проведение которых позволяет сделать оценку возникновения самых опасных явлений, связанных с ветровыми потоками в городских условиях.

Оценка распределенных аэродинамических нагрузок. В условиях модельного эксперимента распределение давле-

ния измеряется с помощью дренажных отверстий, расположенных на поверхности модели. В процессе экспериментов в каждой точке, где измеряется давление, определяются значения коэффициента давления

$$C_p = \frac{2 \cdot (p - p_0)}{\rho \cdot V_0^2}, \quad (1)$$

где p – давление в точке измерения, p_0 – статическое давление в потоке, ρ – плотность среды, V_0 – скорость набегающего воздушного потока.

На рисунке 2 приведен пример изменения коэффициента давления в точке 1 на контуре поперечного сечения высотного здания при изменении угла β набегающего воздушного потока. Здание имеет высоту $H = 120$ м, сечение расположено на расстоянии 80 м от земли. Обращает на себя внимание значительное разрежение в рассматриваемой точке при $\beta \approx 290^\circ$.

Для определения усилия, действующего на конструктивный элемент поверхности площадью S , используют формулу:

$$F = w_m \cdot S \cdot C_p^*, \quad (2)$$

где w_m – нормативное значение среднего по времени ветрового давления (скоростного напора) на высоте z от поверхности земли; $C_p^* = C_{p1} + C_{p2}$.

Безразмерный коэффициент C_{p1} равен абсолютному значению наибольшего коэффициента разрежения на поверхности здания; безразмерный коэффициент C_{p2} соответствует максимальному значению коэффициента положительного давления на поверхности здания. Поскольку максимальное значение C_{p2} всегда равно единице, имеем:

$$C_p^* = 1 + |C_{p1}|, \quad (3)$$

Для здания, поперечное сечение которого показано на рисунке 2,

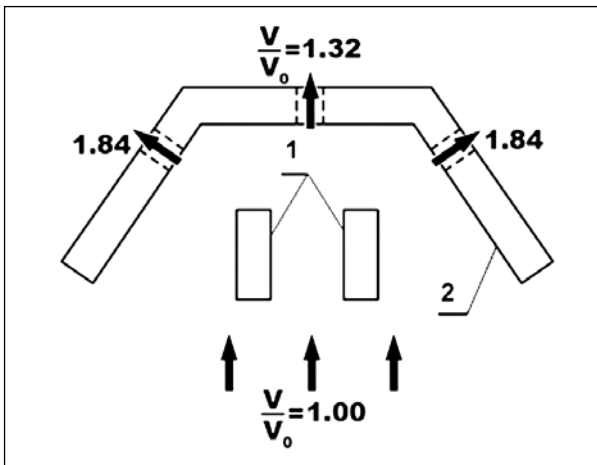
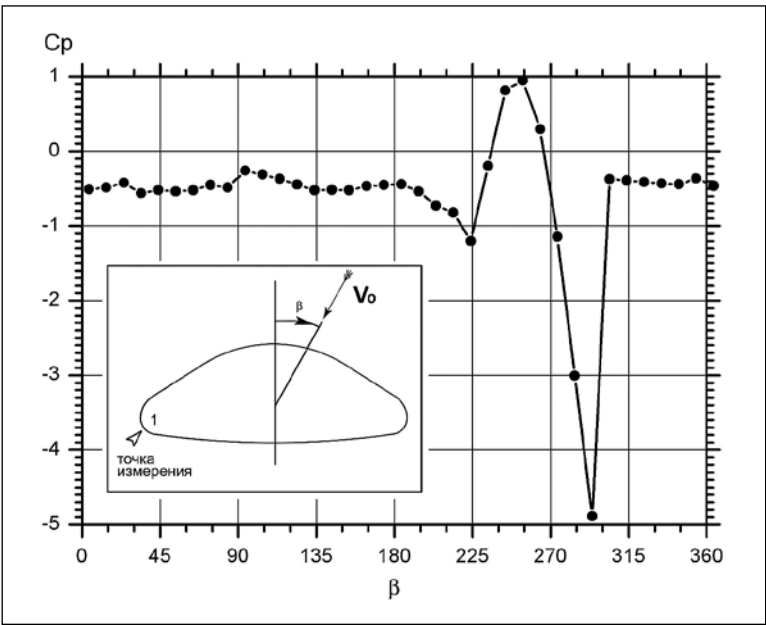


Рисунок 2. График изменения коэффициента давления в точке 1 от угла набегающего потока
Рисунок 3. Схематичный план комплекса зданий с арочными проходами
1 – высотные 35-этажные дома; 2 – дома высотой 20 этажей

$C_{p1} = -4,8$. Следовательно, $C_p^* = 5,8$.

Если все поверхностные элементы рассматриваемого здания рассчитать как на избыточное давление снаружи, так и на разрежение по формулам (2), (3), принимая $C_p^* = 5,8$, то это исключит ошибку в опасную сторону при определении нагрузки на внешние элементы поверхности здания. Более точно нагрузку для каждой области поверхности можно рассчитать, определяя $(C_p)_{max}$ по данным эксперимента для конкретной поверхности здания.

Сформулированная рекомендация связана с возможным наличием «аэродинамических проходов» внутри здания, когда с внешней стороны элемента поверхности действует давление, а внутренняя сторона того же элемента посредством «аэродинамического прохода» соединена с районом здания, где на поверхности имеется разрежение.

Из накопленного опыта можно сказать, что на зданиях прямоугольной формы в плане величина C_p не превосходит, как правило, значения $C_p = 2,5$. Если же контуры строения закруглены, поперечное сечение его имеет участки с круговыми или эллиптическими обводами, то величина C_p может достигать при определенных углах набегающего воздушного потока значений $C_p = 5,5 \div 6,0$. Величины C_p имеют также важное значение при выборе мест расположения заборных и вытяжных отверстий системы вентиляции на поверхности здания.

Определение скоростей и углов натекания ветра в пешеходных зонах. При проектировании высотных зданий необ-

ходимо учитывать безопасность передвижения людей по пешеходным зонам вокруг небоскреба во время сильного ветра [6]. В качестве критерия безопасности используют величину эффективной скорости ветра V_E , наблюдаемой у поверхности земли на уровне высоты пешехода (2 м). Величину V_E с учетом пульсирующего характера скорости ветра рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$V_E = 1,5 \cdot V, \quad (4)$$

где V – средняя скорость ветра на высоте пешехода.

В настоящее время приняты [6] следующие уровни дискомфорта по величине V_E , представленные в таблице 1.

Величину V в формуле (4) проще всего определять в аэродинамической трубе экспериментально на макете здания с учетом окружающей застройки. При этом варьируется угол набегающего потока относительно строения. В качестве примера на рисунке 3 приведены значения относительной скорости V/V_0 , где V_0 – скорость набегающего воздушного потока на высоте макета здания, V – скорость ветра на высоте пешехода. При данном варианте компоновки домов в пешеходных зонах, на высоте 1,5 ÷ 2 м над землей, могут возникнуть недопустимо высо-

кие скорости ветра. В арочных проходах, предназначенных для передвижения людей и транспорта (на рисунке обозначены пунктиром), скорость воздушного потока в эксперименте составляла величину 36,8 м/с в случае, когда скорость набегающего ветра равнялась 20 м/с.

При реализации подобных проектов необходимо предусмотреть конструктивные мероприятия [6], уменьшающие скорость ветра в местах перемещения людей.

Исследование возможности возникновения резонансных колебаний из-за воздействия ветра. Неблагоприятное аэродинамическое взаимодействие однотипных высотных зданий, расположенных вблизи друг друга, хорошо известно [4, 6, 8]. На рисунке 4 представлено фото градиен на ТЭС Феррибридж (Англия), разрушенных вследствие резонансных колебаний.

На рисунке 5 показаны макеты однотипных высотных зданий в рабочей части аэродинамической трубы. На рисунке 6 приведены картины визуализации, на виде сверху отчетливо просматриваются вихревые структуры, образующиеся на здании, расположенном выше по потоку, и попадающие на строение, находящееся в аэродинамическом следе.

ТАБЛИЦА 1. УРОВНИ ДИСКОМФОРТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЕЛИЧИНЫ V_E

Значение V_E (м/с)	Описание дискомфорта
6	Ветер вызывает дискомфорт
9	Ветер влияет на поведение пешеходов
15	Ветер затрудняет ходьбу
20	Ветер становится опасным

Рисунок 1. Аэродинамическая труба Крыловского центра

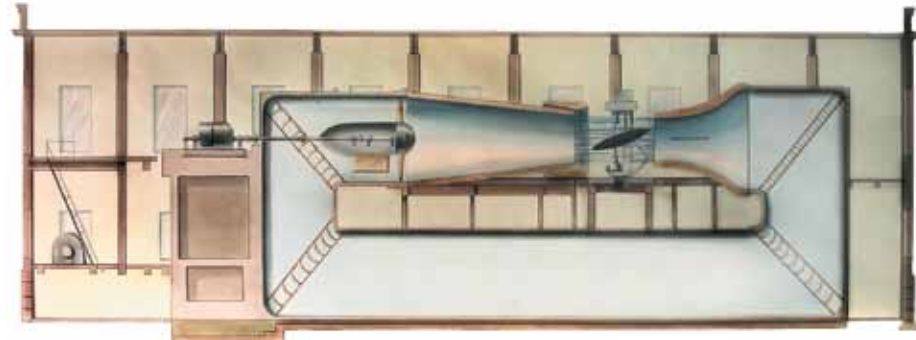
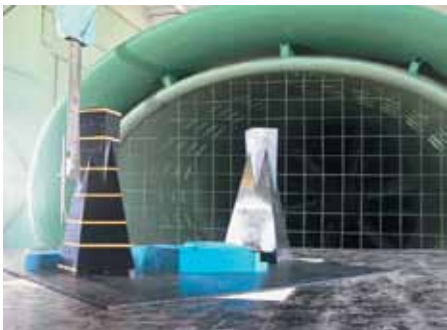




Рисунок 4. Разрушение градиен под действием ветрового потока
Рисунок 5. Макеты однотипных сооружений в рабочей части аэродинамической трубы



Представление о количественной стороне такого взаимодействия можно получить, рассматривая частотные спектры амплитуд пульсаций продольной составляющей силы, действующей на изолированный макет здания, находящегося в воздушном потоке, и тот же макет здания, расположенный в следе за аналогичным макетом. Измерения производились с помощью тензодатчика. По оси абсцисс отложена частота пульсаций продольной силы в герцах, по оси ординат отложено напряжение в вольтах, пропорциональное величине продольной силы. На большинстве частот наблюдается заметное увеличение амплитуды пульсирующей продольной силы при расположении модели здания в аэродинамическом следе.

Новый уровень в исследовании ландшафтных объектов. В настоящее время в Крыловском центре заканчивается строительство уникальной экспериментальной установки – Ландшафтной аэродинамической трубы, которая позволит проводить испытания макетов ландшафтов местности, жилых кварталов, стадионов, аэропортов, морских и речных портов, буровых платформ. Она крайне необходима для испытания таких сложных объектов, как большепролетные мосты.

Параметры экспериментальной установки:

- замкнутая аэродинамическая труба с закрытой рабочей частью;
- сечение рабочего участка – прямоугольник 11 × 2 м;

- длина рабочего участка – 18 м;
- скорость набегающего потока – до 14 м/с;
- шаг регулировки скорости потока – 0,1 м/с;
- возможность моделировать приземный пограничный слой.

В полу Ландшафтной аэродинамической трубы расположен поворотный круг диаметром 10 метров, с возможностью поворота на любой угол с точностью 0,2°. На нем будут размещаться исследуемые макеты, за счет поворота макета относительно потока моделируются все возможные направления ветра. В потолке установки расположено трехкоординатное устройство для перемещения измерительных зондов и сканирования потока вокруг исследуемого макета. Область перемещения координатного устройства – 10 × 10 × 2 метра, точность позиционирования – 0,5 мм.

Благодаря внушительным размерам рабочего участка и особо точному оборудованию, в Ландшафтной аэродинамической трубе можно проводить исследования на крупных макетах, моделируя при этом столь важный приземный пограничный слой. Это сочетание позволит существенно повысить точность получаемых в эксперименте ветровых нагрузок, что особенно важно при проектировании уникальных мостов, стадионов, небоскребов.

Рисунок 7. Частотный спектр амплитуд продольной составляющей силы для изолированного макета здания и находящегося в следе за аналогичным макетом
Рисунок 8. Продольный разрез Ландшафтной аэродинамической трубы
Рисунок 9. Поперечный разрез Ландшафтной аэродинамической трубы

На данный момент ландшафтными аэродинамическими трубами в мире обладают лишь 4 научно-исследовательских центра, в России подобные установки отсутствуют, что вынуждает проектантов большепролетных мостов и высотных зданий обращаться за проведением испытаний за рубежом.

Отдельным направлением аэродинамических исследований является решение экологических проблем ландшафтных объектов:

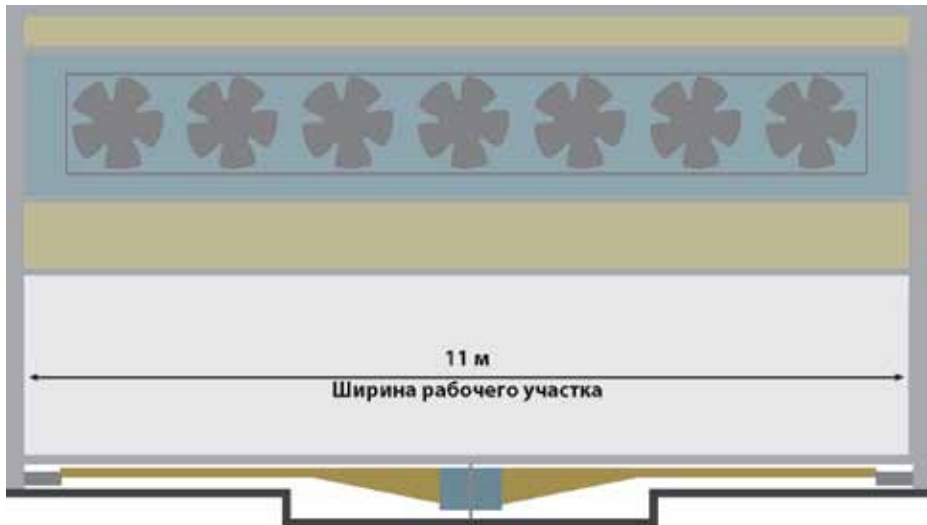
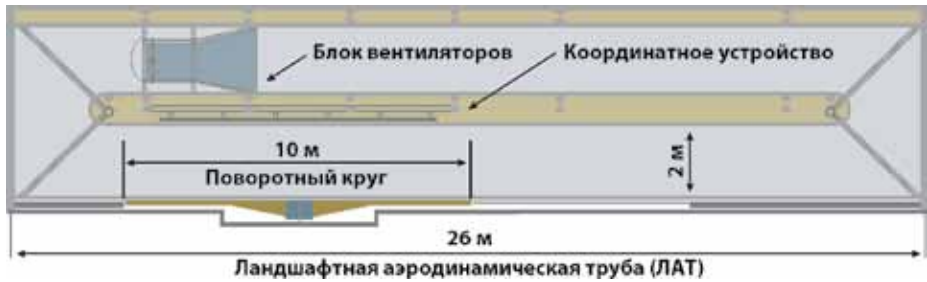
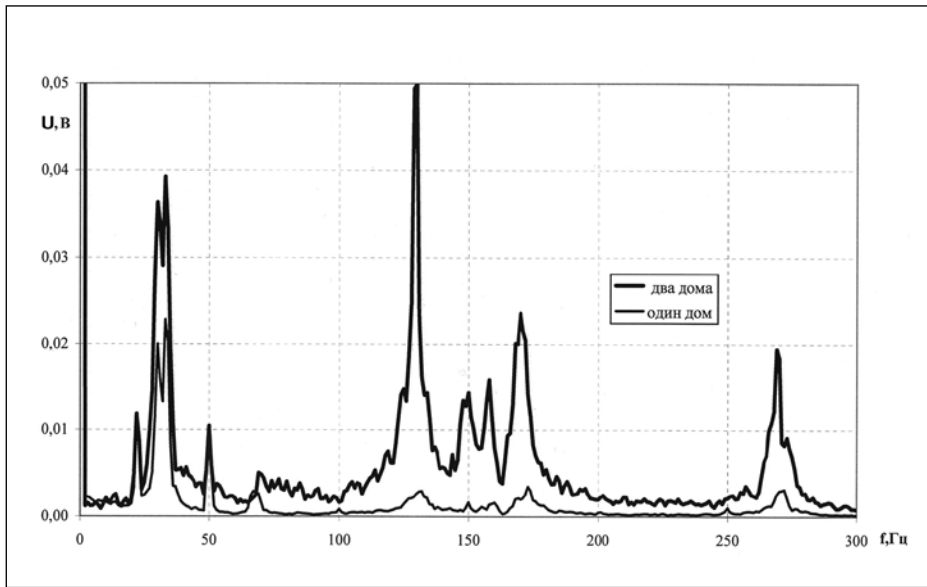
Акватории морских портов – выбор наиболее рационального места расположения причалов; выработка рекомендаций по проведению погрузочно-разгрузочных операций сыпучих веществ.

Аэропорты – определение ветрового режима вблизи аэропорта, установление неблагоприятных направлений ветра в районах, расположенных вблизи холмов или гор.

Протяженные открытые склады – разработка методов снижения объемов уноса сыпучих веществ.

Заключение. По мере появления новых конструктивных материалов и развития технологий строительства в мире появляются все более масштабные и уникальные архитектурные шедевры. Для их успешного проектирования и строительства требуются моделирование и учет внешних ветровых нагрузок на совершенно новом уровне. Подобные исследования требуют проведения модельного эксперимента в специализированных аэродинамических трубах. Крыловский научный центр обладает всеми необходимыми экспериментальными установками, многолетним опытом и высококвалифицированным персоналом для решения всех возможных проблем в области аэродинамики архитектурных объектов. ■

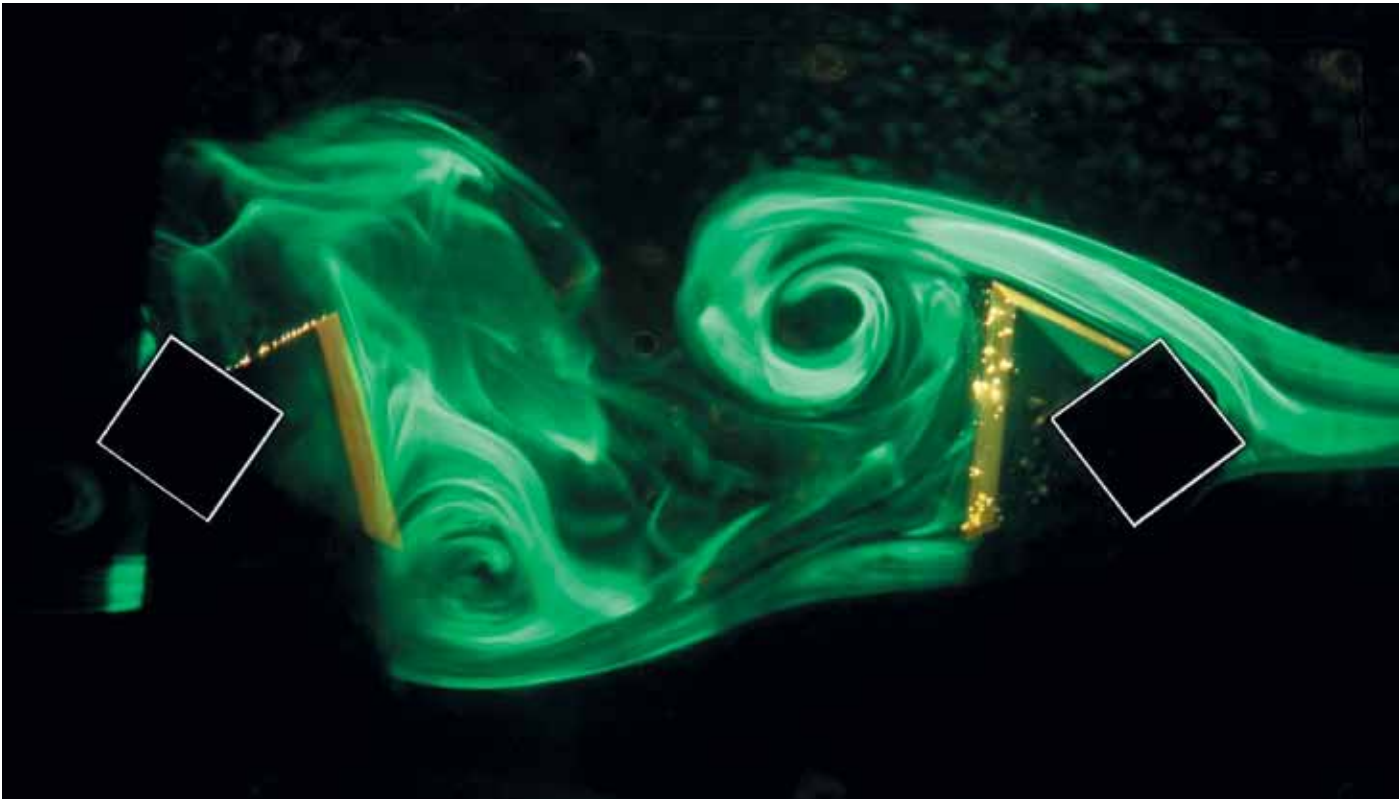
**ФГУП «Крыловский
государственный научный центр»
Стоянов Дмитрий Олегович,
заместитель начальника
коммерческого управления
+7 921 8645792
D_Stoyanov@ksrc.ru
www.krylov-center.ru**



ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 2.01.07-85*, Нагрузки и воздействия. М. 2005 г.
2. ТСН 31-332-2006, Жилые и общественные высотные здания. С.-Петербург, 2006 г.
3. ASCE Standard. 7-02 Minimum design loads for buildings and other structures. Virginia, 2002.
4. Петтер Э. И. Архитектурно-строительная аэродинамика, М.: Стройиздат, 1984 г.
5. Савицкий Г. А. Ветровые нагрузки на здания и сооружения, М.: Стройиздат, 1972 г.
6. Симиу Э., Скэнлан Р. Воздействия ветра на здания и сооружения, М.: Стройиздат, 1984 г.

Рисунок 6. Визуализация влияния периодических вихревых структур на здание, расположенное в аэродинамическом следе



Численное моделирование задач аэрогидроупругости в строительстве



При обосновании безопасности и комфортности проектируемых и уже эксплуатируемых уникальных высотных и большепролетных зданий и сооружений современных архитектурных форм и оригинальных конструктивных решений фактор ветровых воздействий является определяющим. Как показали оценки японских специалистов [1], для зданий выше 200 м ветер (соответствующий VI ветровому району РФ) опаснее для общей прочности, чем 9-балльное землетрясение, а в Московском регионе ветровые нагрузки на здания выше 75 м могут превосходить проектное 5-балльное воздействие [2, 3].

Текст: **АЛЕКСАНДР БЕЛОСТОЦКИЙ**, генеральный директор **ЗАО НИЦ Стадио**, руководитель **НОЦ КМ МГСУ**, член-корр. **РААСН**, доктор технических наук, профессор; **ИРИНА АФАНАСЬЕВА**, научный сотрудник **ЗАО НИЦ Стадио** и **НОЦ КМ МГСУ**

Анализ поведения всего сооружения и его отдельных конструктивных элементов (например, навесных фасадных конструкций и т. п.) в потоке обнаруживает наряду со статическими деформациями изгиба в плоскости действия потока и бокового выпучивания из этой плоскости большое разнообразие явлений аэрогидроупругой статической и динамической неустойчивости. Они обусловлены формой поперечного сечения, конфигурацией сооружения и его ориентацией относительно направления потока, упругими и демпфирующими свойствами конструкций, структурой набегающего потока, вызванной особенностью рельефа местности и интерференцией в условиях плотной и изменяющейся окружающей застройки и другими обстоятельствами.

Эти явления связаны с определенным типом колебаний и заслуживают особого внимания с точки зрения механизма их возникновения. В то же время они представляют серьезную опасность для надежности и долговечности конструкций, а также для пребывания человека на этих конструкциях. Среди них наиболее известны колебания вихревого возбуждения (например, ветровой резонанс), галомирование поперек потока, галомирование в спутной струе, дивергенция, флаттер и реакция на бафтинг при наличии самовозбуждающихся сил [4, 5].

Задачи взаимодействия конструкций и сооружений с жидкостью/газом (Fluid-Structure Interaction (FSI)) представляют большой и неослабевающий интерес в

науке, промышленности и других приложениях. Предпосылкой для подробного изучения природы аэрогидроупругости и поиска методов решения связанных задач применительно к строительной области послужил ряд трагических случаев обрушения (США, Такомакский мост, 1940 г.; Англия, гирини ТЭС Феррибридж, 1965 г., и др.) и опасных колебаний (например, Волгоградский мост, 2010 г.) конструкций в результате возникновения аэродинамической неустойчивости, а также разрушения конструкций после сейсмического воздействия в результате взаимодействия с жидкостью (например, резервуаров в Японии, г. Кобе, 1995 г., г. Томакомай; 2003 г.).

Связанные трехмерные динамические задачи аэрогидроупругости сегодня весьма далеки от своего исчерпывающего решения и требуют научно-методических и программно-алгоритмических разработок и исследований. Аналитический обзор существующих подходов к решению заявленной проблемы показал, что действующие инженерные нормативные подходы требуют серьезных доработок и развития. Так, например, в отечественных строительных нормах 2011 года приведена лишь оценка резонансного вихревого возбуждения, а такие явления аэродинамической неустойчивости, как галомирование, дивергенция, флаттер, упоминаются вскользь. В зарубежных же нормативных документах, таких как Еврокод, Японии, США, Канады рассматриваются оценки возникновения всех упомянутых выше явлений. В 2011 г. выпущено «Национальное приложение к Еврокоду». Основная часть имеющихся гидродина-

мических решений для связанных систем «сооружение – жидкость» получена для недеформируемых резервуаров простейшей геометрической формы применительно к малым колебаниям идеальной несжимаемой жидкости со свободной поверхностью. Но следует отметить, что все эти предложенные нормативные методики (как отечественные, так и зарубежные) не учитывают в полной мере взаимного влияния друг на друга конструкции и потока, а также сложности конструктивных решений реальных сооружений и трехмерного динамического поведения потока.

Экспериментальное моделирование вызывает большой интерес в силу своей наглядности, доступности и возможности выполнения серии экспериментов в более короткие сроки. Главной проблемой для модельных испытаний является соблюдение полного подобия, что практически трудно реализуемо. Поэтому существуют различные приемы, учитывающие специфику задач, важность тех или иных свойств атмосферы, параметров элементов конструкций и прочие факторы.

Для решения же практических наукоемких задач основным и, по сути, безальтернативным сегодня подходом является численное моделирование. Существующие математические модели и численные методы позволяют напрямую изучать сложное трехмерное динамическое поведение связанных аэрогидроупругих систем. При этом их программная реализация находит себя как в исследовательских (с открытым кодом), так и в универсальных коммерческих программных комплексах (ПК).

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФОРМУЛИРОВКА

Традиционно основные уравнения движения для сооружения решаются в постановке Лагранжа:

$$\rho \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial t^2} = \nabla \cdot \tau + \bar{f}^B, \quad (1)$$

где ρ – плотность; \bar{u} – вектор перемещений сооружения; t – время; τ – тензор напряжений Коши; \bar{f}^B – вектор объемных нагрузок; запись типа $\nabla \cdot$ здесь и далее обозначает действие оператора дивергенции (в деформированном состоянии).

Динамическое поведение жидкости или газа описывается классическими уравнениями Навье – Стокса. При этом считается, что как ламинарные, так и турбулентные течения подчиняются этим уравнениям (кстати говоря, решение уравнений Навье – Стокса является одной из 6 нерешенных математических задач тысячелетия). Для их математической формулировки используются такие постановки, как:

- 1) постановка Лагранжа (подход Лагранжа);
- 2) постановка Эйлера (подход Эйлера);
- 3) и так называемая произвольная (или смешанная) постановка Лагранжа – Эйлера, актуальная, в частности, для проблем взаимодействия жидкости с твердым телом (деформируемое твердое тело моделируется в постановке Лагранжа, жидкость на границе с сооружением – в постановке Лагранжа, в остальной области – в постановке Эйлера, при больших перемещениях конструкции сетка ведет себя как лагранжева – деформируется).

Уравнения движения несжимаемой ньютоновской жидкости Навье – Стокса (т. е. вязкой жидкости, подчиняющейся при своем течении закону вязкого трения Ньютона) в соответствующей смешанной постановке ALE имеет вид:

$$\rho \frac{\partial \bar{U}}{\partial t} + \rho[(\bar{U} - \bar{\tilde{U}}) \cdot \nabla] \bar{U} = \nabla \cdot \tau + \bar{f}^B, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + (\bar{U} - \bar{\tilde{U}}) \cdot \nabla \rho + \rho \nabla \cdot \bar{U} = 0, \quad (3)$$

$$\rho \frac{\partial e}{\partial t} + \rho(\bar{U} - \bar{\tilde{U}}) \cdot \nabla e = \tau : D - \nabla \cdot \bar{q} + q^B, \quad (4)$$

где ρ – плотность жидкости; $\partial / \partial t$ – полная производная функции в пространственной (деформированной) движущейся системе координат; \bar{U} – скорость жидкости; $\bar{\tilde{U}}$ – скорость движения системы координат; τ – тензор напряже-

ний в жидкости; \bar{f}^B – вектор объемных нагрузок в жидкости; e – удельная внутренняя энергия; D – тензор скоростей деформации. Задавая в указанных уравнениях $\bar{\tilde{U}} = 0$ (т. е. определяя условия неподвижности системы координат или соответствующей конечноэлементной сетки), можем получить эйлерову постановку. При задании в уравнениях (2)–(4) условия $\bar{\tilde{U}} = \bar{U}$ (система координат движется с той же скоростью, что и частицы жидкости) можем получить лагранжеву постановку.

Для моделирования турбулентного режима течения существует три основных подхода:

- 1) Моделирование крупных вихрей (LES): этот метод является вторым по трудоемкости и точности из существующих подходов после прямого численного моделирования (DNS).
- 2) RANS (осредненные по Рейнольдсу уравнения Навье – Стокса): в основе этого метода лежит решение осредненных по Рейнольдсу уравнения Навье – Стокса.
- 3) DES (метод моделирования отсоединенных вихрей): этот подход является комбинацией двух предыдущих LES и RANS. Он заключается в том, что «отсоединенные» энергонесущие вихри, населяющие отрывные зоны, рассчитываются «точно» методом LES, а области присоединенных пограничных слоев описываются RANS-моделями.

При моделировании мультифазового потока используется постановка Эйлера с моделированием свободной поверхности. Взаимодействие различных фаз (жидкости и газа) учитывается при помощи



Рисунок 1. Обрушение Такомакского моста (США) 7.10.1940 г. Последствия в результате возникновения аэродинамической неустойчивости – изгибно-крутильного флаттера

введенной переменной – объемной фракции (доли) фазы.

При взаимодействии потока вязкой жидкости с твердой средой на контактной поверхности должны выполняться уравнения равновесия и совместности:

$$\tau^S \cdot \bar{n} = \tau^F \cdot \bar{n}, \quad (5)$$

$$\bar{u}^I(t) = \bar{\tilde{u}}^I(t), \quad (6)$$

$$\bar{\tilde{u}}^I(t) = \bar{U}^I(t) = \bar{\tilde{U}}^I(t), \quad (7)$$

$$\bar{\tilde{u}}^I(t) = \bar{U}^I(t) = \bar{\tilde{U}}^I(t), \quad (8)$$

где \bar{n} – единичный направляющий вектор нормали к поверхности контакта «сооружение – жидкость»; \bar{u} и $\bar{\tilde{u}}$ – соответственно, перемещения сооружения и массива жидкости (или узлов соответствующей конечноэлементной сетки в рамках метода конечных элементов); \bar{U} – ско-

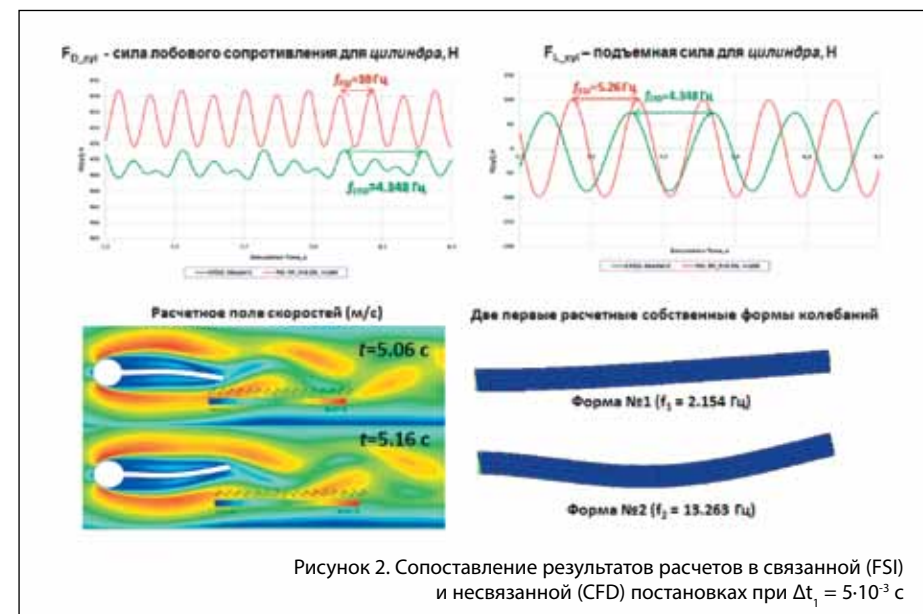
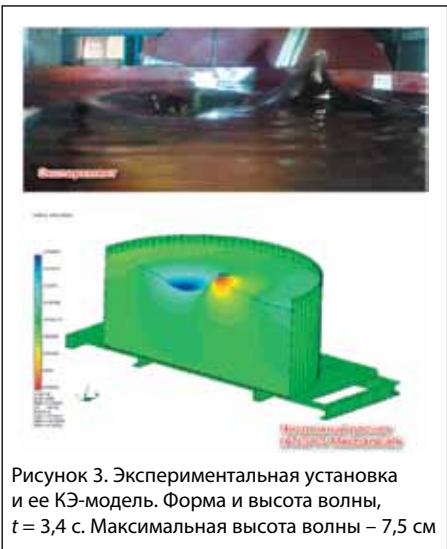


Рисунок 2. Сопоставление результатов расчетов в связанной (FSI) и несвязанной (CFD) постановках при $\Delta t_1 = 5 \cdot 10^{-3}$ с



рость жидкости; \bar{U} – скорость массива жидкости; символ верхней точки здесь и далее обозначает операцию дифференцирования по времени; верхние индексы I, S, F обозначают, соответственно, контактную поверхность, твердое тело и жидкость.

Численная аппроксимация основных уравнений, как правило, осуществляется методом конечных элементов (для сооружения и жидкости) и методом конечных объемов (для жидкости). Для решения сформулированной задачи в зависимости от ее природы и характера используются прямые или итерационные алгоритмы. Динамический расчет связанных систем «сооружение – жидкость» сводится к прямому интегрированию по времени уравнений движения. Для интегрирования используются явные или неявные схемы с опциями различных условий окончания счета.

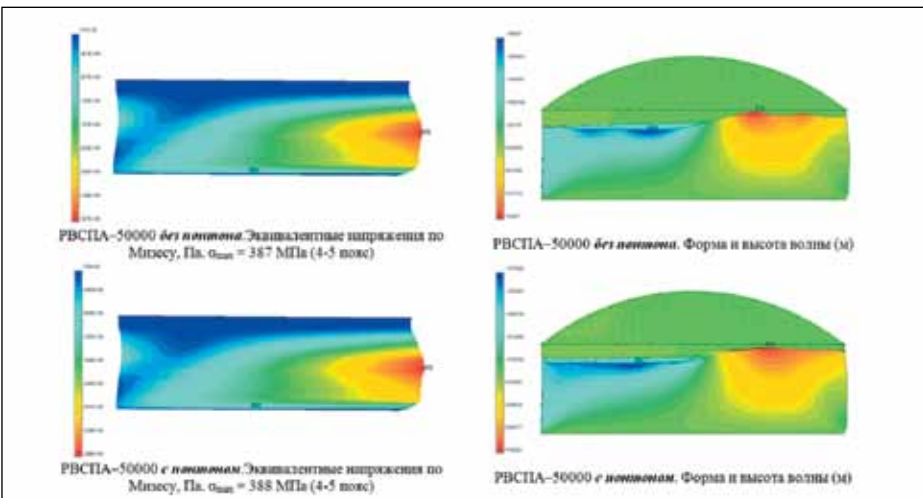


Рисунок 4. Резервуар РВСПА-50000, 100% взлив. Результаты гидроупругого динамического расчета при 8-балльном сейсмическом воздействии с учетом гидростатики. Сопоставление результатов с учетом понтона и без, $t = 11,64$ с, в постановке Лагранжа

МЕТОДИКА ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАДАЧ СТРОИТЕЛЬНОЙ АЭРОГИДРОУПРУГОСТИ

Специалистами ЗАО НИЦ СтаДиО и НОЦ КМ МГСУ разработана адаптивная методика численного моделирования трехмерных динамических задач строительной аэрогидроупругости [6, 7]. Методика гибко настраивается на объект и задачи исследования. Предлагаемая классификация значимых задач строительной аэрогидроупругости с позиции физики явления позволяет выбирать наиболее эффективные и альтернативные современные математические модели, численные методы и их реализацию. В зависимости от выбранных моделей и методов аэрогидроупругий расчет проводится либо прямым методом, либо методом передачи нагрузки. Прямой метод основан на КЭ-анализе связанных полей с использованием специализированных конечных элементов (например, семейства FLUID в постановке Лагранжа – ПК ANSYS) и применяется для определения НДС и динамического поведения сооружения и решения задач гидрогазодинамики без учета нелинейного поведения жидкости/газа. Метод передачи нагрузок основан на проведении расчетов в связанной постановке посредством двусторонней передачи расчетных данных между различными независимыми модулями в виде, например, перемещений (с одной стороны) и нагрузки (с другой стороны). Применяется для решения задач с учетом нелинейного поведения жидкости. Позволяет моделировать поведение как сжимаемой, так и несжимаемой жидкости в ламинарном и

турбулентном режимах в однофазной или многофазной постановках.

Для осуществления расчета сформулированы рекомендации по назначению-заданию особых параметров (таких как параметры деформируемых сеток, параметры устойчивости и сходимости решения на контактных поверхностях сооружения и жидкости). Для проведения многовариантных расчетных исследований на данном этапе применяются собственные программные разработки.

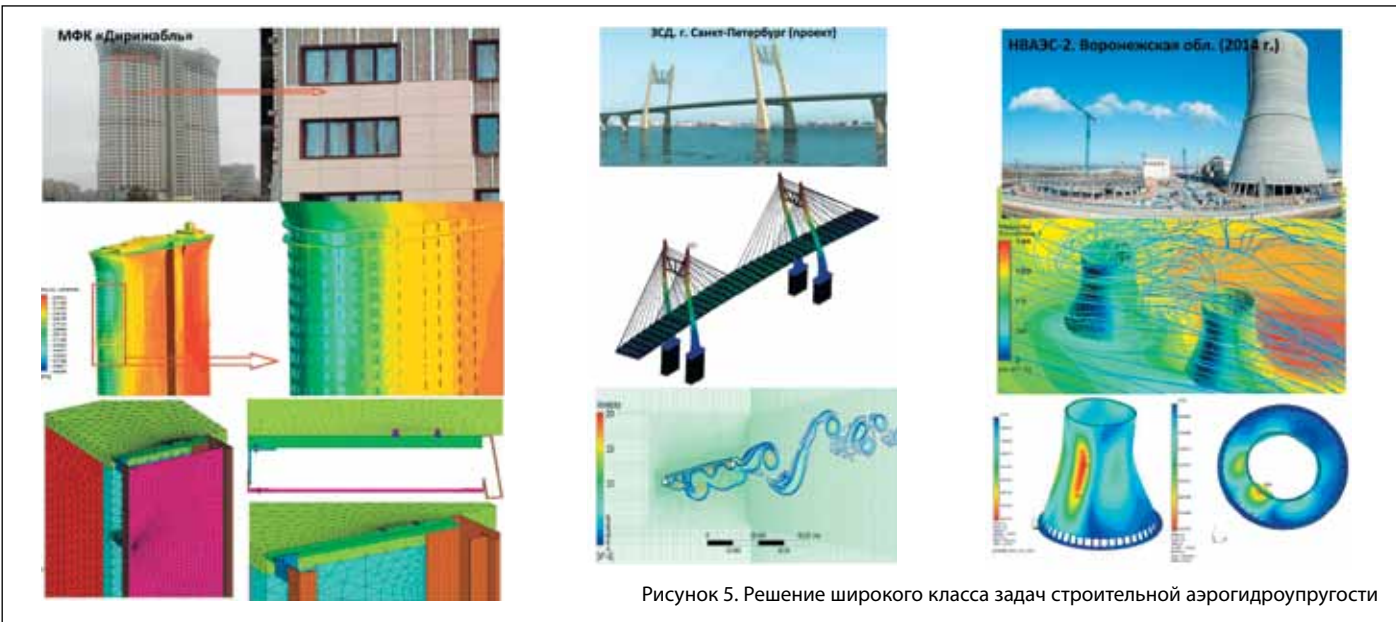
Разработанная методика верифицирована на серии представительных тестовых задач, имеющих достоверное расчетное, теоретическое или экспериментальное подтверждение.

На верификационной задаче (известной в «общемировой» исследовательской практике – BARC [9, 10]) показано, что при весьма точном определении средних составляющих реализация даже наиболее продвинутых альтернативных моделей турбулентности (LES-WALE, DES-SST) при самой подробной дискретизации приводит к значимому разбросу в определении пульсационной составляющей аэродинамического давления и пространственно-временных характеристик потока.

На связанной динамической верификационной задаче аэрогидроупругости (известный в мировой практике тест – большие колебания гибкой упругой балки в спутном следе за жестким цилиндром [7, 11, 12]) показано не только влияние потока на деформированное состояние гибкой конструкции, расположенной в вихревом следе, но и влияние деформированного состояния гибкой конструкции на саму структуру потока и его пространственно-временные характеристики.

На серии верификационных задач гидроупругости [7, 8, 13], имеющих теоретические и экспериментальные эталонные решения, показано соответствие и обоснованы диапазоны применимости альтернативных численных подходов моделирования жидкости со свободной поверхностью при кинематических динамических воздействиях. Получено качественное (форма волны) и количественное (высота и частота колебаний волны) соответствие численных результатов с «эталонными» данными.

Для практически важной и конструктивно сложной реальной системы «тонкостенный резервуар с понтоном – нефтепродукты» емкостью 50 000 м³ по разработанной адаптивной методике впервые смоделированы и проанализированы в



связанной гидроупругой постановке динамическое напряженно-деформированное состояние конструкции резервуара и волнообразование на поверхности жидкости при 8-балльном сейсмическом воздействии, заданном акселерограммой землетрясения с использованием альтернативных численных подходов (постановка Лагранжа в ПК ANSYS и ALE в ПК ABAQUS/Explicit) [7].

Получены практически близкие значения основных критериальных параметров состояния (собственные частоты и формы колебаний, высота и форма волны, перемещения, уровень максимальных компонент, главных и эквивалентных деформаций и напряжений) по двум альтернативным численным подходам: в постановке Лагранжа, реализованного в ANSYS Mechanical, и в смешанной постановке – ABAQUS/Explicit. Расчеты проводили без учета и с учетом понтона. Показано, что при близости параметров НДС стенки резервуара в уровне понтона максимальная высота волны увеличилась за счет ее выполаживания. Проведено сопоставление с результатами расчетов по нормативно-аналитической методике. Показано, что максимальные амплитуды численных динамических параметров НДС стенки по разработанной методике превосходят нормативно-аналитические значения в 5 раз.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе полученных результатов верификационных и апробационных расчетов исследований показаны работоспособность и эффективность разработанной методики, которая обеспечивает новый, востребованный современной практикой

уровень расчетного анализа связанных динамических аэрогидроупругих инженерных систем в важных строительных приложениях. Открываются перспективы к решению широкого класса задач строительной аэрогидроупругости – высотные здания и сооружения, мостовые и

пешеходные конструкции, трубы и градирни АЭС и ТЭС, фасадные и ограждающие конструкции, гибкие покрытия большепролетных сооружений, рекламные конструкции, тонкостенные резервуары с жидкостью, речные и морские гидротехнические сооружения и др. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Tamura Y. Monitoring Techniques in Wind Engineering. Lecture 8. // Tokyo Polytechnic University, Atsugi, Japan, 2008.
2. Николаев С. В. Безопасность и надежность высотных зданий – это комплекс высокопрофессиональных решений. // Уникальные и специальные технологии в строительстве. – № 1. 2004. с. 8–18.
3. Николаев С. В., Острецов В. М. и др. Аэродинамические испытания макетов высотных зданий и комплексов. // Уникальные и специальные технологии в строительстве (UST_Build 2005). – М.: Дом на Брестской, 2005. с. 82–84.
4. Казакевич М. И. Аэродинамика мостов. – М.: Транспорт, 1987. – 240 с.
5. Симуи Э., Сканлан Р. Воздействие ветра на здания и сооружения – Пер. с англ. Б. Е. Маслова, А. В. Швецов; Под ред. Б. Е. Маслова. – М.: Стройиздат, 1984. – 360 с.
6. Белостоцкий А. М., Дубинский С. И., Афанасьева И. Н. «Численное моделирование задач строительной аэродинамики. Разработка методик ветровых воздействий и исследование реальных объектов». Научно-технический журнал Вестник МГСУ, № 4, Т. 5. – г. Москва, 2012 г., с. 182–185.
7. Афанасьева И. Н. Адаптивная методика численного моделирования трехмерных динамических задач строительной аэрогидроупругости. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. – г. Москва, 2014 г.
8. Белостоцкий А. М., Акимов П. А., Кайтуков Т. Б., Афанасьева И. Н., Вершинин В. В., Дмитриев Д. С., Усманов А. Р., Чузинов А. С., Щербина С. В. «Постановка, конечноэлементная аппроксимация и алгоритмы решения задач расчетного обоснования связанных систем «сооружение – жидкость». Строительная механика и расчет сооружений, 5 (256) – г. Москва, 2014 г., с. 21–27.
9. Afanas'yeva Irina N., Usmanov Anton. R., Belostotskiy Alexandr M. Specific aspects of numerical simulation of civil engineering structures with cross section shape close to rectangular. Congress Proceedings: WCCM XI – ECCM V – ECFD VI. – Barcelona, July 20–25, 2014. – pp. 7132–7143.
10. Bruno L., Fransos D., Coste N., Bosco A. 3D flow around a rectangular cylinder: a computational study. BBAA VI International Colloquium on: Bluff Bodies Aerodynamics and Applications, Milano, 2008.
11. Turek S., Hron J. Proposal for Numerical Benchmarking of Fluid-Structure Interaction between an Elastic Object and Laminar Incompressible Flow. In: Bungartz, H.-J. (Hrsg.); Schäfer, M. (Hrsg.): Fluid-Structure Interaction Bd. 53. Springer Berlin Heidelberg, 2006, S. 371–385.
12. Афанасьева И. Н. «Моделирование двумерного нестационарного обтекания гибкой упругой конструкции в связанной постановке. Часть 3: верификация методики численного моделирования поведения гибкой упругой конструкции». International Journal of Computational Civil and Structural Engineering, Volume 10, Issue 3. – г. Москва, 2014 г., с. 40–48.
13. Mohammad Ali Goudarzi, Saeed Reza Sabbagh-Yazdi, Investigation of nonlinear sloshing effects in seismically excited tanks, Soil Dynamics and Earthquake Engineering 43, 2012. – pp. 355–365.

ТРУБА ДЛЯ НЕБОСКРЕБА

Архитектурно-строительная аэродинамика уникальных зданий и сооружений

Одним из факторов, требующих повышенного внимания на этапе проектирования зданий и сооружений уникальных и сложных архитектурных форм, является ветер. Вместе с тем действующие российские и зарубежные строительные нормы и правила не содержат рекомендаций по назначению аэродинамических коэффициентов для определения расчетных ветровых нагрузок на несущие конструкции таких строений и предписывают в этих случаях руководствоваться результатами испытаний в специализированных аэродинамических трубах (СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия»).

Текст: **ОЛЬГА ПОДДАЕВА**, кандидат технических наук, доцент, зав. лабораторией УНПЛ ААИСК

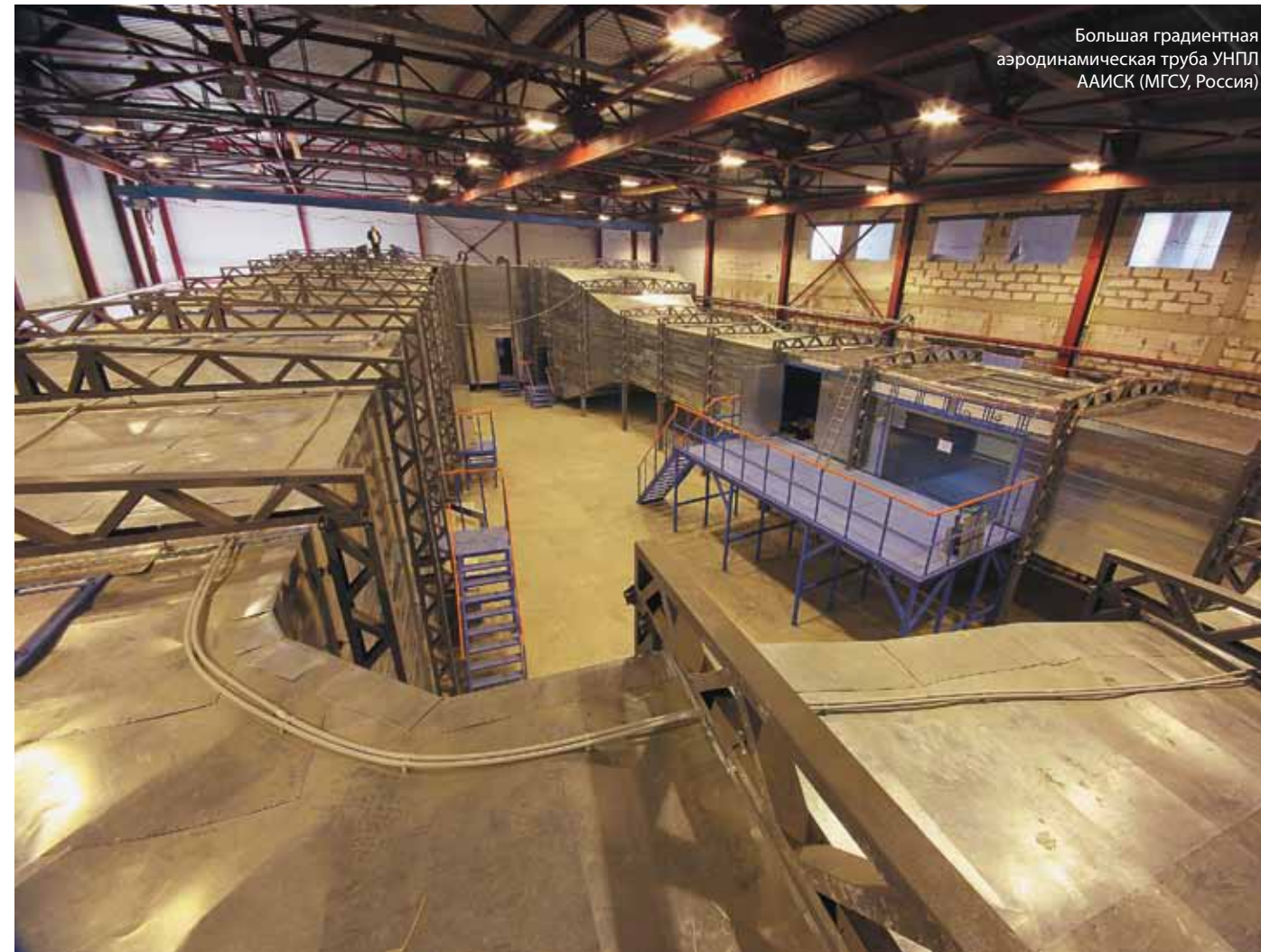


Аэродинамическая труба архитектурно-строительного типа (The University of Tokyo, Япония)

Аэродинамические трубы архитектурно-строительного типа, предназначенные для подобных испытаний, существуют в исследовательских лабораториях Европы, Японии, США (Scientific and Technical Centre for Building, Politecnico di Milano, Technische Universität Berlin, The University of Tokyo, NASA). Основной отличительной особенностью конструкции труб такого типа является наличие протяженной рабочей зоны (не менее 15 м), обеспечивающей специальную эпюру скорости обдуваемого потока, моделирующего приземный слой атмосферы и влияние подстилающей поверхности ландшафта.

В 2008 году в Московском государственном строительном университете на базе Учебно-научно-производственной лаборатории по аэродинамическим и аэроакустическим испытаниям строительных конструкций (УНПЛ ААИСК) совместно с Министерством образования и науки РФ и Правительством Москвы приступили к проектированию аэродинамической трубы, удовлетворяющей современным требованиям и предназначенной для решения вопросов архитектурно-строительной аэродинамики, а уже в 2012 г. она была введена в эксплуатацию.

Важным фактором успешного исследования ветровых воздействий на здания и сооружения с учетом всех особенностей архитектуры и размещения в городе является база измерительного оборудования, включающая в себя как классические



Большая градиентная аэродинамическая труба УНПЛ ААИСК (МГСУ, Россия)

измерительные системы, основанные на использовании дифференциальных датчиков давления и шестикомпонентных силомоментных датчиков, так и современные лазерные бесконтактные измерительные системы (PIV и LDA). Кроме того, основой качественных исследований высотной застройки является сама конструкция Большой градиентной аэродинамической трубы УНПЛ ААИСК МГСУ (далее – БГАТ МГСУ). При ее создании были учтены рекомендации российских специалистов и мировой опыт эксплуатации аналогичных дозвуковых труб, в том числе в устранении неравномерностей эпюр модуля скорости в горизонтальном сечении и профилировании расхода рабочей среды в поворотных участках контура (90 градусов) с помощью направляющих лопаток.

Необходимо также отметить, что БГАТ МГСУ имеет замкнутый циркуляционный контур и модульный вентиляторный блок из девяти установок при длине трубы 41 метр и длине рабочей зоны в рабочем участке 18,9 метра. Основные характеристики и особенности БГАТ МГСУ:



Аэродинамическая труба архитектурно-строительного типа (Scientific and Technical Centre for Building, Франция)

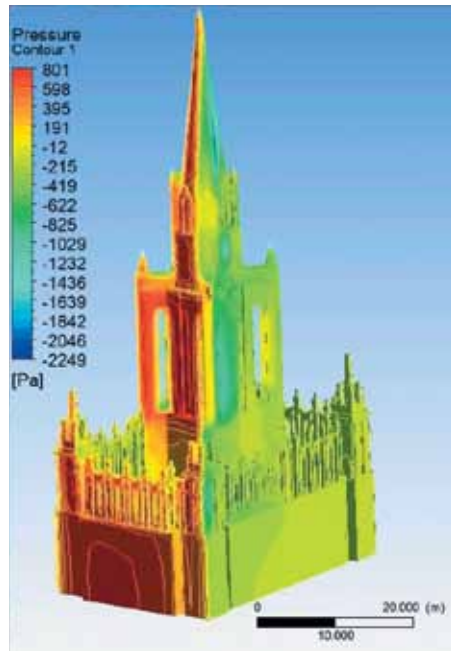
- габариты БГАТ МГСУ (длина – 41 м; ширина – 21,25 м; высота – 6,91 м) привязаны к размерам строящегося здания. В связи с чем длина оси замкнутого контура АДТ составляет 96 м;
- длина рабочей зоны БГАТ МГСУ позволяет корректировать профиль эпюры скорости потока, имитирующей приземный слой атмосферы в разных условиях;
- вентиляторная установка интегрирована в проточный тракт АДТ МГСУ и сопряжена

со стенками канала упругими (гибкими) связями для предотвращения передачи вибраций телу трубы;

- диапазон скоростей в рабочей зоне – от 0 до 32 м/с;
- неравномерность эпюры скорости набегающего потока не превышает 2,5%;
- параметры исследуемых макетов: длина – 3,0 м, ширина – 3,0 м, высота – до 1,5 м;
- масштабы зданий и сооружений – от 1:100 до 1:250;
- масштабы градостроительных объектов – от 1:1000 до 1:5000.

Все эти характеристики, в особенности параметры исследуемых макетов, позволяют с необходимой детальностью исследовать аэродинамические характеристики уникальных зданий и сооружений. В качестве примера исследования ветровых воздействий на уникальные здания и сооружения можно рассмотреть наиболее интересные научные и производственные работы УНПЛ ААИСК МГСУ:

- шпиль здания МИД;
- жилой комплекс в Москве;

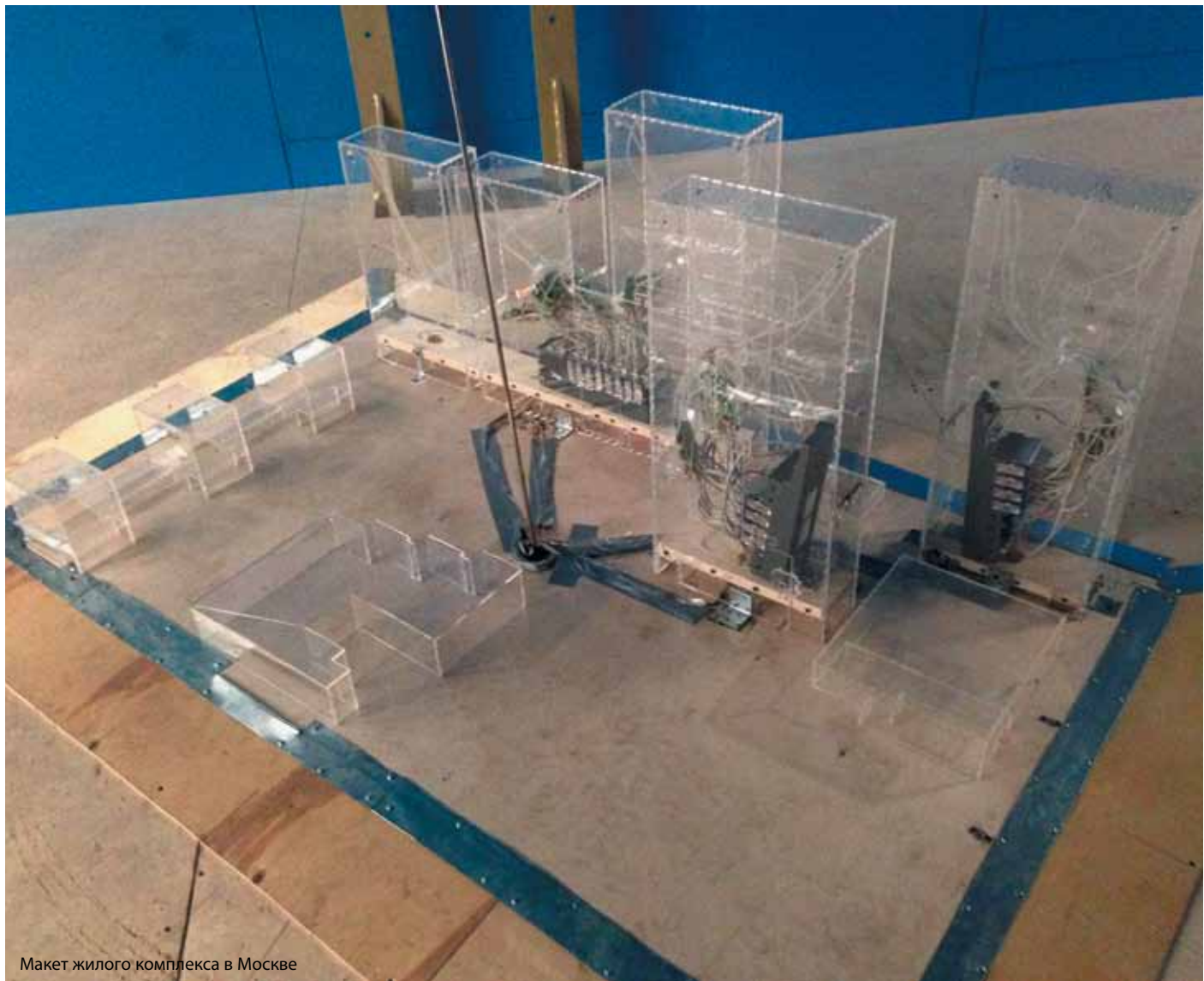


Результат численного моделирования и макет здания МИД для физических испытаний в БГАТ МГСУ

- испарительные градирни Нововоронежской АЭС;
- вантовый мост в Санкт-Петербурге.

Испытания в аэродинамической трубе модели шпиля здания МИД при профилях скоростей ветра и турбулентности, полученных по результатам численного моделирования всего здания с прилегающей застройкой, дали возможность оценить ветровые нагрузки на шпиль для стадии эксплуатации при представительном наборе направлений ветра. Те же аэродинамические испытания модели фрагмента здания в период монтажа позволили получить распределение коэффициента аэродинамического давления ветра на внешнюю поверхность конструкций строительных лесов, что позволило дать детальные рекомендации по проведению реконструкции здания МИД.

Для анализа характера обтекания жилого комплекса в Москве выполнен эксперимент при градиентном потоке,



Макет жилого комплекса в Москве

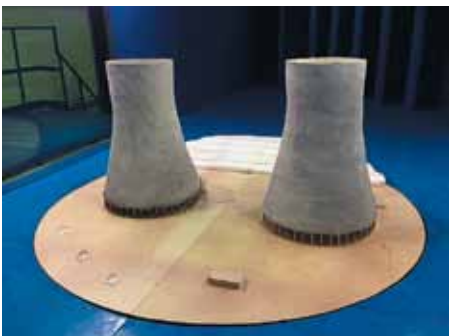
физическое моделирование позволило определить результирующие аэродинамические силы и моменты на конструкции высотных корпусов в турбулентном потоке, а также распределение средних и пиковых значений аэродинамических коэффициентов давления по поверхности фасада.

Экспериментальное исследование Нововоронежской АЭС (НВО АЭС-2) подтвердило результаты расчетных методик о пренебрежимо малом влиянии застройки (здания реакторного отделения и турбинного зала) на распределение ветрового давления на поверхности градирни. В процессе физических экспериментов в аэродинамической трубе были измерены ветровые нагрузки на несущие конструкции градирен для «нормативного» и ураганного ветра. При этом сравнительный анализ данных экспериментального и трехмерного численного моделирования аэродинамических задач показал удовлетворительную сходимость результатов экспериментальных и расчетных исследований на основные и экстремальные (ураган) ветровые нагрузки и воздействия, что позволило обосновать конструктивные и объемно-планировочные решения, выполненные в рамках корректировки проекта башенных испарительных градирен с учетом аэродинамического влияния основных сооружений НВО АЭС-2 и рельефа местности.

В процессе проведения испытаний макета вантового моста на стадии строительства зафиксировано отсутствие явлений аэродинамической неустойчивости, таких как флаттер и бафтинг, которые могут оказать негативное воздействие на несущую способность конструкции. Явление вихревого резонанса, зафиксированное при нескольких углах атаки ветра, привело к возникновению колебаний, однако измеренная амплитуда не превысила предельно допустимых значений. Следует отметить, что высотная часть моста – пилон – была смоделирована при наиболее уязвимом положении всей конструкции при возведении сооружения.

Подводя итог вышеописанных примеров, необходимо резюмировать, что в целом архитектурно-строительная аэродинамика позволяет сформулировать рекомендации, основанные на результате измерений и анализе:

- результирующих аэродинамических сил и моментов, действующих на объект в турбулентном и ламинарном потоках;
- распределения средних и пиковых зна-



Макет испарительных градирен НВО АЭС-2

- чений аэродинамических коэффициентов давления по поверхности объекта;
- картины обтекания объекта потоками воздуха;
 - результатов оценки зон пешеходной комфортности.

Полная и достоверная информация о ветровых нагрузках на уникальные здания и сооружения является неотъемлемой частью их проектирования, без которой они не могут претендовать на статус объектов устойчивой архитектуры. ■

ЛИТЕРАТУРА:

1. Научно-технический отчет по теме: «Шпиль здания МИД» // УНПЛ ААИСК Московский государственный строительный университет. Москва, – 2014. – С. 136.
2. Научно-технический отчет по теме: «Жилой комплекс «Золотая звезда» // УНПЛ ААИСК Московский государственный строительный университет. Москва, – 2014. – С. 69.
3. Научно-технический отчет по теме: «Нововоронежская АЭС» // УНПЛ ААИСК Московский государственный строительный университет. Москва, – 2014. – С. 254.
4. Научно-технический отчет по теме: «Мост через Корабельный фарватер в г. Санкт-Петербург» // УНПЛ ААИСК Московский государственный строительный университет. Москва, – 2014. – С. 108.
5. Дунчик И. В., Жуков Д. А., Золотарев А. А. Влияние аэродинамических параметров высотной застройки на микроклимат и аэрацию городской среды // Промышленное и гражданское строительство. – 2013. – № 9. – С. 39–41.
6. Поддаева О. И. Физические исследования архитектурно-строительной аэродинамики для устойчивого проектирования в строительной отрасли // Промышленное и гражданское строительство. – 2013. – № 9. – С. 35–38.
7. Поддаева О. И., Дубинский С. И., Федосова А. Н. Численное моделирование ветровой аэродинамики высотного здания // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 9. – С. 23–27.
8. Поддаева О. И., Орехов Г. В., Дунчик И. В., Кочанов О. А. Устойчивое проектирование на основе экспериментальных исследований архитектурно-строительной аэродинамики и аэроакустики // В сборнике: Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании. Научное издание. Московский государственный строительный университет. Москва, – 2012. – С. 133–138.

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ светопрозрачных фасадных конструкций

Тема испытаний светопрозрачных фасадных конструкций неоднократно поднималась на страницах журнала «Высотные здания» [1, 2].

АЛЕКСЕЙ ВЕРХОВСКИЙ, канд. техн. наук, зав. лабораторией «Ограждающие конструкции высотных и уникальных зданий» НИИСФ РААСН



Испытания в компании Gartner, Германия



Испытания в ShenYang KeZheng Construction Engineering Shenyang, Китай

В испытательном центре «Фасады СПК» НИИСФ РААСН регулярно проводятся лабораторные исследования фасадных конструкций на теплотехнические характеристики, воздухо- и водопроницаемость, сопротивление ветровой нагрузке, звукоизоляционные свойства. За годы, прошедшие с момента создания ИЦ, накоплен большой опыт натурных и лабораторных испытаний, проведения экспертиз, участия в техническом сопровождении при проектировании и монтаже данного класса конструкций.

Конечно же, приведенный перечень не охватывает всех эксплуатационных характеристик светопрозрачных фасадных конструкций, однако уже эта часть дает большой объем информации о возможности

применения конкретного технического решения.

Остановимся на основных проблемах, встающих перед специалистами отрасли.

1. ОТСУТСТВИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ

В области создания нормативной базы за последние 10 лет произошли только некоторые позитивные изменения. Конечно же, разработаны десятки стандартов (ТУ, СТО, СТУ), но все попытки начать систематическую работу не находят никакой поддержки ни у государства, ни у т. н. «бизнес-сообщества». Еще в 2005–2006 гг. была разработана программа стандартизации в области светопрозрачных фасадных конструкций, включающая в себя стандарты на основные методы испытаний, комплектующие, термины и определения... Разработан и

принят ГОСТ Р 54858-2011 «Конструкции фасадные светопрозрачные. Метод определения приведенного сопротивления теплопередаче». Разработанный в 2013 г. проект межгосударственного стандарта «Конструкции фасадные светопрозрачные навесные. Классификация. Термины и определения», непосредственно в момент принятия превратился в версию, предложенную одним из российских переработчиков зарубежного профиля, полностью игнорируя все обсуждения, отзывы, рабочие группы...

В прошлом году совместно с компанией «Шуко Интернационал Москва» разработаны 2 проекта ГОСТ Р «КОНСТРУКЦИИ ФАСАДНЫЕ СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХО- И ВОДОПРОНИЦАЕМОСТИ» и ГОСТ Р «КОНСТРУКЦИИ ФАСАДНЫЕ СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ. МЕТОДЫ

ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКЕ», гармонизированные с европейскими аналогами. Насколько этот процесс интересен «бизнес-сообществу», показывает тот факт, что за время общественного обсуждения и оповещения на сайте технического регулирования никто не обратился за полным текстом первой редакции.

Вероятно, таким образом большинству участников рынка выгодно находиться в условиях нормативного и правового вакуума. Существующая процедура сертификации и декларирования не предусматривает обязательного подтверждения заявленных параметров конструкции данного класса. Только те из заказчиков, которые включили требования проведения испытаний в техническое задание на проектирование или в контракт на поставку, вправе что-либо потребовать от подрядчика по фасадам. Зачастую так и делается, но для этого либо объект должен быть уникальным и общественно значимым (как некоторая часть зданий «Москва-Сити»), либо с заказчиками и инвесторами была проведена предварительная работа, разъясняющая опасность полного отсутствия информации о изготовленном и смонтированном светопрозрачном фасаде, либо в работе участвуют зарубежные консультанты, которые в состоянии потребовать проведения испытаний в России или в зарубежных лабораториях.

2. ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ОТРАСЛИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫМИ ЦЕНТРАМИ

В большинстве зарубежных стран ни одна из уважающих себя фасадных компаний (будь то системодатель-разработчик системы либо крупный переработчик) не выполняет серьезный заказ без всего предварительного комплекса испытаний. Имеют свои центры, инновационные институты и пр. Schueco, Reynaers, Gartner, Vicon, Yuanda. Помимо этого в Германии, Бельгии, Франции, Китае, США есть серьезные государственные и коммерческие институты, проводящие аналогичные исследования и выдающие протоколы испытания, допуски для использования и прочее.

Что же происходит в родном Отечестве? Ни одна из фасадных компаний, включая ведущих российских разработчиков профильных систем для светопрозрачных фасадов, не имеет своей испытательной базы. Разговоры на эту тему ведутся давно. Закуплен комплект зарубежного



Испытания на динамическую водопроницаемость в ИЦ «Фасады-СПК» НИИСФ РААСН

оборудования МГСУ. Проводятся испытания оконных блоков на базе компании ТБМ. Однако специализированных испытательных центров уровня IFT Rosenheim, способных проводить тестирование полноразмерных конструкций, кроме ИЦ, на базе НИИСФ РААСН нет. А в условиях современной экономики ресурсов и сложной экономической ситуации, вероятно, и не будет в ближайшее время.

Летом прошлого года мы были участниками большой встречи на одном из строительных объектов Москвы. Уважаемый фасадный подрядчик не мог понять, что от него хотят заказчик и эксплуатационные службы... Точку на обсуждении вопроса поставило признание руководителя турецкой компании: «...Мы работаем на российском рынке более 10 лет. Смонтировали более 1,5 миллиона квадратных метров

фасадов, но никогда и никому не предъявляли каких-то протоколов испытаний... Мы – великая европейская компания и только своим именем гарантируем достаточное качество». Комментарии, как говорится, излишни.

3. ОТСУТСТВИЕ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Как правило, одни и те же сотрудники отрасли, поработав у одного из ведущих европейских разработчиков, начинают «ходить по кругу», меняя компании, создавая проектные, монтажные и пр. организации. Встретить высококвалифицированных специалистов на российском рынке весьма сложно. Их перекупают, перепрофилируют, переманивают.

При таком подходе собрать действительно грамотную команду хотя бы про-

Результаты испытаний на динамическую водопроницаемость могут быть и отрицательными



ектировщиков может себе позволить далеко не каждая организация.

Если в середине 2000-х годов наблюдался существенный рост фирм, повышался уровень сложности заказов и качество их исполнения, то в течение последних года-полтора даже известные и опытные фасадные подрядчики «порадовали» обилием ошибок и промахов. В силу специфики работы эксперта мы, конечно, не имеем права привести конкретные примеры, но четкая тенденция на снижение уровня качества при проектировании и монтаже светопрозрачных фасадных конструкций явно прослеживается.

Вместе с двумя ранее перечисленными проблемами это ставит отрасль на грань выживания не только и не столько из-за экономических неурядиц. Хотя для организаций, осуществляющих техническое сопровождение и экспертизу, это даже неплохо, так как резко повышается востребованность нашей работы.

ИСПЫТАНИЯ ЗА РУБЕЖОМ

Проведения испытаний в зарубежных центрах вызваны в первую очередь невозможностью их исполнения на территории России. Как уже отмечалось ранее, испытательных стендов и квалифицированных специалистов в стране мало, возможности проведения испытаний ограничены. За год мы проводим тестирование 15–20 фасадных конструкций, т. е. технические возможности ИЦ «Фасады СПК» практически на пределе. При этом большинство зарубежных консультантов рекомендуют проведение испытаний по стандартам,

максимально приближенным к европейским. Кроме того, зачастую требуется провести тестирование образцов сложной геометрической формы с большим количеством элементов конструкции, с высотой испытываемого фрагмента до 12–15 м... при этом заданная ветровая нагрузка также может быть весьма существенной. Известны случаи, когда по результатам продувки в зарубежном центре для объекта в Санкт-Петербурге назначалось значение ветровой нагрузки более 7200 Па.

Вкратце остановимся на определении этого параметра. Назначение ветровой нагрузки – важный аспект при проведении испытаний. Определяется значение по результатам продувки в аэродинамической трубе или компьютерного моделирования. Как правило, для большинства высотных объектов России продувка производилась в зарубежных лабораториях, таких как RWDI (Канада) и BMT FM (Англия). В России известны результаты работы аэродинамических труб в ЦАГИ, МГУ, Новосибирске. К сожалению, данные, полученные расчетным методом, сегодня не имеют столь большой статистики сопоставлений с результатами моделирования в аэродинамической трубе.

После выполнения моделирования (продувки) в аэродинамической трубе по полученным аэродинамическим коэффициентам назначаются значения ветрового давления. При этом должно быть подтверждено достижение автомобильного режима, при котором обеспечивается независимость этих коэффициентов от числа Рейнольдса (скорости потока)

и проанализировано распределение коэффициентов давления на поверхности модели при различных углах потока. Как правило, адаптацией проведенных за рубежом исследований занимаются специалисты ЦНИСК им В. А. Кучеренко, являющиеся при этом авторами российских нормативных документов в данной области.

Мы, обычно, имеем дело с уже назначенными значениями максимального ветрового давления.

Перед проведением испытаний в иностранных ИЦ предварительно подготавливается их методика, учитывающая требования как зарубежных, так и действующих российских нормативных документов. Лаборатория, в которой проводятся испытания, должна подтвердить компетентность специалистов и метрологическое обеспечение используемого оборудования. В проведении испытаний участвуют специалисты от ведущих российских профильных организаций и представители заказчика.

За последние пару лет были проведены серии испытаний в ИЦ компаний «Гартнер» (Германия), «Пермастелидзе» (Италия), «Юанда» (Китай). Не всегда результат испытаний полностью удовлетворяет заказчика, однако совместная работа позволяет в результате достигнуть разумного компромисса и обеспечить полное соответствие требованиям проекта.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ МЕТОДИК В РОССИИ

До недавнего времени мы скептически относились к испытаниям на динамическую водопроницаемость, активно используемым в странах Евросоюза. Методы этого тестирования регламентированы EN 13050 «Определение динамической водонепроницаемости ограждающих конструкций».

Этот стандарт фактически подтверждает возможность конструкции выдерживать тропический ливень одновременно с ураганым ветром. Если для испытаний на сопротивление ветровой нагрузке все понятно, то применить эти требования к условиям российских климатических зон сложно. Таким воздействиям могут подвергаться отдельные районы Дальнего Востока, Камчатки, Северо-Западного региона России.

Тем не менее в 2013–2014 гг. сразу несколько зарубежных компаний обратились в НИИСФ РААСН с просьбой про-



Натурный образец в компании ShenYang Yuanda Aluminium Industry Engineering Co., Ltd, Китай



Испытания на динамическую водопроницаемость в ИЦ компании ShenYang Yuanda Aluminium Industry Engineering Co., Ltd, Китай

вести комплекс испытаний на сопротивление динамической ветровой нагрузке. Стандарта на эти испытания в России на тот момент не имелось, оборудования также. НИИСФ РААСН был разработан комплекс испытательного оборудования, полностью удовлетворяющий требованиям EN 13050. Был разработан СТО 02495359-3.001-2014 «КОНСТРУКЦИИ ФАСАДНЫЕ СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ».

Нами проведены несколько серий экспериментов, пока, правда, под эгидой научно-исследовательских работ. Велико же было наше удивление, когда эксперименты выявили странную закономерность – конструкции, благополучно проходившие все испытания на воздухо-, водопроницаемость и сопротивление ветровой нагрузке, «протекали» при проведении тестирования на динамическую водопроницаемость. При этом при проведении аналогичных испытаний в зарубежных центрах результат был

неизменно положительным. По данным наших иностранных коллег, только 1 из 4–5 светопрозрачных фасадов показывает отрицательный результат при проведении испытаний. Российский опыт пока 100% отрицательный. Что послужило причиной столь характерного показателя, пока непонятно. Либо неготовность отечественных монтажников к столь ответственному испытанию, либо недостаточная квалификация проектировщиков именно испытанных систем, либо недостаточная технологическая дисциплина.

В настоящее время специалистами нашего центра проводятся исследования целого ряда параметров светопрозрачных фасадных конструкций,

отвечающих за климатическую применимость той или иной системы. Это и термические деформации конструкций, и изменения воздухопроницаемости при климатических воздействиях, и возможность использования новых разработанных для российских условий конструкций для различных климатических регионов. Так, например, специально разработанная деревоалюминиевая система одного из ведущих европейских партнеров успешно прошла испытания для условий Урала и некоторых регионов Сибири. В первую очередь разработанные методики и оборудование были запатентованы, чтобы исключить нездоровую конкуренцию со стороны любителей чужих инноваций. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Верховский А. А., Брешков Р. В., Нормативная база и методы испытания фасадных конструкций. Светопрозрачные конструкции, № 1–2, 2009 г.
2. Верховский А. А., Шеховцов А. В., Нанасов И. М., Энергоэффективность высотных зданий // Высотные здания, октябрь–ноябрь, 2011, с. 96–101.



Заново изобретая лифт

Подняться на высоту более 500 метров – сложная задача для организации непрерывного движения лифта. В этом случае не подходит использование шаблонных методов. Поэтому компания KONE разработала новую инновационную спускоподъемную технологию KONE UltraRope™.

Материалы предоставлены компанией KONE

Современные строительные материалы и техника позволяют возводить сверхвысокие здания. Однако чем выше небоскреб, тем больше пересадок приходится делать поднимающимся с первого этажа. Одной из проблем в организации непрерывного движения лифта с нулевого или подземного уровня вверх становится вес тросов, ограничивающих высоту подъема кабины. Ведь чтобы лифт мог добраться до верхней точки строения, потребуется несколько километров стальных канатов, так как только для того, чтобы просто удержать тросы, используются дополнительные тросы. Поэтому большинство сверхвысоких зданий имеют промежуточные вестибюли для пересадки пассажиров на другие лифты, которые повезут их выше в небо.

Масса одного движущегося лифта со стальными тросами может достигать 27 000 кг. Это эквивалентно подъему десяти внедорожников вместе с лифтом. При использовании KONE UltraRope™ вес снизится до 13 000 кг.

В будущем технология KONE UltraRope™ позволит проделать путь от первого этажа до пентхауса в здании километровой высоты непрерывно. Этого удастся достичь благодаря тому, что трос с сердцевинной из углеродистого волокна, обернутый уникальным жестким покрытием с высоким коэффициентом трения, стал достаточно легким и составляет около 19% от веса обычного стального каната аналогичной прочности.

Стоит также отметить, что механизм KONE UltraRope™ совместим со всеми другими решениями KONE для высотных зданий, что позволит заменить в старых высотках обычные тросы на современные. Эта новая технология делает эксплуатацию лифта и экономически более выгодной с увеличением высоты. Например, в 500-метровом здании использование KONE UltraRope™ сокращает потребление энергии на 15%, по сравнению с механизмом с обычным тросом. Ну а при подъеме на 800 метров ее экономия составит уже больше 40%.

Проще говоря, новая технология позволяет существенно сократить общий вес перемещаемых вверх или вниз масс каждый раз, когда в небоскребе кто-то вызывает лифт. Меньший общий вес конструкции, соответственно, означает снижение энергопотребления и эксплуатационных расходов.

«Мы переживаем период грандиозных изменений, – считает Антти Иконен, руководитель проекта UltraRope. – В некотором смысле мы заново изобретаем высотный лифт».

ОСНОВНАЯ СИЛА

Впервые идея создания троса на основе углеродистого волокна появилась в KONE в 2004 году. С тех пор его многократно и тщательно тестировали как в лабораториях, так и в реальных условиях. Были проведены испытания на предел прочности при растяжении, износостойкость при изгибе, сроки старения материала и устойчивость к воздействию экстремальных температур и влажности – и это лишь некоторые из качеств, которые исследовали специалисты KONE.

Продукты на основе этой революционной технологии уже используются и в ряде других отраслей промышленности, включая авиацию и производство спортивного оборудования.

В отличие от стали углеродистое волокно не ржавеет и имеет исключительно длительный срок службы – вдвое больше, чем у обычных стальных канатов. Его твердые структуры не уплотняются и не растягиваются, а благодаря специальному покрытию из эпоксидной смолы не требуют смазки от истирания. В то время как обычные лифтовые тросы нужно менять через регулярные промежутки времени (задача не из легких в высотном здании), использование новой технологии обеспечивает удвоенный срок службы троса. Компания KONE также разработала системы мониторинга его состояния в режиме реального времени.

Технология KONE UltraRope™ может гарантировать пассажирам максимально комфортное передвижение. Ее использование помогает снизить уровень шума, обеспечивает плавный разгон и торможение кабины и ее точное выравнивание. Она также позволяет сократить время простоя лифта при сильном ветре, так как углеродистое волокно резонирует на совершенно другой частоте, чем сталь и большинство других строительных материалов.

Технология KONE UltraRope™ также позволяет снизить негативное воздействие на окружающую среду.

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

Большинство основополагающих технологий в области лифтового оборудования, к примеру, система безопасного торможения и электропривод, уже были известны

на момент основания KONE в 1910 году. Но в KONE постоянно уделяют большое внимание усовершенствованию и модернизации существующих технологий, а также разработке и внедрению собственных. По версии журнала Forbes, компания KONE является производителем самых современных лифтов и эскалаторов.

Развитие новых идей – это задача не только для инженеров научно-исследовательских центров компании. «Предложение инноваций является обязанностью каждого, – говорит Джузеппе Биларделло, руководитель отдела технологий и научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок. – Наш девиз: «Идеи создают не компании, а люди». Обсуждения и обмен мнениями – важная часть процесса, каждый член нашей команды может уверенно и свободно выражать свои мысли. Очень важно то, что идеи по улучшению качества продук-



Решения KONE для Kingdom Tower

29 лифтов KONE MiniSpace™
21 лифт KONE MonoSpace®
7 лифтов KONE Doubledeck
8 эскалаторов KONE TravelMaster™ 110
Система управления назначения KONE Polaris™
Дисплеи KONE InfoScreen
Система дистанционного мониторинга KONE E-Link™

ции или методов работы фирмы исходят от всех сотрудников компании KONE».

Каждый может подумать о том, как упростить свою работу или решить ту или иную проблему. Например, большинство тестовых лабораторий лифтового оборудования размещено в высотных наземных башнях, однако в компании KONE для тестирования высотного лифтового оборудования активно используют шахты, расположенные глубоко под землей.

Поскольку команды специалистов центров научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок находятся в семи разных странах, охватывающих несколько часовых поясов, в KONE используют систему онлайн-общения, чтобы обсудить, оценить и построить концепции своих идей виртуально. Иногда, когда внимания требует какая-либо конкретная тема, чтобы собрать новые идеи, компания организует конкурс инноваций.

Также важную роль в инновационном процессе играет учет мнений и запросов потребителей. День открытых дверей, который теперь проводится ежегодно, дает возможность сотрудникам KONE, работающим в продажах или отделах поддержки пользователей, внести свой вклад в процесс работы научно-исследовательских центров компании.

Лифты KONE

для самого высокого здания в мире

Лифтами KONE оснастят и башню Kingdom Tower, которая по окончании строительства в 2018 году поднимется на высоту более одного километра. В башне разместят офисы, отель Four Seasons, обслуживаемые и жилые апартаменты, а также самую высокую в мире смотровую площадку.

Компания установит в небоскребе 65 лифтов и эскалаторов KONE, а также снабдит его новейшими разработками. Это здание будет иметь самые быстрые в мире двухэтажные лифты, передвигающиеся со скоростью более 10 м/с, а также единственный в мире лифт, способный на непрерывный подъем на высоту 660 метров. Его работу обеспечат за счет революционной технологии KONE UltraRope™. Компания KONE также будет осуществлять техническое обслуживание и ремонт оборудования в течение первых десяти лет эксплуатации.

«Мы были очень впечатлены инновационными решениями KONE для высотных зданий. Это еще один краеугольный камень строительства объектов подобного масштаба, и мы с нетерпением ждем создания этого во всех отношениях выдающегося небоскреба», – говорит Мониб Хамуд, генеральный директор компании Jeddah Economic Company (JEC), занимающейся разработкой проекта Kingdom City. ■

ЗАО «Коне Лифтс»
125284, Москва,
Ленинградский проспект, д. 31А, стр. 1
Тел.: +7 495 580 48 08
Факс: +7 495 580 48 09
www.kone.ru

IN BRIEF (p. 8)

HOURLASS FOR VIENNA

Rotterdam firm MVRDV has won a competition to design an addition to the skyline of Vienna, proposing a new hour-glass-shaped tower that will be located between the airport and the historic Gasometers.

Due to its trapezoidal plan and its proximity to the metro station, the site was initially restricted in height to constructions of 75m high or less. MVRDV proposed a more compact and efficient square layout but with greater volume. The architects minimized the impact of the building's shadow on its surroundings, by designing the lower 10 storeys into a twist. The proposed hour-glass figure will open up views towards the Gasometers and the rest of the city.

Winy Maas, co-founder of MVRDV, says: "It is nice to see that if we take the two hours cast shadow regulation seriously we are able to create an unprecedented tower. A tower with a slender 'taille'. Isn't that the classic definition of beauty?"

The twist will help to brighten the lower part of the tower and connects it to the plaza below. Functioning as a syphon, it will divert the frequent autumn winds, keeping them away from the plaza and the metro station entrances.

Due to it flexible structural design, the storeys can be developed into housing or a wide variety of office configurations, from open plan to smaller space divisions. The individual storeys, placed in the curving 'waist' of the building, will include generous outside spaces, connected to one another by external stairs. The combination of square and twisted plan layouts throughout the tower's height, will lead to a celebration of the unique Viennese mixture of urban blocks and towers.

The TurmMitTaille will be built in a cost effective structure of composite columns and concrete slabs. The steel and glass façade will include windows that open and full-height French doors in order to allow natural ventilation.

MVRDV

BOSTON ASPIRES SKYWARD

Construction is underway for a new 61-storey residential tower in Boston's historic Back Bay neighbourhood. Known as the Four Seasons Hotel & Private Residences at One Dalton Street, the \$700m tower, designed by New York architect Pei Cobb Freed & Partners (PCF&P) with Cambridge Seven Associates, will house a 211-room hotel on the lower 20 floors with residences above.

"For the architects, the redevelopment presents a fascinating design challenge", said Harry Cobb of PCF&P, who also designed the John Hancock Building, which, at 60 storeys is currently Boston's tallest structure. "The project allows us to consider once again how a tall building, together with the open space it frames, can respond creatively to the need for growth while

showing appropriate respect for its historic urban setting".

Shaped as a soft triangle in plan and sheathed in low-reflectance high performance insulating glass, the building rises from a granite-and-glass base containing the condominium lobby and the public rooms of the hotel. Glass screened incisions in the tower's facade animate the building volume while accommodating operable windows on the condominium floors, the upper levels of which feature balconies.

The project is part of a master plan that includes 30 Dalton, a 27-storey residential tower designed by the same team. The two buildings will be linked by a 5,000 square foot park designed by Michael Van Valkenburgh Associates.

Completion of the project is slated for 2017.

**Pei Cobb Freed & Partners
Architects LLP**

UPCYCLE FOR SEIFERT ICON

One of London's most infamous landmarks, Centre Point tower at the east end of Oxford Street designed by Richard Seifert in the sixties begins its transformation to a second life today. Rick Mather Architects and Conran and Partners will create 82 exclusive residential apartments from the former office building for property developer Almacantar,

The building, including its highly acclaimed concrete fenestration, will undergo a full redevelopment. The changes have now been approved by Camden Council, and are supported by English Heritage and will respect the history of the original building, erected in 1966 on St Giles Circus.

The scheme has been enabled by the London wide relaxation of planning rules for change of use from commercial to residential in 2012.

Initially branded as a "White Elephant" by Londoners when completed in 1966, due in part to missing the property cycle, remaining stubbornly tenant-free for decades, its fortune changed for the better in 1995 when it was listed Grade 2.

Martin Clarke, Director World Concrete Forum reinforces the current industry mood: "This is great news about the next phase in the life of Centre Point 50 years on from its construction. The slender smooth iconic building – once so unfairly vilified – joins a growing number of concrete structures benefiting from deep renovation," adding, when asked about the building's suitability for its new residential life, "Centre Point's existing mass concrete walls and floors will ensure thermal comfort and efficiency plus fantastic sound and vibration insulation, perfect for the new apartments."

As well as the tower's rebirth, a series of retail outlets, restaurants, bistros and open space will be built at lower levels and inside the bridge link – a walkway that connects Centre Point Tower to Centre Point House. The bridge link, with its floor to ceiling windows, and an open terrace will overlook New Oxford

Street, Oxford Street and St Giles Circus from above ground level. The route to Covent Garden from Centre Point will be pedestrianised, with Centre Point being the natural 'hub' between four of London's most dynamic neighbourhoods: Soho, Covent Garden, Bloomsbury and Fitzrovia.

Gavin Miller, Co-Partner, Rick Mather Architects comments: "We are delighted that the new public square is going ahead, it's the key piece in the jigsaw: a major new square for central London, a destination at the eastern end of Oxford Street and with improved connections to Covent Garden, The British Museum, Tottenham Court and Charing Cross roads."

During construction, the building will be wrapped in artwork prints designed by the global fashion and design company Eley Kishimoto, which will capture a 1960s design and architectural flare. The creation, will take six months to erect and a further six months to take down.

Kathrin Hersel, Development Director, Almacantar, comments: "The start of construction at Centre Point is a pivotal moment for a scheme which has been more than three years in the making. The project will breathe new life into this landmark, giving it a sustainable and exciting future for the benefit of all Londoners and visitors to the capital."

Works are expected to finish in the second quarter of 2017.

Rick Mather Architects

QUEENSLAND'S RIVER RESORT

Destination Brisbane Consortium's design concept is one of two being considered for the integrated resort development in the Queen's Wharf Brisbane district. The Consortium that comprises Echo Entertainment Group, Far East Consortium and Chow Tai Fook Enterprises and Cottee Parker Architects – lead designers of the core integrated resort – brings together a unique collaboration of international and local designers to merge sub-tropical lifestyle and world-class architecture.

Queen's Wharf Brisbane presents a significant opportunity to create an integrated resort development in an integral part of the Brisbane city centre. The project will connect the South Bank, the CBD and Queen Street Mall by building a new pedestrian bridge and offering 1.2 km of open riverfront experience.

The design includes an elevated 'sky deck', inspired by the Queenslander architecture and designed to offer a 360-degree view of the river and the city. It also features premium hotel brands, including Ritz-Carlton and Rosewood, restaurants and cafes, function spaces and a rooftop moonlight cinema.

By reclaiming the city's greatest natural asset, the riverfront will become a global attraction in its own right and a stage set for festivals and events.

The proposal aims to celebrate the birthplace of Brisbane through adaptive reuse of all historical buildings and

increase tourism by delivering 1.39 million additional overnight visitors each year.

Cottee Parker Architects

FLYING GARDEN READY TO TAKE OFF

The designs for the Flying Garden Tower project, released by Coop Himmelbl(l)au will form part of the Gateways Gardens district in Frankfurt, Germany.

The building will be located in the urban district development Gateways Gardens that is part of Frankfurt Airport City, one of Europe's main transportation hubs.

With its outstanding profile and polygonal shape, the Flying Garden Tower is a 67 m tall building, easily recognisable from any part of Frankfurt Airport, as well as from the nearby motorways. This makes the Flying Garden Tower a highly visible landmark for this new district.

The interaction between architecture and sustainable design of the Flying Garden Tower answers specific requirements of the location and offers technological solutions to the preservation of the local environment.

The elliptic shape and orientation of the building optimise its climate efficiency: the east and west façades are mostly exposed to solar light, so they are protected by the buffer zone of the atriums, as tall as the building itself, and with suspended 'flying' gardens. In the east and west areas are also located conference and meeting rooms.

Also the north and south façades are optimally aligned in terms of energy efficiency: the flexible and adaptable spatial concept enables office cubicles, private and open-plan offices, and bull pens.

**COOP HIMMELB(L)AU Wolf D. Prix
& Partner ZT GmbH**

CHAMPIONS CUP

ARK (Reza Kabul Architects) has shared its latest design with WAN. The literal concept is dedicated to the Sri Lankan Cricketers that won the 1996 World Cup and is comprised of four cricket bat shaped structures with a cricket ball balanced between the handles. The team has selected Colombo as the location for this project.

The mixed-use form – named 96 Iconic Tower – blends residential units with retail outlets and public space, rising to 96 storeys. Public parking and vehicular drop-off can be found on the lower ground floor, with lifts to the south leading to the ticket counter for the Observatory on the 92nd level and the Sri Lankan Cricket Legends Museum on the 93rd floor.

Above this are four levels of retail outlets totaling 8366 sq m connected by 18 escalators. Levels 4 and 5 host a multiplex cinema with capacity for 1,420 viewers. A separate entryway on the ground floor leads to the residential lobby where there are 4 lifts for the residents and a further two for domestic staff.

These lifts lead to a second residential lobby on the sixth floor which is also the location of the covered residents' parking. Further parking for residents can be found on levels 7–12.

There are two entertainment decks within the 96 Iconic Tower (levels 14 and 66) which include: a library; indoor gaming centre, business centre, jogging track, children's play area, outdoor play area, lounge and coffee shop, gym, spa, outdoor yoga area, and sky decks.

Levels 15–49, 51–64 and 67–90 are dedicated to residential developments, and there are seven service floors in total. There is also a revolving restaurant on levels 94 and 95, plus an indoor cricket training academy on the top storey, level 96.

ARK

(Reza Kabul Architects Pvt Ltd)

SUPER TOWER FOR THAI CAPITAL

Developer G Land has revealed details of a new high-rise tower planned for Rama IX Road in Bangkok. The 125-storey tower is due to rise in the city's latest Central Business District and will offer the first 24-hour office facilities in Bangkok.

This glossy form is the latest in a wave of new construction projects across the city and G Land has looked to rise ahead of the competition – literally – by pitching a tower that reaches 615m in height. If realized, this would make the so-called 'Super Tower' the tallest building in Bangkok.

Details of the design are few and far between at this point in time, however the developer has revealed that the project will include an open-air multipurpose plaza above modern conference facilities, plus retail arcades set within a low-rise building flanking the main tower.

A six star hotel is also on the cards, as is a range of dining venues and an enclosed observation deck. The team will aim for LEED Platinum certification.

WAN

LEAFING THROUGH THE SKIES

Centrally located between Jakarta's city centre and the international airport, Ciputra International, designed by international architecture practice Aedas, will set a new benchmark for premium development in the city.

The masterplan consists of a mixed development of six office towers, three high-rise apartments, a retail complex and a five-star hotel with ballroom facilities, all connected via a ring boulevard with lush landscaping that cascades down to a central open plaza.

Designed by Steven Thor, Aedas' Executive Director, the organic forms and masterplan derived their inspiration from a palm leaf motif. Buildings are progressively positioned in an outward manner to maximize porosity and views and allow prevailing winds to flow through the development to keep it cool and comfortable.

Inspired by the leaf's feathery, the open structure allows it to withstand strong winds and efficiently channel water into the heart of the 'palm tree'. The boulevard represents the sturdy stem from which the leaves are attached just as the buildings and their roadways connect to the central axis for clarity and ease of connectivity.

The architecture is contemporary and progressive, with a landmark gateway at the entrance formed by the five-star hotel and office tower, presenting a bold statement befitting the development.

Aedas

SMART CITY FOR NINGBO

The Hong Kong office of Paul Davis + Partners has released images of a 120,000 sq m mixed-use development in Ningbo, China. The scheme has been designed by Gao Investments and will blend residential units with retail outlets and commercial developments.

Four office towers and a low-rise office campus form a 'central zone' whilst a number of commercial units or high-end villas can be found in a separate 'riverfront zone'. Paul Davis + Partners has striven to create a human scale throughout the masterplan with public spaces and gentle landscaping across the site.

Ningbo has a strong economic history having been a trade city on the Silk Road for more than 2,000 years. In recent years, a number of Economic and Technological Development Zones have arisen across the city, focusing on hi-tech industrial technologies and cutting-edge developments.

This new masterplan by Paul Davis + Partners offers a variety of commercial offices to appeal to a diverse range of businesses. The firm is working on multiple projects in the city totaling approximately 500,000 sq m.

Paul Davis & Partners

GARDENS IN THE SKY

The dynamic exterior of the 65-storey mixed-use Lotte Center Hanoi tower – designed by global architecture and design firm Callison – celebrates the cultural heritage of Vietnam by following the lines of the unique Vietnamese long-dress, the Ao Dai.

The facade is defined by pairs of bold vertical lines flowing upwards, reaching out towards the sky to represent Vietnam's growing influence in Asia.

The centre, which opened on 2 September, actually comprises two independent towers connected by a form-defining spine of sky garden atria, which provide access to daylight and panoramic city views. The atria span four (office floors) and six (residential) floors and serve as communal community gardens.

"Sky gardens, within speculatively developed, mixed-use towers, offer unique community spaces and much needed relief in high-density, urban settings," said Matthias Olt, Callison Design Director in Seattle and the firm's Director of Sustainable Design.

"By incorporating framed garden views in the architecture, they are also a nod to the Vietnamese design vernacular, such as the historic garden houses of Hue."

The two-towers-in-one scheme is unique: the continuous atria design conjoins and separates distinct building functions of commercial offices, a shopping mall, a 5-star hotel, serviced apartments, and a public viewing deck.

The 267-metre, 2 million sq ft structure is Vietnam's second-tallest tower and is located in the capital city's embassy district and serves as a cultural landmark for visitors and residents alike.

"Lotte Center is an elegant, iconic tower in the new Hanoi skyline and the first sustainably designed high-rise in Vietnam," said Bill Lacey, Callison Chief Design Officer in Los Angeles.

Annual solar heat gain is minimised by the tower's deliberate orientation, while the base of the tower was built using high-performance, low-temperature and low CO₂-emitting concrete technology. The geometric insertion of sky garden atria leads to a 70% reduction in electrical lighting use, as compared to a tower without atria.

Its orientation also maximizes the natural ventilation benefits as a result of its exposure to prevailing winds. But the sustainable features don't end there: membrane bioreactors for waste water treatment have been built into the basement where all sewage will be treated on site.

Callison

ROCHE CORPORATE HEADQUARTERS

Herzog & de Meuron has revealed plans for the 3 billion Swiss franc (£2.5 billion), 10-year redevelopment plan for the corporate headquarters of Swiss pharmaceuticals company Roche in Basel.

The investment will fund the construction of a new research and development centre for around 1,900 employees, a state-of-the-art office building for up to 1,700 employees, upgrading of infrastructure and renovating the historic office building designed by Swiss architect Otto R. Salvisberg.

Many of the existing office and laboratory buildings no longer meet present-day requirements for modern, sustainable workplaces and need to be removed. Furthermore, even after staff move into Building 1 – already under construction – at the end of next year, around one-third of the 9,000 staff who work in Basel will still be in rented properties around the city. Herzog & de Meuron's development plan foresees bringing a large part of the Basel workforce together in modern laboratories and offices on the main site on Grenzacherstrasse.

"The planned consolidation of the existing industrial site will eliminate the need to build over green zones," said Jürg Erismann, Head of the Basel/Kaiseraugst site.

"Instead, Roche will be making more efficient use of those parts of the site that have already been developed but cannot be expanded. Sustainability is a top priority for all our construction projects," he added.

Assuming a comparable number of workplaces, the energy used in Building 1 will be only one-fifth of the amount consumed in the 40-year-old Building 74, which will be replaced with the new research centre. This will comprise four integrated office/laboratory buildings of different heights and will

be designed in consultation with the R&D team to ensure scientists' needs are fully met. The new buildings will contain 950 office and 950 laboratory workplaces that meet state-of-the-art requirements and are due to become operational between 2021 and 2022.

The high-rise, 205m Building 2 – expected to be ready for occupation in 2021 – will be located in the inner areas of the Roche site so as to safeguard the quality of neighbouring residents' living conditions. All buildings at the perimeter of the site will therefore be low rise.

Herzog & de Meuron

53W53 CLOSER TO REALIZATION

The New York office of the international real estate firm Hines announced this month that it has closed on the purchases of air rights necessary to build 53W53, a luxury residential tower located next to MoMA. The project has been designed by Jean Nouvel with interiors by Thierry Despont.

The project partnership also closed on an \$860m construction loan and finalized a guaranteed maximum price (GMP) contract with Lend Lease, making construction of the project imminent.

The Corcoran Sunshine Marketing Group has been engaged to market the project and a sales gallery on Fifth Avenue will open in early 2015.

53W53 will span the width of the block from 53rd to 54th Streets. The 1,050ft tall, 82-storey tower will house 140 luxury residences and 28 serviced apartments, and offer an extensive menu of luxury amenities.

The new tower will also raise high above a 39,000 sq ft expansion gallery and public space for MoMA on the lower floors.

"More than a decade of planning has gone into setting the stage for this architectural masterpiece. The building's singular elegance will be valued by future residents and treasured by New Yorkers and visitors as a new international design landmark", commented Hines Senior Managing Director Tommy Craig.

Hines will partner on the project with Goldman Sachs. The partnership has entered into a joint venture agreement and equity partnership with Pontiac Land Group, a Singapore-based real estate developer and investor.

Ateliers Jean Nouvel

OVERVIEW Aerodynamics of Tall Buildings: Practical Guide for Dummies (p. 22) TEXT BY MARIANNA MAEVSKAYA

Even ancient philosophers and builders considered the peculiar effect that wind had on high-rise structures and significant

vertical lines. Practical tips helping to manage the specific of wind loads in certain areas were passed on from generation to generation. Over the centuries this practical approach remained the only mean for people to take into account the effects of the air flow during construction and operation of high-rise buildings. The possibility of preliminary forecasting and research to underpin the design of any high-rise building became possible only with the development of engineering, physics, and in particular the aerodynamics in the 20th century.

BASIC CONCEPTS

Aerodynamics as science is traditionally considered to be related to flights and the aviation industry in the first place. In the second place, it is related to the vehicle manufacturing industry. And it is only then when it comes to studying aerodynamic forces that affect buildings. And if earlier the specific influence of wind on the unique vertical lines of buildings were accounted for at random and almost blindly, that periodically led to the need to go to rebuild and improve the erected designs, then when mass high-rise construction became widespread it got vitally important that the aerodynamic component of general engineering and technical design of the building was taken into account.

To better understand the topic of the discussion let us refer to the terminology. Most reference books define aerodynamics as a branch of air flow mechanics that studies the laws of motion of gas (e.g.: air) and the forces that arise on the surface of the body that is surrounded by the gas. The main objectives of aerodynamics are to determine the forces that act on the body that is surrounded by gas, to distribute the pressure on its surface and the velocity of the gas that bypasses it. The notion of an “aerodynamic force” refers to a force that the gaseous fluid communicates to the surface of the object that is enclosed in it. The calculations take into account the total aerodynamic force (aka “full flow resistance”) that falls into flow resistance, ascending and lateral forces that are perpendicular to the former two ones. In architectural structures it is important to consider the aerodynamic impact to optimize the nature of enclosure structures and to make up for the efforts that have devastating effects on the building.

In its turn the aerodynamics of buildings is defined as a scientific discipline that studies the air flows that arise around structures and inside them. The flows move under the wind action and the temperature difference between

the indoor and outdoor air, the ventilation as well as under the environmental effects on the building. When considering the issues of aerodynamics of high-rise buildings and structures, architects and engineering specialists have to consider the peculiarities of formation of turbulent currents around the structure that are considered at different altitudes.

HISTORICAL BACKGROUND

The discovery of the Swiss scientist of the 18th century Daniel Bernoulli is considered the basic principle of aerodynamics. He proposed that the fluid velocity (air perceived as a fluid during that period) was inversely proportional to its pressure. Later on this principle (the count of an upwards lifting force) laid basis to the projects that made it possible for the man to fly into Earth’s atmosphere and when the speed of land transport increased it would work in the car industry.

Aerodynamics as a separate discipline owes a lot to the modern Russian scientific school. A significant part of the important principles was formed by N. E. Zhukovsky and his disciples. It was in the Russia of the beginning of the 20th century where many basic principles of applied aerodynamics that allowed early aviation to develop were defined and put into scientific practice. In 1919 it was Zhukovsky again who made important generalizations of the researchers from different countries in this area; this significantly promoted the entire scientific discipline and extended the scope of its practical application. The consideration of aerodynamic forces became necessary when new building technologies that led to the construction of high-rise buildings around the world got widespread. On the basis of the research of the first half of the 20th century the domestic aerodynamics started using methods of theoretical calculation that significantly reduced the costs of testing of new mechanisms as well as the very need for running practical tests in the wind tunnel; this also referred to the high-rise structures of different design.

At the beginning of the 20th century certain features of high-rise construction were determined empirically on the basis of practical knowledge, trial and error. The architecture of this period stood out for its focus on a larger strength reserve than what is generally accepted today. Gradually they would invent and master new construction technologies, they would increase the height and many consequential technological decisions would be calculated with a margin, just in case. With the increasing number of storeys in modern cities the calculation of aerodynamic performance would become more important as during the construction of tall buildings with a relatively large area of the suspended wall elements or windows the builders faced unexpected difficulties. At high altitudes where the wind speed reached significant values in some places windows and cladding panels were simply torn off the facades. The reason for this behavior of initially

strong structures was the unaccounted aerodynamic force that occurred when air currents bypassed the structure. The flow mechanism of such a force is similar to the mechanism of occurrence of the lift force when the top edge of an aircraft wing is bypassed. To eliminate the drawbacks of the design solution the engineers had to provide significant support for the structural parts in the right places or a system of failing compensation for the resulting forces. The world’s fashion for skyscrapers made the calculation of aerodynamic loads a generally required mode of high-rise construction.

The importance of aerodynamic parameters in the design of high-rise structures was particularly evident with when the ideas of international architecture got widespread. It offered some “universal” design solutions for any corner of the world. The construction of skyscrapers that were similar in form in different parts of the world triggered the development of some universal methods of structural calculation of high-rise buildings. But in practice it turned out that the adaptation of geometrically simple prismatic shapes of high-rise designs to the specific climatic features of the site had a significant impact on the final design and appearance of the building. The versatility of the aerodynamic effects was directly related to the external shape of the structure under construction. In the 1960–1970ies the vast majority of skyscrapers did not have the three-dimensional complex outline; that is why the estimation of the aerodynamic effects did not fall into the category of the primary criteria to define the outer shape of the skyscrapers. The typology of staged towers like the Chicago Sears Towers (442 m, 108 storeys, 1973) were considered the most impressive skyscrapers of that time that required relatively complex aerodynamic calculations. As the structure of the buildings got more complex, the necessary calculations became more complex as well, the degree of mutual influence of the aerodynamic properties and the final appearance of the building increased. In modern practice when complex curved configurations of large shapes and areas appeared, the calculation of aerodynamic loads started to influence the appearance of buildings ever more; as the unplanned weight increase or structural enforcement was immediately reflected on the features of the external appearance of the skyscraper.

THE AERODYNAMICS OF THE SKYSCRAPERS OF THE 19TH CENTURY

Modern architects have become much more attentive to the basics of calculating loads on the building, as there is a sufficient number of examples of when incorrectly calculated or unaccounted aerodynamic loads resulted in it that the newly built skyscrapers had their glass facing panels torn off or some parts of the interior design destroyed. If an extended streamlined design, a skyscraper, in particular, is relatively thin in terms of the flow direction, then

some types of cross section experience an external twisting aerodynamic moment that with the air flow velocity reaching a critical value can cause the destruction of the bearing capacity of the structure. To avoid such problems it is possible to use such shapes of the structure that will reduce the destructive impact on the structure.

Taking into consideration the new knowledge in the field of aerodynamics and the possibility of rapid design of complex structures by means of the latest computer programs since the early 2000ies the shape of a “twisting” skyscraper has become even more popular as far as the typology of shapes of tall buildings goes. Starting with the famous HSB structure of Turning Torso (190 m, 54 storeys, 2005) in Malmo, Sweden, that was designed by the famous architect of modern times Santiago Calatrava the idea of the spiral twist of a high-rise shape has become one of the most prominent and sought after principles in the world’s recent practice of high-rise construction. The geographical spread of this typology is quite impressive: from Scandinavia to Russia, from the Middle East to the United States, across entire Asia and Australia with echoes in Latin America. Many prominent high-rise landmarks were built in this manner. Among the latest most interesting and spectacular skyscrapers there are The Revolution Tower (245 m) in Panama, its shape resembling a corkscrew, with the rotation angle of 360 degrees, the Kuwaiti shopping mall Al Tjaria Tower (218 m), Avaz Twist tower with its mirrored walls in Bosnia and Herzegovina (176 m), the “Evolution” tower (255 m, 50 storeys, total twisting of 135 degrees) in the Moscow City, Infinity Tower (307 m, 80 storeys, 2013) in Dubai (twisting of 90 degrees) ... It is obvious that due to the unconventional configuration of such buildings their calculations with the account of aerodynamic loads is more complicated. Externally light and “soaring” in terms of their outlines skyscrapers may have a very complex system of internal compensation of the forces that arise on the surface of the building or in direct proximity to the facades with a complex configuration. In modern practice to effectively solve such problems they use different damper devices to make up for the resulting force.

As passionate fans of technological innovations the Japanese were the first among their Asian neighbors to turn to the concept of building a skyscraper with inclined twisted planes. The consistently twisting uneven “petals” of the tower of the fashion and design center Mode Gauen in Nagoya (170 m, 2008) very elegantly display the synthesis of technological and artistic principles in modern high-rise architecture. According to its aerodynamic features the skyscraper is one of the most progressive in the entire region. Another significant high-rise structure for the famous fashion Mode Gakuen University, its shape resembling a giant cocoon, was built a little earlier (completed in 2006) in Tokyo. In addition to

the classrooms the 204-meter-high skyscraper contains numerous restaurants, cafes and boutiques. Mode Gakuen Cocoon is one of the twenty tallest buildings in Japan and ranks second after Moscow State University in the list of the highest educational institutions in the world. This building bears the features of several conventional typologies of shapes that are characteristic of the high-risers of the new century: here there is general smoothness and roundness of shapes as well as conjugated faces of different flexion, with sharp angles and edges. In terms of aerodynamics such a structure requires a separate analysis in spots where all main surfaces of the structure are conjugated; this is slightly less efficient than the solutions of the later Nagoya version, however, as far as the artistic features go, the building is no less vivid and expressive.

In some regions tall- and supertall buildings no longer look like separate unique objects, and in some cities they turn into the main building system. According to various sources, in 2011 there were 88 skyscrapers put into operation, their height more than 200 m, whereas in 2005 the number reached 32 buildings only. In 2012 only in China they registered 96 high-rise structures constructed. And among the best buildings of 2012, according to the CTBUH, in the first place was awarded to the skyscrapers with a dynamic twisting outline – twin Absolute Towers (179,5 m and 158 m, the rotation angle of the towers of 208 degrees) in Mississoga, Canada.

When assessing the possible critical values of aerodynamic effects on a building, they generally use a large number of measuring points in the various sections and at different heights. Particularly outstanding pieces of buildings’ outline and offset elements (consoles, spires and so on) are calculated separately. During calculations, in addition to assessing the fixed-set aerodynamic forces and moments that act on the building they use special aerodynamic coefficients that allow analyzing the possibility of temporary phenomena such as “galloping”, “divergence”, “flutter”, “buffeting”. When assessing the impact of air flows on the surface elements of the building they measure overpressure and wind effects of opposite directions, which eliminates an error that is related to the possible presence of “wind passes” inside the building. Therefore, it is quite difficult

to analyze and take into account all the forces on the skyscrapers of unconventionally shaped finishing elements or off-set consoles. The building of the Grand Lisboa hotel and casino in Macau, China (261 m, 2008) can serve an interesting example of such a complex outline configuration of the upper part of a skyscraper. Its architectural solution can simply serve as a universal training tool for the specialists in the field of architectural aerodynamics.

When designing the construction of a high-rise building it is also necessary to understand the probability of wind resonance that arises due to the peri-

odic vortex breakdowns from the surface of the building when the latter is bypassed by the air flow. They estimate the frequency of these breakdowns in relation to the structural frequency of the building. The static instability of a thin-walled building that is bypassed by an air flow is called “divergence”. When testing the structural model in the wind tunnel they determine the critical divergent speed of the building as a whole and its individual elements.

In modern structural design of tall buildings they use both theoretical calculations and model testing in a wind tunnel; this is particularly important for the structures with a very complex surficial configuration. When experiments are run they determine the conditions of galloping; it is a form of dynamic instability of an extended compliant structure when movements are made in a perpendicular direction to the flow, at far lower oscillation frequencies than those the vortex breakdown. The operational mode of a building can be considered safe if the determined critical speed exceeds the maximum wind speed of the wind at the roof level of the building. When the air flow bypasses certain parts of the building a special kind of galloping – “wake galloping” – may be observed. Therefore spectacular sculptural finishing elements of skyscrapers, outstanding façade details and end points of the auxiliary shapes of multiple high-rise complexes require detailed aerodynamic calculations.

When designing high-rise complexes with a developed basement or a system of uneven structures they determine the direction and the velocity of the air flow in pedestrian zones. Along with this they take into account the type of the surrounding area. The pedestrian zone satisfies the conditions of comfort when at a 10-minute averaging interval the airflow velocity at the pedestrian height does not exceed 15 mps. If the figures are higher, then in the pedestrian zone that is adjacent to the high-rise structure there should be special protective devices installed; they will reduce the air velocity. For every location and every climate zone the values of individual parameters are taken into account separately.

It is obvious that from the point of view of its aerodynamic features the configuration of the building is crucial. With the actual construction technologies and materials improving, as well as taking into account the rapidly evolving computer technologies and support applied in estimating various engineering parameters and design modern construction has fundamentally diversified the configurations and shapes of facades under construction.

When constructing high-rise structures in the UAE and neighboring countries they initially consider the temperature and the winds of the desert. As the building density increases the way already constructed structures interact with those under construction gets an important role as the air flows through the surrounding high-rise environment slightly differently than through the level desert, thus forming such danger-

ous destructive effects like buffeting.

In the aerodynamics of high-rise structures the term “buffeting” stands for temporary loads on the building that are formed by the pulsation of the incoming flow. They can be caused by the air turbulence or the variable speed that are formed by the movement around the building in the wake. Buffeting that occurs when similar in their configuration height building are bypassed is the most dangerous. In modern high-rise architecture and construction the most reliable way to assess the frequency and amplitude of the forces that are caused by buffeting is to test models of skyscrapers in the wind tunnel with subsequent recalculation of the results in full scale.

More aerodynamically convenient and optimal skyscrapers are those in the form of monolithic streamlined structures. Such a structure gets additional advantages when the configuration of the building is with maximum precision correlated with the peculiarities of the climate and temperature fluctuations, as well as the peculiarities of the air flow on the site. In the meantime, the absolute symmetry of form does not necessarily provide the maximum simplicity and efficiency of the design solution in terms of aerodynamic loads.

“Penetrable” double facades and sophisticated combination systems of natural and artificial ventilation help to significantly reduce the loads on the building; this additionally reduces the costs of subsequent operation of high-rise buildings. In hot climates it is possible to use external unglazed covers along the entire height of the building as for instance in the twin towers of the Torres de Hercules (126 m) in Andalusia, Spain.

The famous “Gherkin” by Norman Foster – 30 St Mary Axe skyscraper (180 m, 40 storeys, 2001–2004) in London (the best skyscraper in the region 2003), Doha Tower (238 m, 45 storeys, 2005–2012) in Qatar, Murphy / Jahn (best skyscraper in the region 2012) and Torre Abgar (142 m, 39 storeys, 2005) in Barcelona by Jean Nouvel, Flame Towers (190 m, 160 m, 140 m, 2005–2012) in Baku (the new symbol of the city by the HOK company) and many other high-risers clearly illustrate the popularity of streamlined forms in high-rise construction of the last few years that were proposed by the most eminent representatives of modern architecture. In terms of aerodynamics the absence of numerous sharp angles should significantly slightly reduce the goals of resistance against wind loads that arise around skyscrapers at high altitudes. However, the transformation of this trend into a more extreme one that suggests erecting towers with strong inclination or a significant off-set console creates difficulties of another type. In the end this affects the determination of the general aerodynamic features of new high-rise buildings. (For example, as in the Capital Gate hotel, (160 m, 35 storeys, 2014, Dubai, UAE) that was listed in the Guinness Book of Records and entitled “the building with the largest inclination in the world.”)

Flutter reflects the aerodynamic instability when the disturbed motion refers to oscillations with rapidly increasing amplitude. The stability properties depend on the air flow rate: a system that is stable at low speeds becomes unstable after the wind speed reaches a critical value. They distinguish several varieties of flutter.

Classic flutter can be manifested in flexural-and-torsional oscillations, their amplitude when the flow rate reaches a critical value unstably growing. Stall flutter refers to a phenomenon that is called vortex shedding: if there is a poorly bypassed obstacle in the flow, then a vortex trail is formed behind it. At the moment of vortex shedding from the surface of the structure the latter experiences periodic forces that are perpendicular to the flow and that cause significant resonance oscillations at a certain speed. Panel flutter can have a particularly negative impact on enclosure structures of skyscrapers. It refers to intense oscillations within large parts of flat surfaces (areas of façade glazing, metal and synthetic roof covering, etc.). As a rule full-scale simulation of mounting of cover sheets along the contour of the building with subsequent tests in the wind tunnel helps to avoid negative phenomena.

Numerous experiments in the field of eco-architecture have affected most regions where high-rise buildings are intensively constructed. In addition to the techniques that can help to significantly reduce energy costs on the ventilation of skyscrapers and that reduce the need to resist strong wind loads architects use towers with penetrable facades and openings that divide the common aerodynamic forces into several flows. Among the examples of the last years that obviously demonstrate the efficiency of this method we can list the famous “opener” – Riyad Kindom Center (302 m, 2002) in Riyadh and the Metropolitan design hotel tower in Bangkok. The latter is a 69-storeyed building that is divided into three vertical sections, its height reaching 228 meters, that has large pass-through holes in a visually uniform rectangular shape. This shape of the building makes it possible to reduce the risks of having potentially vulnerable parts in the structure in terms of aerodynamics.

As a rule, the finishing details of high-rise buildings such as spires, towers, figured fences, fences of ventilation devices should be considered within separate aerodynamic matters as their flow analysis is only indirectly related to the calculations of the main structure. It is more important to consider additional wall elements of the structure such as balconies, stanzas, elbows on the outline of the structure. All of these details must be assessed in terms of the average wind loads at maximum local velocity of the air flow, as well as checked for the possibility of transient phenomena. Since the visual appearance of a skyscraper is largely determined by its concept and the combination of façade elements, the architect needs to be confident of the competent choice and harmony

between the elements so that he/she can create a truly expressive image. And correct aerodynamic calculations help to adjust the original plan while not only affecting the technical parameters of the project, but also influencing the overall artistic impression. Bitexco Financial Tower (262 m, 2010) in Ho Chi Minh, Vietnam, serves an example of quite amusing experiments of application of offset high-rise elements as the basic artistic element.

As the result of numerous aerodynamic tests that were conducted and calculations for each new skyscraper the team of specialists provides the structural stability and comfort of the subsequent service conditions of the building. In this case they take into account the limited maximum linear acceleration of the upper floor (no more than 0.08 m/s²) and the maximum wind speed on the way to the building.

In 2013 the tallest spiral tower of Cayan Tower in Dubai (310 m, 75 fl., 2013) continued the concept of twisted skyscrapers in Dubai. The construction of the building with such a dynamic outline started back in 2006 but under the pressure of economic circumstances the work was delayed. As a result the skyscraper had its name changed and at the moment lists the eighth tallest completed residential building in the world. The main architectural feature of the high-riser is that from the basis up to the roof its structure is twisted by 90 degrees; this allows one to partially relieve the forces that arise at high altitudes in the region. (See. TB # 2, 2012, “The Endless Tower”.) The tower was designed by the same SOM project team that worked on the creation of Burj Khalifa (828 m, 162 storeys, 2009) and Trump Tower in Chicago. The unusual spiral Dubai skyscraper has universal multifunctioning contents: residential apartments, conference rooms, tennis courts, a swimming pool, a modern gymnasium and a recreational center.

By the way, in terms of its spatial structure the aforesaid tower of Burj Khalifa is a modernized version of a strictly hierarchical skyscraper where in accordance with the certain aerodynamic loads on a particular site and the incredible altitude all the individual components of the main structure have rounded streamlined shapes. The architects of the project had to avoid angles for fear of having unprecedented aerodynamic difficulties as in fact no one had ever built anything at such heights before them. Trump International Hotel and Tower (415 m, 96 storeys.) in Chicago is a North American version of the same typology of high-rise buildings. The monumental hierarchical building is in dialogue with another significant hierarchical city landmark – Sears Tower, but in the new century the account of aerodynamic loads to optimize the graphic and structural solution of the building has led to having smoother outlines and shapes in the skyscraper.

Amongst the most interesting solutions within another very complex high-rise typology in terms of aerody-

namics one should list the Greenland Tower Chengdu project for the city of Chengdu in the South West of China. Adrian Smith and Gordon Gill developed the project of an office and hotel tower in the shape of an extremely complex faceted crystal. (In its illusory fragility and “crystal” appearance with its realistic high structural complexity this project resonates with the Russian tower of Lakhta Center that was constructed several years earlier.) Previously the idea of the efficient, fractional appearance of high-rise facades with complex aerodynamic features of a peculiar shape with a conditional crystal structure was developed by deconstructionists; it was carried out particularly well by Norman Foster in the structure of Hearst Tower (182 m, 46 storeys, 2002–2006) and Frank Gehry in the residential high-rise building in New York by Gehry (265 m, 76 storeys, 2011) in New York. This latest work by Gehry was significantly optimized in terms of aerodynamics in comparison to all his previous “explosive” and scandalous structures; this had no effect on reducing the expression level of the image of the new skyscraper.

A more lapidary version of this skyscraper having a shape of crystal with large inclined surfaces in different planes was proposed by the developers of the Bank of America Tower (366 m, 54 storeys, 2009) in New York. The architects Cook + Fox Architects and Gensler proposed one of the most efficient and environmentally friendly buildings in the world as of late, and the compensation of negative aerodynamic actions of the skyscraper was mainly solved by choosing the inclination angle of façade surfaces.

With a cursory study of a number of high-rise projects and structures of the past 15 years we can rightly note that the consideration of aerodynamic loads has a significant impact on the typology of design solutions of high-risers. In fairness we should mention that aerodynamic loads are only a part of a great many engineering parameters that must be taken into account when designing a building. And without the help of a wide range of engineering and technical specialists it would be impossible to erect such spectacular and memorable high-rise landmarks. ■

FACILITY
Wujiang ‘Breathing’ Tower
(p.30)
AUTHORS: ROSS WIMER, DIRECTOR, WILLIAM BAKER, PARTNER, MARK NAGIS, ASSOCIATE, AARON MAZEIKA, ASSOCIATE DIRECTOR, SKIDMORE, OWINGS & MERRILL LLP (SOM)

In today’s world of increasingly sophisticated design technology, it is rare to find an established architect/client partnership that has

consistently advanced the innovation of tall building design. Capitalizing on their successful collaboration on Zifeng Tower (formerly Nanjing Greenland Financial Center), the architecture, engineering, interior design and urban planning firm of Skidmore, Owings & Merrill (SOM) has since partnered with Shanghai’s Greenland Group on six important, high-profile additions to the Greenland portfolio: Zhengzhou Greenland Plaza, Jiangxi Nanchang Greenland Central Plaza Parcel A, Jiangxi Nanchang Greenland Zifeng, Greenland Center Dawangjing and Greenland Group Suzhou Center, as well as several design competitions.

Each of these projects represents the nearly decade-long collaborative partnership between the SOM and Greenland teams and their unified goal to create landmark towers for new urban areas in China. These towers are designed to anchor large developments and act as world-class monuments within these new districts, while also introducing new technologies that are setting precedents for the design of tall buildings in China and throughout the world.

This article focuses on the most recent addition to the team’s collaborative portfolio. At 358 meters, Greenland Group Suzhou Center marks the Wujiang waterfront with an aerodynamic form that has a unique presence while accommodating its program with economy and efficiency. The design incorporates passive ventilation techniques through a unique interior “lung,” creating an efficient “breathing” tower. “The Suzhou Center stands at the confluence of contemporary form and function, adapting techniques from the world of high-performance automobile design to facilitate environmental concerns within a singular architectural form.” – Ross Wimer, FAIA, SOM Design Director.

SITE AND CONTEXT

With a total building area of more than 284,000 square meters, Greenland Group Suzhou Center will become the defining visual landmark for the new Wujiang lakefront development and, by extension, for the city as a whole. Sited prominently along Lake Taihu in the Jiangsu province of China, the building’s dynamic tapering form effectively unifies its office and residential uses within a gently curved volume that culminates in a 30-story tall opening which marks the tower’s presence on the city skyline.

Like many of the SOM towers now being designed for Greenland, this building is in the first phase of a new

development that encompasses many city blocks. It needs to be the catalyst that encourages other developers to follow. Since the adjacent blocks have yet to be developed the Suzhou Center will function as a “city within the city.” With office, retail, residential and hotel uses, the complex is active throughout the day.

Although housing a mix of uses within a tower is a complex task to design and construct, by stacking the uses and providing shuttle elevators to access sky lobbies for each program, the core works efficiently. At ground level, separate lobbies insure that each use can operate independently.

Shaped by the prevailing views, prominent wind direction and environmental performance factors, the design and positioning of the tower contribute to defining a place of memorable and lasting value.

The design takes full advantage of its unique and dramatic location immediately adjacent to the lake as well as the pedestrian promenade which defines the heart of the Wujiang central business district. The designers’ decision to orient the tower in the east-west direction is in direct response to two environmental factors – the wind and sun. Elongating the tower in the east-west direction takes advantage of solar radiation at the times of the day when it is most beneficial, while minimizing the impact when it is least advantageous.

THE BREATHING TOWER

The formal language of the tower is rooted in a direct functional expression of the development brief wedded to plan geometry and a tower superstructure that is both efficient and economical to construct. Continuity of the vertical form is emphasized in the curved and inflected surfaces that comprise the main building elevations. This is done in concert with the tower’s atrium opening which celebrates its programmatic differences and is a memorable visual emblem for the City of Wujiang.

Gently curvilinear in shape, the tower houses its mixed-use program of hotel, serviced apartments and offices via a stacked central atrium at the core of the building’s residential and hotel zones. Defined by a 30-story operable window, this public space is both experientially remarkable and functionally intelligent. Acting as the “lung” of the building, it invites cool air flow during the summer months while also flooding the interior spaces with natural light.

The shape of the tower was determined through highly advanced use of aerodynamic modeling techniques, many of them initially developed by SOM’s engineers and designers for earlier Greenland projects, particularly Jiangxi Nanchang Greenland Central Plaza Parcel A (The Twins) and Wuhan Greenland. Typically towers of this height are subjected to wind tunnel testing in the later phases of design to insure that the assumptions for structural loading and behavior are correct. In the case of Suzhou Center, the design team put the tower through a series of digital wind tests that allowed design-

ers to fine tune the form. The convex primary façades, combined with the concave short façades, are shaped in a manner that decreases the building’s structural loads while simultaneously increasing the flow of natural ventilation through the windows on the east and west elevations of the tower. Patterns will vary with changes in wind from season to season, even hour to hour, but a high performance system of digital controls will meter and direct the flow of air into the atrium depending on specific climactic conditions. This sophisticated system will direct the opening and closing of windows throughout the building and enhance the atrium’s functioning as the building’s “lung.”

ENVIRONMENTAL STRATEGIES

The design of Suzhou Center minimizes the building’s environmental impact, with a specific focus on reducing energy consumption and conserving water. Anticipated to achieve LEED-CS Silver status, the tower incorporates a series of high efficiency measures with the objective to achieve significant savings in energy consumption from an ASHARE 90.1 2007 baseline.

The atrium’s façade maximizes daylight penetration, facilitates mixed mode ventilation in the lobbies and public spaces, and acts as a fresh air supply source for the hotel and serviced apartments. Like many expanding cities, poor air quality presents an environmental challenge in Wujiang. Since the greatest concentration of pollutants can be found at lower elevations, fresh air will be supplied through enormous openings at the top of the tower.

Dynamic control of the atrium façade will modulate fresh air intake to directly cool apartments and hotel rooms during the summer months, while also facilitating mixed-mode ventilation in lobbies and other public spaces. When natural ventilation is not favorable, the hotel guestrooms, serviced apartments and office units will be conditioned by variable-speed fan coil units. In the winter months, the vertical stack generated in the atrium will help maintain a warmer interior temperature and reduce heating usage, which is otherwise met by the fan coil units with supplemental under-floor radiant heating.

Wujiang’s seasonal prevailing winds will be harnessed at the east and west façades of the atrium to assist the natural ventilation strategies. Based on meteorology data, these winds move either from the northwest through northeast or east through southeast throughout the year, with predominant southeasterly winds occurring in summer. In these months, the wind flows deflected around the tower during prevailing southeasterly winds will also assist the natural ventilation mode for the southerly office spaces. In order to predict the atrium’s vertical climate while mechanically ventilated (with openings at the top and bottom of the atrium open and controlled), the CFD simulated wind pressure coefficients were coupled with hourly meteorology data.

Other major energy saving strategies include a high performance façade, natural light harvesting using daylight responsive controls, energy recovery systems and lighting energy optimization using efficient fixtures and occupancy controls. Water management, conservation and reuse strategies include efficient building fixtures, rain water harvesting, condensate recovery and an efficient use of processed water. Site wide potable water savings are projected to be 50% when compared to the Energy Policy Act of 1992 fixture performance criteria.

THE HOLLOWED STRUCTURE

In a typical high-rise, the structural core is built around the building’s elevator systems and other spaces dedicated to the vertical distribution of building services. As the structure rises, elevators servicing the lower levels terminate, and the core typically tapers to encompass the reduced area of the core components. However, on Suzhou Center, the design team elected to address the reduced core area requirements at the upper levels by hollowing out a portion of the building’s core, essentially eroding it from the inside out. This approach results in a higher stiffness and structural efficiency of the core, as the outer geometry of the core is maintained through the full height of the tower. The office program demands deep floor plates that are continuous around the building core. The hotel and residential program require shallower floor plates and less supporting core area. In Suzhou Center the surplus core area is removed in the upper part of the tower, increasing the efficiency of the tower and tailoring the lease area to the program. By bisecting the tower’s hotel and apartment levels with the atrium, designers efficiently addressed the programmatic aspects of the tower, eliminating extraneous area in the hotel and apartment levels while also allowing for efficient core geometry.

Although the inclusion of the atrium increases the geometry of the structural core in the upper levels of the tower, the design of the openings on the east and west façades means that the core is essentially split into two halves. The overall performance of the two halves is greatly diminished in this configuration, so the structural engineers used steel bracing to lace the two slender cores of the tower together, allowing the core to behave as one overall structural element, and still preserving the transparency of the east and west façades.

The bracing transfers shear between the two sides of the tower core, acting in a similar manner as the diagonal members of a trussed bridge, which couple the main top and bottom chord elements. Articulated sky bridges in the upper stories allow for pedestrian circulation between the two parts of the core, while accommodating relative movement between the two cores. Outrigger trusses engage megacolumns on the tower’s perimeter and supplement the stiffness of the core.

The tower rises from three basement levels and is founded on a pile-supported mat foundation. A secondary wind and seismic forces resisting system is provided by perimeter moment resisting frames that consist of steel perimeter beams and columns that are round, concrete-filled steel tubes.

The round steel tubes ideally facilitate the continual variation in the geometry of the tower, as they can be cut at an angle and mitred together to adjust the trajectory of the column in any direction and by any angle.

Since the tower is located in a low to moderate seismic region, wind loads ultimately controlled the size of the building’s structural elements. Elliptical in plan, the tower’s configuration and its tapered section help to minimize vortex shedding, the phenomenon where eddy currents in the flow of air around the tower can induce motions perpendicular to the direction on the wind, and which can be the dominant wind effect in the design of high-rise towers.

CONCLUSION

A collaborative interdisciplinary practice has made possible the innovative design of Suzhou Center. Typically the engineering disciplines are considered “consultants” and are brought in after a design has been developed. But for Suzhou Center the critical input of structural and mechanical engineers, environmental planners, technical specialists and urban designers was integrated at the beginning of the design process. Careful analysis initiated a process whereby the tower’s form was optimized to harness natural forces in and around the site. Today the spectacular buildings that are being realized in China have attracted the attention of the world. The experimentation with forms at a grand scale is unprecedented. This solution for a high-rise mixed-use tower has a unique form that is derived from a functional elucidation rather than arbitrary form-making. The sophistication of this tower marks a new chapter in a design portfolio that continues to challenge conventional answers.

Ross Wimer has created innovative architectural projects in over 20 cities on five continents. Although the majority of these designs are for large scale mixed-use programs such as Leamouth Peninsula in London, Infinity Tower in Dubai, and White Magnolia Plaza in China, his projects are dramatically diverse. Since joining SOM in 1995, he has worked to integrate the rigor and logic of engineering into his designs. Environmental sustainability and expressive structure typically help define the aesthetic of his architecture, which can be seen in projects such as Zhengzhou Greenland Plaza.

William Baker is a Structural Engineering Partner at SOM and a member of the CTBUH Board of Trustees. Throughout his career, Bill has dedicated himself to structural innovation. His best known contribution has been to develop the “buttressed core” structural system for the Burj Khalifa,

the world’s tallest manmade structure. While widely regarded for his work on supertall buildings, his expertise also extends to long-span roof structures, such as the Virginia Beach Convention Center, as well as specialty structures like Broadgate-Exchange House.

Mark Nagis has had the opportunity to work on diverse and innovative architectural projects throughout the Middle East and Asia. Notable projects include the Greenland Central Plaza, a pair of 289 meter tall towers in Nanchang, China, as well as the Greenland Group Suzhou Center.

Aaron Mazeika has led the structural engineering team in the design of over 30 high-rise towers in China. Notable projects include the New Poly Plaza in Beijing, China, which features the world’s largest cable-net supported glass facade, and the Al Hamra Tower in Kuwait City, Kuwait. ■

STYLE
Variety of Architectural and Structural Solutions Iconic Objects of Urban Environment
(p.36)
TEXT BY ALEXANDER BIKIN, PHOTOS “GrandProjectCity”

Memorial stele “To Pioneers of Yugra Land” in Khanty-Mansiysk, mixed-use Sport Hall on Tushino airfield territory, high-rise apartment complex in Vladivostok... These distinct projects are incorporated by Karen Saprichyan name, Professor of the International Architectural Academy and the Head of the “GrandProjectCity” project organization. The company specializes in design of non-standard objects, creating contemporary urban environment. In its portfolio are fountains and squares, residential and public buildings, sports facilities, transport infrastructure and many more others. The company’s projects outstands bright, sometimes unexpected architectural and plastic solutions and memorable forms.

“VLADIVOSTOK LIGHTHOUSE”
Probably for most people in our country Vladivostok is associated with the boundless ocean, sea, imposing ships and trim-figure marine officers in white caps. The multi-storey residential complex “Magnum” in Valadarski Street,

which facade design has developed by the “GrandProjectCity” organization last year, also refers to large lengths of seas. The project working title is “Vladivostok Lighthouse”. In it the maritime theme is really seen very clear. In outward appearance the complex resembles a huge ship. Two residential towers, which height exceeds one hundred meters are connected by a covered walkway bridge. The lower steel structure, supporting the bridge performs not only decorative, but also a structural function. Actually, this building resembles the famous Petronas Twin Towers, 85-storey skyscraper located in the Malaysian capital Kuala Lumpur. The air bridge set on giant metal supporting giving the structure not only additional security, but also certain decorativeness.

The building in Vladivostok is crowned with a viewing platform, made in a light-tower form with a spire. From the top of the building you can enjoy fantastic views. Since the complex is located on one of the terraces of the city, it can be seen from afar. At night time the building contour enhanced by illumination. The house silhouette loomed in night like as it was drawn by thin sparkling brush on Vladivostok skyline. I would add that in spite of its large scale, the structure absolutely does not look bulky, rather the opposite – to it is inherent some subtle elegance.

The specificity of this object was that “GrandProjectCity” project team started working on facades design at a time when the house was under construction. The architects’ challenge was to make pretty featureless building, resembling in appearance an office one, in custom-shaped construction. The designers chose a variant close to an art-deco style, according to Karen Saprichyan’s words, some way “American”. It was proposed to attach to the building small bow windows, so the visual solution became much more interesting. The towers roof, going down terraced can be exploited and could become a wonderful place for residents rest. The residential complex is based on a big operated stylobate (podium), where among other things is arranged parking. There were used the most modern materials: ceramic granite facade panels, granite and the AluWall panels. Columns with luminous ends, canopies over the entrances, stained glass cannellures, non-transparent glass windows and dark gray glass units – all this gives the building a unique identity.

“VLADIVOSTOK LIGHTHOUSE”

The project of 2014
Leader of the Development Team: A.R. Asadov, K.V. Saprichyan
Chief Project Architect: A. V. Rozhdestvensky
Architects: P. K. Zavadovsky, A. V. Zarubin, I. O. Gulkanyan, E. A. Sinikov

“GUEST FROM THE FUTURE”

Stele is a memorial “To Pioneers of Yugra Land”, built in Khanty-Mansiysk

in the early years of the 21st century, and makes a lasting impression on everyone who was able to see it. This magnificent and elegant building in the high-tech style built in a shape of triangular pyramid could be seen from a great distance. The monument is located on the 80-metre hill, which is the highest point of the Khanty-Mansiysk and seem like dominating over the town but the height of the pyramid is only 62 meters. Very interesting is the symbolic significance of the monument. Yugra is autonomous region of Khanty-Mansiysk, which is known of its very rich history and has great importance for our country. Each side of the pyramid reflects the region in a certain time of its development: the eldest Yugra, where lived the Yugrian Khanty and Mansi tribes; the conquest time of Siberia by Yermak and finally, the world’s richest oil and gas deposits development period.

The structure’s pyramidal shape also was not chosen randomly: according the project author’s concept the stele should resemble the chum – Khanty traditional housing, and at the same time – a cozack viewing tower and oil derrick. In the design of the building foundation are used heavy bored piles of bridge type with a diameter of 1.5 m, a depth of 27 m. The building bearing structure was made all-metal. The pyramid base (stylobate), with located therein lobby, dressing rooms, and engineering services were performed of in-situ reinforced concrete and reveted with four varieties of polished granite cladding. All the pyramid facades at a height of 5.100 to 8.200 m and at the level of 8200 to the level of 52,400 are covered of structural glazing made by firm “Shuko”. The pyramid is very complex, non-standard structure. This object’s principal designer was Nodar Kancheli. Many of used solutions, materials and technologies, as we have already mentioned, were used there for the first time in Russia. In addition, the facades made with this technology using high quality materials, have a number of advantages in terms of sound and heat insulation. Specially designed silicone sealants, in addition to its primary function – sealing, also work as protection of facade elements. This exterior structure with proper design, selection of materials, quality control on performance of works perfectly withstands weather, temperature changes, shifts and pressure.

All the facades of the piramid are adorned with huge monumental high relief – the thematic panels dedicated to the Yugra pioneers. The sculptors were Nikolay Liubimov and Karen Saprichyan. In the evening and night time this unique structure manifest itself in all its multifaceted beauty. When it gets dark, in the streets turns on unique polychrome dynamic illuminating, which has more than one hundred different colors programs that create a lot (about a thousand!) variants of color tones.

But unusual, bright appearance – it’s not the only thing that attracts resi-

dents and visitors of pyramid in Khanty-Mansiysk. “At that time I thought, what it need to do not just a monument to which people come once a year, but something functional, alive”, said Karen Saprichyan the Head of the project team of memorial stele “To Pioneers of Yugra Land”, the Head of the “GrandProjectCity” company, who was the general developer of the construction, as well. It needs to say, the creators of the pyramid completely succeed to make the monument alive. The internal space of the stele has three levels connected together with a lift shift with panoramic elevator. At the base level is located a restaurant very popular in Khanty-Mansiysk. The second level (from 5.700 to 27.200m) is destined for the City History Museum. There are installed unique panoramic screens, which allow broadcasting whatever one likes starting from educational films about the indigenous people life to the Biathlon World Championships. At the third level of the pyramid, at the square of 27.200m is placed a glassed observation deck from which one can enjoy with beautiful panoramic 360° views.

PYRAMID (MEMORIAL STELE TO THE PIONEERS OF YUGRA IN KHANTY-MANSIYSK)
The project of 2000–2002
Implementation of 2000–2003
Lead Author: K. V. Saprichyan
Architects: P. G. Petushkov, S. V. Terekhov, A. R. Asadov, S. V. Peid
Chief Designer: N. V. Kancheli
Sculptural works: N. N. Lyubimov, K. V. Saprichyan

ANTIQUITY AND MODERNITY

Last early September was painted in red and white colors: in Pokrovskoe-Streshnevo area, on the territory former Tushino Airdrome was commissioned stadium “Otkrytie Arena”, which is the Moscow football club “Spartak” home stadium. Many fans and sportsmen have been waiting for this event for a very long time. At the same time, as is known, this territory development, which is located nearby the sports arena, is not complete. There is planned to build a residential complex, hotels and a range of road and transport facilities, sports and social infrastructure. It should be said, that in the future this area will certainly be a “point of attraction” in north-western district of the capital, primarily due to its richness and transport availability.

And next to the “Otkrytie Arena” stadium, which day-and-date with “Luzhniki” should host the FIFA World Cup 2018, will arise a mixed-use complex – the Sports Hall, which project was also designed by “GrandProjectCity” LLC. The complex of a multifunctional football stadium, includes a soccer field and bleachers blocks with under- and above-tribune premises and facilities.

Load-bearing skeleton, except the roof structures and walling consists of monolithic reinforced concrete structural members (foundations, columns, piers, walls, floors and grandstands). The covering structure is supported

by eight monolithic concrete pylons cut off from the skeleton by expansion joints along the entire height of the building. The major supporting element of the covering structure is a discrete slab composed of steel under-roof, roof and main (triangulated bracing) trusses. The slab size in the plan is 167.5 × 113,8m, the slab is pivotally supported on eight reinforced concrete pylons. Erection trusses overlap spans of 99 to 105m, which makes the construction of unique.

The central core of the architectural and space-planning design of the Hall is the soccer field with 105 m × 68 m size playing area, with spectator stand phial on 12 thousand seats. The football stadium mixed-use complex “Spartak Stadium” LLC – is not the first sports facility in the “Grand Project City” portfolio.

What infrastructural assets make the center multi-functional facility? In addition to the international and national football matches and training sessions in this Hall is expected to hold competitions in various sports: volleyball, basketball, tennis and others. And more, by the project this Hall is enabled to be used for organizing various cultural and entertainment events: concerts, performances, exhibitions and so on. Modern technological solutions allow transforming a football field, without causing damage to the grass surface, for example, in a place for grandiose concert. This area can accommodate additional seat levels. Seats number could be increased according to a scale of the event and by using the telescopic stands. Sport telescopic stands are designed so that they can be moved apart not in full, but for a limited number of levels, based on the expected number of viewers. In the multi-use Sports Hall, taking into account its possible transformations, could comfortably accommodate from 12 to 20 thousand spectators. In accordance with such estimated occupancy was calculated the entire internal infrastructure.

For storage of inventory, dismountable stands, field covering elements are available storage spaces on the ground and 1-th levels, from where there is a direct access to the field. Cargo movement between storage levels by using loading platforms.

Viewers get to the stands from northern, southern and western Hall facades. Passing through the lobby and first level foyer where there are coffee-bars with service areas and souvenir stores, the Hall visitors go down stairs to –1 floor, on which is located a checkroom. Escalators elevate viewers to the 1 and 2 floors foyer, where they get to the stands. Mobility impaired people could use the checkroom, located on the first level. The project provides corridors for movement disable visitors on wheelchairs from the first floor lobby to the places in the stands.

On the third floor in the middle of the eastern stand, there are VIP-lodges which can contain about 60 people. This unit is provided with a separate foyer, first aid room, storage spaces and staff rooms. The western and eastern

stands on a third and fourth floors also have VIP lounges, which can contain 760 people.

Of course, the building where will be held large-scale sports competitions should be equipped with all necessary for organizing television and radio broadcasts at a world-class level. On the fourth floor of the multi-use Sports Hall there are six control rooms for television broadcasts. On fifth floor of western stand there is a working area for media staff: control and commentary rooms, switching center and a press-bar.

The project is full of modern engineering. By the way, lighting systems, sound reinforcements, information equipment and so on can be used in different operating modes, without any re-equipment. In the upper steel structure of the Hall bonded-in 200 hoisting units with lifting ability of two tons, which allows fixing the necessary equipment almost anywhere. This makes it possible to organize in the Hall the most spectacular events of any complexity, including the Cirque du Soleil show.

Besides the unique engineering and technology solutions, which have no analogues no Russia for today, the Sports Hall multi-use building featured with interesting exterior architectural design. It is located in the north-eastern part of the “Tushino” airdrome, which is bordered with Moscow River bed from the south and west, and from east – with the Khimki River valley and from the north – with Volokolamskoye Highway. Along with the already functioning sports arena the projected Hall is an important component of this territory development, being integrated into overall composition. The authors proposed an original solution of the building facades – rectangular volume. They are made in a same style using a curtain wall system with glass undulate fluted panels. Besides that it is beautiful from the aesthetic point of view, this solution is energy efficient: undulate fluted facades minimize direct sunlight entering into the building interior. Thus, the load on ventilation and air conditioning systems is reduced, which allows significant savings in energy costs.

Cross-truss space (the four facades) at the level of 22 m up to 33.5 m mark of the covering structure on the perimeter of discrete slabs is dressed with sandwich panels with mounted bas-reliefs on the theme of ancient sport games that resembles the architecture of the Romans and Greeks. At night time, this visual effect can be enhanced by using laser illumination (the lasers are installed behind decorative facade).

Saprichyan Karen Vachikovich is the Head of the “GrandProjectCity”, Professor of the International Academy of Architecture, member of the Union of Artists of Russia. From its very beginning, his creative activity was focused on space – his mosaics and sculptures incorporated potential connection of fine arts and architecture. In them the imaging plane is turned into in space,

painting – in a three-dimensional shape of the building, and always considered the moment of art experience. The main creative vein of his design are unconventional objects forming the urban environment: buildings, squares, fountains, monuments, memorial ste-lae...

MULTIFUNCTIONAL COMPLEX OF “SPARTAK” FOOTBALL STADIUM
The project of 2014–2015
Leader of the Development Team: A. R. Asadov, K. V. Saprichyan
Senior Principal Engineer: V. A. Adikaev
Chief Project Architect: A. V. Rozhdestvensky, V. V. Nedostupov
Architects: I. V. Geleta, T. V. Lebedeva, I. O. Gulkanyan
Technology (light, sound): A. N. Zhukov,
Constructor: K. O. Kabanov
Adviser on sports technology: OW PLAN GROUP GMBH
Facade design with the participation of «DEXTER MOREN ASSOCIATES» ■

PERSPECTIVES

Naturalistic Oasis within Metropolis (p.42)
MATERIALS PROVIDED BY ELENBERG FRASER

In Melbourne is underway construction of 75-storey tower Victoria One, designed by Australian architectural firm Elenberg Fraser. This is a mixed-used proposal located in the north of Melbourne’s CBD, which is considered the most rapidly changing precinct of the city. Completion of works is scheduled for 2018.

Victoria One is situated on the corner of Elizabeth and Franklin Streets, in an ideal northern central city location. The position enjoys close proximity to the Queen Victoria Market, Melbourne Central, numerous transport routes, and Melbourne’s best universities. The corporate centre for the region and office towers is very close, along with the country’s best universities. The nearby Flagstaff Gardens offer expansive recreation spaces and shady green lawns. For work and play, Victoria One has it all just outside the front door.

Victoria One will be the tallest residential tower in the city. The project seeks to reinvent the natural landscape of Australia’s Victoria state in an urban setting, through an optically transformative facade and botanical aesthetic. The 75 storey development comprises of 629 apartments, 178 car parking spaces, 264 bicycle spaces, retail tenancies at Ground/Level 1 and residential facilities at Levels 9, 40 and 66. For residents there are three floors of communal spaces that again touch on the great outdoors and give a sense of

community within, bringing a piece of Victoria’s iconic landscapes to the heart of Melbourne’s CBD. From here views to Flagstaff gardens, Melbourne Museum and Port Melbourne are on display.

“We used to be told that we would love every piece of Victoria, and Elenberg Fraser has taken this on board. You can now find every piece of Victoria in our new building Victoria One, on the edge of Melbourne’s CBD. This is the first project with developer Golden Age marks the next chapter in Elenberg Fraser’s story of rejuvenation for Melbourne’s northern corner. The form and façade of this mixed-use tower recalls Victoria’s famous landscapes – the gardens, waterfalls, rainforests, waterways and beaches that make up this southern state. The fluid façade appears soft and yielding like the local parks, oceans and rivers. Green glazing with gold highlights gives a botanic feel. The fins – which appropriately also assist with wind and sun protection – are shimmering silver, shifting like the currents of a stream or leaves being shaken with rain. The story continues inside, as the fins peel away from the diagonal corners of the building, exposing the life within.” – commented in Elenberg Fraser.

Victoria One is a tower with a refined sense of elegance. A tall, confident and elegant building its highly considered form includes a sequence of undulating vertical fins on the exterior with a stunning shade of tea green throughout the glass façades. The tower clad with green glazing and layered architectural fins the structure is not only defined by its soaring height, but also its distinctive finned envelope, designed to give the building aerodynamic qualities which reduces downdrafts towards street level. These vertical wings also work as passive solar shading – reflecting natural light and glare.

Both internally and externally, Victoria One is a new icon for Melbourne. A touch of opulence and sophisticated design with subtle cues from the great alpine forests of Victoria takes residential amenity to a new level.

You’d never guess, but the building contains automated car parking concealed behind a layer of apartments in the podium facing Elizabeth and Franklin streets. Cars are stored in a fully automated, self-contained system capable of automatic removal and retrieval of vehicles from the ground floor loading bays. Passengers drive in to the loading bay, exit the car and their car is automatically lifted to the appropriate level and stored in the system.

The activated facades keep the inhabitation of the building alive, adding vibrancy day and night. You enter into Victoria One through the tactile lobby area, with the best of nature and artifice. Polished stone, forest green soft furnishings, rolling lighting installations and digital interfaces create a sanctuary and meeting place.

Mid-level offers a pool, sauna and steam rooms and a fitness club, with views across the market, out to the Macedon Ranges and across Melbourne. There is also a garden

lounge retreat and dining facilities with a kitchen and bar. Way up top there are lounge spaces and television screens to catch up on your favorite film or series. Higher up the tower on Level 40, internal and external lounge and dining spaces can be booked by residents for private function. Higher still, on Level 66, the entire Elizabeth Street façade is given over to the exclusive One Club.

The Victorian landscapes are reflected and reinterpreted within the communal spaces with a palette of materials inspired by our luscious greater context. The interior design of the apartments is of remarkable quality, featuring timber floors, Miele appliances, and centralized air conditioning. The finishes palette features a blend of natural materials and contemporary products. All of the living rooms and bedrooms in the development have been carefully planned to maximize direct access to natural ventilation and light, and many apartments enjoy sweeping views of the Melbourne CBD and leafy inner northern suburbs. Each featuring floor-to-ceiling windows, winter gardens, customizable lighting, wallpaper, hardware, and bathroom mirror framing, Victoria One exudes a sleek and high-end character. Luxury interior finishing and three floors of exclusive communal facilities, including a pool, spa, gym, multiple lounges, and a club, ensure a high standard of living. Each of these luxurious spaces has been inspired by the landscape of Victoria and is designed to enhance the Victoria One experience.

The main structural members’ material will be reinforced concrete, from which will also be made the floor slabs. The building’s external walls will be finished with from exposed pre-cast concrete with custom relief and planting. Dividing walls will be made with a help of concrete columns with stud framed/ masonry walls with plasterboard lining, acoustically treated and internal walls of stud framed plasterboard. The roof is made of reinforced concrete with waterproof membrane. Full height and width high performance double glazed window systems featured satin black aluminium frames. For terraces are provided full height double glazed doors. External balustrade will be glazed with 10mm clear toughened glass in powder-coated black frames. External feature fins are made of 10-mm aluminum panels. Balconies, terraces and parking will have fully drained coating and with selected ceramic tiling.

The building is designed taking into account the existing environmental standards. The tower facade draws from Victoria iconic gardens and waters. The palette of materials is inspired by the environment outdoors with elemental tones and textures – earth, rock, water and vegetation. The façade employs layered architectural fins that wraps across the skin of the building providing a harmonious architectural and environmentally sustainable design solution maximizing natural light, shade, ventilation and pedestrian comfort. The fins give the building aerodynamic qualities,

which reduce downdrafts onto street level while at the same time promoting a natural through ventilation of the high density apartments through the emphasis of pressure differentials and carefully considered window and apartment configurations. These fins also work as passive solar shading, and natural light reflecting devices shifting like the currents of a stream or leaves being shaken with rain. Passive environmental design principles are integral to the architecture improving the quality of internal/external environments enabling the 5-star average building energy rating and ac systems to perform as designed.

Sophisticated, sleek and elegant, Victoria One stands proudly confident, anchoring this exciting part of Melbourne and creating a new activity hub both day and night. Alpine and rainforests, sandstone cliffs, wetlands and billabongs are reflected in the design. Cascading silver metallic fins line the exterior façade, creating the illusion of fluid movement. Communal living is inspired by Victoria's diverse topography. If you loved every little piece of Victoria, then you're bound to love every little piece of Victoria One, providing a sense of stature and drama in an iconic gift to the city.

60 percent of the under-design Victoria One project already has been sold to local buyers. "This demand highlights the changes in the way Melbournians are approaching living, with more and more locals opting for amenity and location over the traditional quarter-acre house and land package," managing director at Golden Age Group, Jeff Xu, said. Victoria One aims to keep pace with these changing attitudes towards urban living by blurring the lines between indoors and out, and between privacy and communal space.

Construction works started at the end of year 2014.

Construction completion is likely to be 36 months from the Commencement date subject to detailed construction programming. ■

HABITAT Symbol of Sustainability (p. 48)

**MATERIALS PROVIDED
BY VINCENT CALLEBAUT
ARCHITECTURES S.A.R.L.**

In the heart of the urban networks of Xinyin District in full development, the AGORA GARDEN project presents a pioneer concept of sustainable residential eco-construction that aims at limiting the ecologic footprint of its inhabitants by researching the right symbiosis between the human being and the Nature.

THE ECOLOGIC PHILOSOPHY OF THE PROJECT

On this site that is the last and only biggest parcel of land for residential use, the concept is to build a true fragment of vertical landscape with low energetic consumption. The building is thus eco-designed. It integrates not only the recycling of organic waste and used water but also all the renewable energies and other new state-of-the-art nanotechnologies (BIPV solar photovoltaic, rain water recycling, compost, etc.). The project targets the energetic performance so as to be officially approved by the Green Building Label, the norm for high environmental quality, delivered by the Home Affairs Ministry of Taipei.

Part of the concept of inhabited and cultivated vertical farm through its own inhabitants, this project of residential tower enables first to design by its avant-gardist architecture a new life style in accordance with the nature and the climate. Actually, the AGORA GARDEN tower superimposes vertically wide planted balconies of true suspended orchards, organic vegetable gardens, aromatic gardens and other medicinal gardens.

Such as a living organism, the tower becomes metabolic! It overpasses its energy-consuming passive role (absorbing all the natural resources and rejecting only waste) to produce its own organic food. The architectural concept is thus to eco-design an energy self-sufficient building, whose energy is electric, thermal and also alimentary.

Therefore, the project answers directly to 4 main ecologic objectives of the After Copenhagen:

1. The reduction of the climatic global warming.
2. The protection of the nature and the biodiversity.
3. The protection of the environment and the quality of life.
4. The management of the natural resources and waste.

Finally, according to the Cradle to Cradle concept where nothing is lost, everything transforms itself; all the construction and furnishing materials will be selected through recycled and / or recyclable labels. By imitating the processes of natural ecosystems, it deals thus with reinventing in Taiwan the industrial and architectural processes in order to produce clean solutions and to create industrial cycle where everything is reused, either back to the ground as non-toxic organic nutrients, or back to the industry as technical nutrients able to be indefinitely recycled. Biotechnological prototype, the AGORA GARDEN project reveals thus the symbiosis of human actions and their positive impact on the nature.

The Morphologic Philosophy of the Project

Neither single tower, nor twin towers, the project arises towards the sky with two helicoidal towers gathering themselves around a central core. This architectural party offers a hyper-compact core and a maximal flexibility of the housing storeys (with the possibility to

unify two apartments units in one without any footbridge). It brings a reduction of view angles towards the urban landscape and a hyper-abundance of suspended gardens.

The AGORA GARDEN tower is, as its name indicates it, directly inspired of the structure in double helix of the DNA (Deoxyribonucleic acid), source of life, dynamism and twinning. Every double helix is represented in the project by two housing units forming a full level.

Thus, from its base to the top, the 20 inhabited levels in double helix stretch themselves and twist themselves at 90 degrees. By metaphor, the obtained sinuosity corresponds to the universal musical symbol of harmonic revealing the notion of ultimate balance praised by the project.

This twist of 90 degrees answers to four major objectives:

1. The first objective is to be perfectly integrated in the North / South pyramidal profile of the Building Volume. Actually, the morphology of the project changes according to its orientation. Its East / West elevations draw a rhomboidal pyramid whereas the North-South ones represent a reverse pyramid.
2. The second objective is to generate a maximum of cascades of suspended open-air gardens, not part of the F.A.R. (floor area ratio). Thus, the planted balcony surface area can easily exceed the limit of the required 10 percents. The global framework of 40 percents of building coverage ratio, i.e. 3 264 m² is thus totally respected.
3. The third objective is to offer to the inhabitants exceptional panoramic views on the skyline of Taipei by multiplying the transversal views, especially towards the very close Taipei 101 tower and the Central Business District in full emergence.
4. The fourth objective is to generate from a flexible standardized level a progressive geometry with corbels which assures the intimacy and the confidentiality of each apartment by avoiding the indiscreet vision axes.

Inspired from the Nature, the AGORA GARDEN project is shaped with an organic fluid and dynamic geometry. From the simple and standardized element of the double helix of housing superimposed vertically and put in successive rotation of 4.5 degrees level by level, a multi-facial morphology appears all in convex and concave curves.

Actually, according to the point of view of the pedestrian from the surrounding streets, the AGORA GARDEN tower changes of faces and proposes new profiles. Besides this moving geometry wearing a planted dress with sensual style, the project represents really a built ecosystem that repatriates the fauna and the flora in the heart of the city and generates alone a new box of subtropical biodiversity. It is a new nest in the city!

Main Components of the Project:

the Luxuriant Forest and the Glade

In order to ensure the confidentiality of the residents, the whole perimeter of

the site is bordered by a mineral moat that animates the outside public space with organic urban furniture. Inside the parcel, the walls of this moat transform themselves into planted surrounding walls. The main access of the site is located at the Song Yong Road which is less busy than the main avenue, Song Gao Road. The tower is coiled up in the centre of a heavy and luxuriant safe forest of mature trees that protects the intimacy of the inhabitants from the surrounding urban pollution. In the heart of the vegetable lung, the pedestrian square of exotic wood opens itself on a mineral and aquatic glade.

Such as the shock wave created by a water drop, the landscape design is made in circles arches and radiates from the epicentre of the tower. A circular light well, curved this time, makes the light, the abundant plants in cascades to the deepest basement. The car parks, the swimming pool and the fitness are thus naturally lightened and ventilated.

The ground floor in double height sets through its great transparent façades a high connectivity between the interior community spaces and the exterior garden.

The Central Core, Vertical Twisted Garden Surrounded by Sky Entry Foyers:

The central core has been designed to separate totally the vertical circulations into two housing units on the same level. This core is fixed (it does not pivot). But in order to ensure the rotation of the storeys floor by floor, it is surrounded by a (naturally lightened) horizontal circulation loop welcoming the entry foyer dedicated to each unit. This buffer loop enables thus to set the main entrance always in the axis of each apartment and this despite of the 4.5 degrees rotation storey by storey. An alternative has been studied to build sky entry foyers directly around the cylindrical central core offering thus planted entry foyers with spectacular front view on the city of Taipei.

By level, the central core gathers 2 staircases, 4 high speed elevators of 24 people (1800 kg), 1 car elevators (also useful to carry enormous art pieces, luxury antique vehicles, or even huge pianos, etc.), 2 sky garages in glass and also all the vertical shafts for the main flows. All these vertical flows are covered by a huge bearing exoskeleton in reinforced steel.

The apartments, a maximal spatial and technical flexibility:

The apartments of 540 m² on average superimpose themselves under the shape of two planted twists unified around a central core. Each unit pres-really a storey structurally made with Vierendeel beams system behind glass façades only on even floors. All levels are linked at both ends by two spiralling mega columns covered by green walls. Each apartment is completely free columns!

This structural concept inspired of the DNA chain enables a maximal flexibility in terms of interior layout. It

ensures also an optimal visual permeability (indoor outdoor connectivity) towards the suspended gardens of the balconies in foreground and the urban panorama on the background.

The spatial flexibility is divided in 4 main typologies of storeys of 2 or 4 units:

Typology A: 2 units with curved living rooms around a central core.

Typology B: 2 units with living rooms stretched in the length behind the Southern façades.

Typology C: 2 units with living rooms set in bow by the panoramic storey.

Typology D: 4 units in duplex with living rooms benefiting from a double height.

In addition to these basic typologies, two huge clubhouses are set up on the roof floors so as to respect the setback required by the building volume. Therefore, from the same standardized double helix (1.250 m² floor area), the rotation of the storey and its customizable interior laying-out makes every level be a unique floor for each resident!

Technical flexibility is obtained by the integration of the double deck and double wall concepts

Spatially hyper-flexible, the constructive system proposed also a total flexibility to the level of technical distribution of the flows. Additional vertical flows are organized with "oblique shafts" along the glass façade. The system of double deck is integrated at each level under the shape of a double floor and a suspended ceiling. The network of the flows (rain water, used water, hot water, electricity, under floor-heating, cool air, hot air, optic fibre, etc.) crossing the central core can thus irrigate without any difficulty on the horizontal way all the surface area of each storey. Moreover, the use of castellated beams will enable to take advantage of a maximal free height under ceiling. The interior partitioning of each apartment will be à la carte according to the wishes of each inhabitant. The double walls will compartmentalize the different rooms following the curved axes of the building by integrating also many useful storage spaces.

The energetic efficiency is obtained by isolating façades with high performance named inter-layer or double-layer

The AGORA GARDEN tower is covered by linear crystalline façades repeating themselves at each level. The identical façades in every apartment will be pre-manufactured in factory to accelerate their setting-up during the works. A multilayer glass (airspace + Polyvinyl Butyral) or double layer façades with integrated blinds will be directly associated there in order to protect the interior spaces from the solar radiation in summer and to limit the calorific loss in winter.

Landscape design

The landscape concept is to build a cascade of suspended gardens which cover the entire building. The tower

becomes then a true vertical inhabited park, in a box of nature in the heart of the city! The selected essences will be preferably eatable in order to make each inhabitant gardener in its own vegetable consumption. Suspended orchards, organic vegetable gardens, aromatic and medicinal gardens will flourish the wide and deep jardinière along the global periphery of each apartment. Garden furniture, compost spaces from waste to organic fertilizers, fuel cells, rain water tanks for the irrigation of plants, and ecologic nests for birds will be directly integrated in the design of these jardinières. In order to protect the organic substrate tanks from the heating coming from the solar radiation, the planting beds will be covered by a layer of Bethel white granite on honeycomb. The white colour of the AGORA GARDEN tower will provide a new emblematic, pure and fresh identity.

Two Types of Landscape Balconies

The tower generates through its morphology in rotation two types of very specific landscape balconies.

The balconies called ascending or positive: open-air, they benefit from a maximal sunshine and enable to cultivate their trees and shrubs of subtropical essences. We will preferably set up the living rooms on this side. It will be also possible to inlay photovoltaic sunshades at the extremity of the slab according to the wishes of each resident. Thermal captors could be also set up in order to produce sanitary hot water.

The balconies called descending or negative: Covered by the superior level, they offer half shadowed relaxing spaces to cultivate flowers, vegetables, aromatic plants and falling and climbing species. We will preferably set up the bedrooms on this side.

In bow of the housing storeys, are laid-out some outdoor garden bath sanctuary that coils themselves up in an alcove dig in the façade of each apartment. Different from the modern city built of concrete, glass and steel, the AGORA GARDEN tower appears in an urban centre as a green twisted mountain. Following the seasons, the planted essences (with persistent and deciduous leaves) will make its colours and its abundance to evolve. Declining a camaieu of green in the summer, the tower will blaze with golden and bloody colours in autumn. In spring, it will be bloomed with thousands colours and will liberate floral fragrances from its fruit trees. The tower will then develop perfumed micro-climate for the very best welfare of its inhabitants!

The photovoltaic roof and its gardens for phyto-purification

Located at 100 meters high, a huge photovoltaic pergola of 1000 m² transforms the sun rays into electric energy which is directly reintroduced into the network of the building. Under this layer with blue-steel reflection, clubhouses are located on the roof surrounded by panoramic sky gardens. They filter and purify the rain water

with the action of the plants in order to reinject the water by gravity in the distribution network of sanitary water. From this terrace, there is an extraordinary panoramic view on the 101 tower.

The landscape basement naturally lightened and ventilated:

Contrary to the traditional car park of 2.10 m high under beams and plunged under an artificial shadowy light, the car park of the AGORA GARDEN project must be considered as an abstraction of geography and a distortion of ecosystem. The AGORA GARDEN project is a Nature built from the living that fights for the re-naturalisation of Ecopolis of tomorrow! This tower reveals strongly and surely the challenge of reinventing a new lifestyle for residential tower, that is self-sufficient, sculpturally unprecedented. It is a project absolutely unique in the world and charismatic drawing with poetry in the Oriental sky, a delicate superposition of sky villas with wide suspended private gardens.

Last but not least, it is a unique ecologic landmark, new symbol of sustainability at the bottom of the prestigious 101 tower!

Only the South-West wall has been corrected so as to set up a laying-out with double helix. Actually, in the continuation of the rotating tower, the car park is drawn according to a circular plan with an ascending interior helix around the core in the direction of the exit and a second descending helix in the direction of the entrance. The whole set forms a continuous banister that welcomes more than 230 cars and 500 scooters. From slab to slab, the minimal height is 3, 10 meters which improves comfortably the atmosphere of the building of an immaculate white. It is important to notice that the structure of the tower weights through this car park in order to facilitate the descent of the loading of the whole building.

THE CHALLENGE OF A POSITIVELY ECOLOGIC REVOLUTION!

In the architecture of the AGORA GARDEN project, the association of the living (Bios), the biotechnologies (renewable energies and nanotechnologies), and the NICT (New Technologies of Information and Communication), can meet the Chinese antique thought which always refused to separate the nature and the humanity that nourishes itself from it; the body from the spirit that did not exist without it. Avant-gardist on the theme of contemporary ecologic crisis, the Chinese thought prefers the relationships rather than the separated elements. The human being and its life framework depend from the fusion of the variables:

As humbly wrote the influent sinologist, specialist in old China Marcel Granet in the Chinese Thought in 1934: None opposes the human being from the nature; do not think of opposing them such as the free element from the determined element. The Chinese people only see in the Time and the Space a gathering of occasions and sites. These

are interdependences, solidarities that constitute the order of the Universe. We do not think that the Man could form a reign in the Nature or that the spirit distinguishes itself from the material.

In the heart of Taipei, after having built the city on the landscape, after having then built the city on the city, it is now time for the landscape to rebuild itself on the city! In this perspective of ecologic resilience, the AGORA GARDEN project must be considered as an abstraction of geography and a distortion of ecosystem. The AGORA GARDEN project is a Nature built from the living that fights for the re-naturalisation of Ecopolis of tomorrow! This tower reveals strongly and surely the challenge of reinventing a new lifestyle for residential tower, that is self-sufficient, sculpturally unprecedented. It is a project absolutely unique in the world and charismatic drawing with poetry in the Oriental sky, a delicate superposition of sky villas with wide suspended private gardens.

Last but not least, it is a unique ecologic landmark, new symbol of sustainability at the bottom of the prestigious 101 tower!

Agora Garden

Location: Xin Yin District, Taipei, Taiwan
Customer: BES Engineering Corporation, Taipei
Architecture: Vincent Callebaut Architectures, S.A.R.L., Paris
Local architect: LKP Design, Taipei
Structural Engineer: King Le Chang & Associates, Taipei
Local MEP Engineering: Sine & Associates, Taipei
Interior architect: Wilson & Associates (WA), Los Angeles
International Landscape Architect: SWA, Sausalito, San Francisco
Local Landscape Architect: Horizon & Atmosphere (H & A), Taipei
International Lighting Designer: L'Observatoire International, New York
Local Lighting Designer: Unolai Design, Taipei
Green Consultant: Enertek, Taipei
VCA'S Team: Emilie Diers, Frederique Beck, Jiao Yang, Florence Mauny, Volker Erlich, Philippe Steels, Marco Conti Sikic, Benoit Patterlini, Maguy Delrieu, Vincent Callebaut
Model Maker: Patrick Laurent
Program: 40 Luxurious Apartments + Facilities ■

CITY Quarter of the XXI century (p. 56) MATERIALS PROVIDED BY SURE ARCHITECTURE

Jinhua is located almost in the center of Zhejiang Province, China. This is a famous national historical and cultural place. Rather small by the standards of the country (its population

is “only” 5,361,600 people) and the picturesque town is often called “the capital of the handicrafts.” Traditional wood carving, performed here, is famous throughout China and far beyond. Economically Jinhua has always prospered from its position as the regional collecting and processing center for agricultural and forestry products (chiefly rice and bamboo). In 1985 Jinhua was promoted to City status, and now is responsible for administering four cities, four counties and a district.

At present, there are produced quite diverse products, such as auto and motor vehicles, clothing, building materials and pharmaceuticals. At the same time, Jinhua – a city with a good environment, you will not see there any smoking chimneys and won't cough from the exhaust gases. From local cranes runs clear water that you can drink without boiling, and that makes all the inhabitants.

The mixed-use project development combines apartments, offices, hotel, shops and restaurants within a single complex, with the aim of promoting a densely planned approach to living and working in the twenty-first-century city. The design for the Mixed Use with the 3 towers highlights the cosmopolitan character and diversity of Jinhua. The new buildings have a clear desire to be compatible with its urban surroundings. With three main different elevations linked to the different aspects of the city. The tallest building is connected directly with the center of the city and having a visual connection from each point of the main central area. In the low rise portion of the new development, a series of connected courtyards organize the different programs around the user flows to form an urban carpet.

Walls and lines are coming across the site and bring identity to this land. This provides outdoor and indoor spaces which combine programs through internal and external links. The diagonal pedestrian across the land makes the complex accessible from the main streets; visitor can experiment some different ambient and atmosphere, drawing their own way that give another vision to the project.

Strong vertical walls anchor the buildings within the city. They will provide a changing appearance when approached from different directions, adding to the dynamics of this location.

A fragmentation of a series of high stores podium which ultimately form a unitary volume, is designed as an undulating landscape that organizes the traffic flows on its perimeters, whilst providing interior green and sheltered spaces for pedestrian access and provide a unique public space which draws different shapes with a different dimensions of the urban landscape.

The high rise towers emerge from the low rise development and provide singular usage for hotel office and residential premises. In the intersection with the low rise podium, functions are allocated accordingly to create maximum synergy between activities in the low rise zone and the towers.

The unusual structural system consists of slender concrete sheer walls, which support stacked blocks that are able to rotate subtly to allow the primary living areas and balconies in each of the apartments to focus on the best available view. The arrangement of the sheer walls also offers great flexibility, generating apartments with a wide variety of orientations and plan sizes. Within each apartment, the internal organization is kept fluid in order to facilitate individual planning options.

Green-sky levels spaces provide a big value to the residence, having their own private sky garden. The movement of the boxes in the façade of the towers gives the opportunity to these public-sharing spaces in upper levels; located in alternative levels in the three towers.

The podium is primarily dedicated to retail function with 3 levels underground and 6 Levels above ground, including spa and conference facilities located within the upper floor and roofs cape. Three underground levels provide parking facilities, whilst the remaining two house a supermarket, food court and programmatically arranged drop offs to sustain the ground level for pedestrians. These levels have visual links and vertical circulation to the upper levels through a series of voids. The main circulation concept utilizes clustered atriums instead of one central atrium. This concept enables stretched diagonal visual and physical links as well as local aggregations of varied atmospheres.

Taigu Craft Plaza
Location: Jinhua, China
Customer: Jinhua Taigu Craft
Architecture: SURE Architecture
Executive architects: Kam Fai Tai and Alina Valcarce
Building Area: 160,000 sq. m
Program: multifunctional
Status: under construction

About the company
SURE Architecture (Sustainable Urban Regeneration and Eco-Architecture) was established in London, UK. It is an international design practice focusing on research and realization of sustainable urban regeneration and ecological architectures. Currently, the London-based company is able to offer a full set of high-quality service to Asian and Pacific clients through its branches in Beijing and Hong Kong. Diversified personalities, techniques and experience are gathered in the company. Sharing the gift of creativity and professional skills facilitate us to make global and local achievements. Sustainability and regeneration are the key words for the design theory

and target for SURE Architecture. Sustainability is an attempt to provide the best outcomes for the human and natural environments both now and into the indefinite future, which development is defined to meet the needs of recent generations without compromising future generations' interest. Urban regeneration is a process to reforming human living environment on both micro and macro levels. The past, present and future of a city can coexist to embrace urban regeneration in the manner of protection, reclamation, dismantling and rebuilding. Architecture starts from micro perspective to change human inhabiting environment. We divided the design of ecological architecture into three aspects: building's physical energy saving, passive energy-saving and active energy-saving. SURE Architecture combines the owner's real needs, in-depth study on building physical energy saving and passive energy saving with active energy saving, realizing the ecological construction of the target from the angle of architecture. ■

FACILITY
Cutglass Crystal of Chengdu (p. 60)
MATERIALS PROVIDED BY ADRIAN SMITH + GORDON GILL ARCHITECTURE

Last autumn started construction works on a multifunctional project of Greenland Tower in Chengdu, China, designed by AS + GG (Adrian Smith + Gordon Gill Architecture). Due to complete in 2018, this unusual crystalloid 100-storey-high skyscraper is to become the southwestern China region's tallest building and the fourth-tallest in the nation. It will surpass the city's current tallest buildings – the Chengdu IFS Towers and Chengdu International Finance Square Towers by over 200 meters.

Chengdu is a city with the 3000-year history and the capital of Sichuan province in Southwest China, as well as a major city in Western China. Chengdu is the fifth most populous city in China and one of the most important economic, finance, commerce, transportation, and communication centers in Western China. The fertile Chengdu Plain, on which Chengdu is located, is also known as the “Country of Heaven” a phrase also often translated as “The Land of Abundance” for its rich natural resources, mild climate and abundance of cultural and historical attractions.

According to the 2010 AmCham China White Paper on the State of American Business in China, Chengdu has become a top investment destination in China.

The main industries in Chengdu – including machinery, automobile, medicine, food, and information technology – are supported by numerous large-scale enterprises. In addition, an increasing number of high-tech enterprises from outside Chengdu have also settled down there. More than 260 Fortune 500 companies and 12 consulates have established branches in Chengdu due to huge demand of Western China. Chengdu is becoming one of the favorite cities for investment in Central and Western China. China's aviation industries have begun construction of a high-tech industrial park in the city that will feature space and aviation technology. The local government plans to attract overseas and domestic companies for service outsourcing and become a well-known service outsourcing base in China and worldwide.

The Greenland Tower Chengdu was designed by Adrian Smith and Gordon Gill – the former SOM architects responsible for both the Burj Khalifa and the forthcoming Kingdom Tower in Jeddah. According to the architects, the faceted-glass form of the office and hotel tower was “inspired by the unique ice mountain topography around Chengdu”.

Drawing its architectural inspiration from the mountains that dominate the countryside around Chengdu and which are one of the world's more unlikely whiskey producing areas, the tower features a complicated collection of angled ridges with the crystalline appearance further emphasized at night when the ridges will feature LEDs that will make the edges of the facade shimmer like ice.

“Like the mountain ridges reflecting the light of the sky and the valleys reflecting light from the earth, the iconic tower will perform as a light sculpture to diffuse light from 360 degrees, creating a connection between sky and earth,” said the studio in a statement. At ground level a massive canopy encompasses part of the pedestrian approach to the tower with the glazed of a glacier.

Located in the center of Chengdu's booming Dongcun district, the design was inspired by the unique ice mountain topography around Chengdu, which symbolizes the city's growth and promising future. The extreme height of the tower is further justified philosophically by the desire to connect heaven and earth through the design.

The design for the complex – including the main tower, two small towers and six-story podium, with a total building area of 395,305 sm – interprets and integrates Chengdu's urban structure, local culture and Chinese traditional feng-shui theory in a modern form. The architecture and structure marry perfectly. Its goal is to create a comfortable garden city environment with convenient traffic pattern for vehicular, pedestrian and metro transportation.

The main tower consists of 120,000 sm Class A office space in the lower zone, a 51,000 sm luxury hotel in the middle zone, and 42,000 sm of CEO suites in the high zone.

Two small towers, at 116 m and 147 m, respectively, accommodate high-end SOHO apartments. The podium includes 14,000 sm of retail, a 16,000 sm conference center with bridge connection to the main tower, and an 8,000 sm exhibition center. There is also a roof garden with 360-degree views of the city.

The building has sustainable façade, MEP and other up-to-date engineering systems. The design fully considers the structural requirements of supertall buildings in a high seismic zone, using a geometrical plan, a tapered form and a high-performance damper bracing system to ensure the structure's stability and efficiency. The building façade, MEP and other systems are designed with high-efficiency sustainability features, creating a new generation of the high-performance supertall building.

Thornton Tomasetti is providing structural engineering services for the design phases and structural peer review services for the construction documents phase for this development. The main lateral force resisting system is a steel reinforced concrete core wall with sixteen steel reinforced concrete columns. The second lateral force resisting system includes a high-performance brace frame system made of steel-reinforced concrete columns with an outer periphery of steel beams and braces. These systems take into account the structural requirements for designing tall buildings in seismic areas.

As building façades become more complex, new lighting technologies and solutions for their implementation become necessary. To accentuate the crystalline ridges on the façade of the Greenland Chengdu Tower, OVI worked with AS+GG to create lips along the ridges where LEDs could be hidden. In addition to aesthetic challenges, architects and architectural lighting designers have to take into consideration the maintenance and sustainability of these technologies. How will an LED bulb be replaced if it stops functioning, especially when it is hundreds of meters up in the air?

However, the lighting of a building is no afterthought. More and more, lighting designers like OVI are working with architects and engineers during the more preliminary stages of the design process. By testing various lighting scenarios, they can help determine the best form and positioning of building volumes to achieve optimum lighting and energy conservation goals.

Greenland Tower Chengdu
Location: Chengdu, China
Architecture: Adrian Smith + Gordon Gill Architecture
Program: multifunctional
Floors: 100 above ground, underground 5
Height: 468 m
Start of construction: 2014
Completion: 2018
Status: under construction ■

ASPECTS
Tall Emblem Structure (p. 74)
MATERIALS PROVIDED BY DCA (DESIGN CREW FOR ARCHITECTURE)

CLIMBING
People always have a desire, even those who do not dread the offending God to build the tower of Babel. The fall didn't stop trying to continue to ascend the human, of course, subsequent attempts, is more reverence and respect. Saint-Michel chapel is established in twelfth Century, erected in the French Aiguille rock on. Nearly 100 meters tall igneous rock didn't seem to stop the build, either cannot stop the pilgrims.

Ancient Chinese mountaineering is undoubtedly associated with worship and ritual activities related to each other, because the landscape and human life as inherently movement and spiritual strength. «Climbing» is also a culture; it embodies the people's love of nature. The ancient sages in the landscape in the fulfillment, saint to his intelligence summary found «Tao», landscape beauty reflected better «Tao».

Visitors to the new tower Taiwan Tower, which project was proposed by the architectural firm Design Crew for Architecture (DCA), will need courage for climbing the Taiwan tower with 350 meter high. But climbing mountains people can explain its top after the pleasure, but the future up yonder «tower» visitors will also have the same feeling.

STROLL
This 350 meters tower is divided in tall 3 periods with different functions and the atmosphere of the space. Each section consists of a pro interface platform segmentation. With efficient direct vertical traffic at the same time, a coiled and outdoor tour ramp is introduced into the design; visitors can take the elevator to the top, also can stroll «feels» the air corridor, watch changes in scenery among 350 meters. The «wandering path», is a disk road, tree-lined. At the same time ramp using SEF technology, visitors walking pedaling generate ground extrusion and vibration, thus SEF can be converted into electrical energy. The tower of Taiwan is not only a tower, visitor is interacting with tower.

WIND
High buildings are so subjected to strong wind pressure that their distortion is inevitable. This scheme borrows forming Pro interface main body structure, the pulling rope. Enhancement of wind resistance, but did not increase too much wind area, and transparent and slender cable no break of Taiwan tower towering tall and straight. Light transparent tower, designed to possibly use less materials, lower cost and at the same time, also reduces the

production of these building materials consumption of natural energy.

APPEARANCE
Wire braid an indistinct network, on the stability of the construction plays an important role. In these online, was fixed a large number of shading element. Sunshade component size and density, according to the wish to control the wind pressure size and design, all of the shading element through the cable braid overall stress. Element sides use reflective and non-reflective material processing, and along the cable swivel placement.

In the transformation of sun, shelter tourists and also gives Taiwan tower a dynamic psychedelic foreign minister, like floating on a champagne bubble wrapped in future landmark building. Each of the different angle of view under the tower of Taiwan, have different contour and color. «Champagne» and happiness to. Golden Taiwan champagne tower, let visitors in the way to enjoy the flowers and water at the same time, bathed in the tower body through the translucent soft light, all the joy it is self-evident.

GREEN BUILDING
The architects approach was to consume as less material as possible. So was designed a cable-stayed structure that will allow a significant construction material save.

The Taiwan Tower's cable-stayed structure will generate the global shape of the tower. Golden aluminum panels attached to the cables will dress the whole tower. It can be estimated that compare to a similar 300m high structure the Taiwan Tower will consume 60% less of material.

WATER CYCLE IS TAKEN INTO CONSIDERATION
The Taiwan Tower will be punctuated by several terraced gardens which will inject spectacular fragments of landscape into the building elevation.

These gardens will allow draining rain water. Collected rain water will be filtered on its way through the different gardens. The so obtained filtered water will be stocked in a retention basin at the feet of the Taiwan Tower. This basin will provide water for lavatories and to water the surrounding park.

ELEVATOR'S REGENERATION SYSTEM
The technology that will be used for all the elevators will recover excess braking energy from the elevators and convert it for use:
– The counterweight or elevator car becomes the motor or the generator and converts the power into current.
– This device should allow recovering up to 25% of the total energy used by an elevator.
– It will produce clean and safe energy that does not damage the network.
– The expected energy saving is 13,250 kWh/year compared to a non-regenerative drive.

– The expected carbon footprint reduction is 6,400 kg CO₂/year compared to a non-regenerative drive.

PIEZOELECTRIC
Floor slab towers will be faced with special flooring using the latest technology system of smart floor serving as a sustainable energy source SEF (Sustainable Energy Floor) – the system that harnesses the energy of pedestrians.

This technology is to be used where large volumes of people walk. The electricity will be used to power local systems such as streetlights or information systems. A small amount of the energy will also be used to give feedback to users.

The technology has great potential to realize a new renewable energy system whilst raising awareness about sustainability in a fun and inspiring way. By installing a SEF in the Taiwan Tower, the holder will clearly communicate its ambitions regarding sustainable development.

Where people are, electricity is needed. The SEF can be used as a sensor to measure when people are present, and at the same time generate the electricity needed to illuminate the space around them. When nobody is using the area, the lights can be dimmed or switched off. No external source of energy or infrastructure to connect to the power grid is needed.

The Sustainable Energy Floor will contribute to a more attractive environment, by making the Taiwan Tower's spaces more appealing and interactive. Showing a pedestrian that they generate electricity with every step will help ensure their experience of walking through the Taiwan Tower's promenade.

The inherent educational value of this technology makes learning about renewable energy fun for children, teenagers and adults alike, especially when it engages them in challenging activities like the Taiwan Tower climbing!

The SEF encourages people to walk, instead of taking the elevator.

The SEF has real power to communicate because of its unique combination of technical innovation, creativity and sustainability. The SEF supplier has a proven track record of translating this media appeal into effective international exposure for its clients.

Taiwan Tower
Location: Taichung, Taiwan (R.O.C.)
Client: Taichung City Government
Architects: DCA / Design Crew for Architecture (www.d-c-a.eu)
Partners in charge: Nicolas Chausson, Jiaoyang Huang
Type: Open Competition
Date: 2011
Height: 3.000 m²
Size: 15.000 m²
Cost: 160,000,000€
Program: Offices, Lobbies, Exhibition area, Observatory, Monitoring station, Sky deck observatory, Night club, Lounge bar. ■

CONCEPT
Jinwan Aviation City
(p.80)
MATERIALS PROVIDED
BY 10 DESIGN

10 DESIGN has won the international design competitions for three separate projects in the Jinwan Aviation City of Zhuhai, where aviation is under a period of unprecedented growth. Zhuhai is a prefecture-level city on the southern coast of Guangdong province in China. Located in the Pearl River Delta, Zhuhai was one of the original Special Economic Zones established in the 1980s. The outstanding geographic location, a wide range of supporting infrastructure and a deep-water port serve as a major attraction for foreign capital.

Zhuhai is also one of China’s premier tourist destinations, being called the Chinese Riviera. Zhuhai borders the Macau Special Administrative Region (north and west), and 140 kilometres (87 miles) southwest of Guangzhou. Its territory includes 146 islands. Heavy traffic between Zhuhai and Macau has led to the construction of a new cross-border corridor, the Lotus Bridge, built in November 1999 to divert traffic away from the congested Gongbei Port of Entry. As part of the Pearl River Delta integration, a Hong Kong-Zhuhai-Macau Bridge is scheduled to be commissioned in 2016. Zhuhai (the only city which will connect Hong Kong and Macau) has become significantly prominent within the Pearl Delta region.

The China Government has gazetted the Jinwan Aviation City as part of an overall plan to further boost Zhuhai’s economy whereby staging aviation as a major industry in the city and creating an associated diverse business hub within the city.

The three Jinwan Aviation projects by 10 DESIGN will play a critical role in forming the anchor buildings within the business hub: an International Commerce Centre (a twin tower for 127,000 sqm of office, hotel & serviced apartment accommodation), an Industrial Service Centre (55,000 sqm incubation platform for innovative start-up companies and entrepreneurs), and a Cultural Centre (27,500 sqm civic facilities for performance, conference & exhibition, museum, cinema and retail spaces).

Led by Nick Cordingley and Gordon Affleck (Design Partners at 10 DESIGN), the competition design is progressing to detail design. The Jinwan Aviation City will be constructed by 2019.

INTERNATIONAL
COMMERCE CENTRE
The 127,000 sqm Jinwan International Commerce Center is designed to become an iconic centerpiece within the new masterplan for the Jinwan Aviation City development.

Sitting on a 2 storey retail podium, the towers are envisioned to house a 5-star hotel and offices in the 200m tower and business apartments in the 100m tall tower.

The proposed 200m high twin tower development is inspired by the aerodynamic shape of an aircraft wing. The design captures the spirit of modern aviation.

The twin towers are conceived as a unified and elegant statement at the northern edge of the central lake, creating a dynamic gateway facing south across the lake towards the sea.

Nick Cordingley (Design Partner at 10 DESIGN) said: “The design team worked closely with the in-house sustainability team to optimise the performance of the towers, addressing wind pressure, ventilation and solar exposure.”

The orientation and form of the towers provide the best views to the surrounding water body, coast line and ancient mountains of Zhuhai. The towers contain hotel/office and service apartment spaces, sharing a sculpted 2 story podium which serves to unify the composition at levels 01 & 02.

The podium creates a strong frontage to the Jinshan Lake to the south. Active and animated terraces open up towards the lake to create opportunities for outdoor dining. The terraces create a strong focal point along the lake and a new destination for the visitors and residents of the district.

INDUSTRIAL SERVICE CENTRE
The 55,000 sqm Industrial Service Center is located on a prominent site within the Jinwan Aviation District. It is located in one of the prime locations along the eastern edge of the Jinshan Lake that forms the heart of the district.

The buildings will become an incubation platform for start-up companies and entrepreneurs. Business incubation is about providing support, resources and networking opportunities for young businesses.

The design creates a strong focus on the waterfront to capitalize on this primary amenity for the district. On the north and eastern sides of the site, major district roads provide great visibility and access.

Nick Cordingley commented: “Inspired by the site’s relationship to water, the design team was inspired by the concept of a flowing stream as a primary structural element of the new master plan for the Industrial Service Center site. The flowing stream can also be seen as a metaphor, connecting land to water. It is a universal symbol of change and a sign of life.”

The central ‘stream’ weaves through the site complimented by generous landscaping creating valuable amenity spaces within the development. This space will become the social heart of the campus and will allow for social

interaction. The central space is defined by a sweeping green roof rising towards the water’s edge, accommodating the campus social facilities, café, restaurant, retail and meeting spaces.

Each of the Incubation Office Buildings has a direct face to the social heart of the campus further highlighting visibility to create a sense of community. Each of the Incubation Office Buildings has been designed as paired blocks with a central atrium at one end to create a strong sense of place. These atriums will become shared entrances for the office buildings and will contain shared meeting / collaboration space on each side to further promote visibility and interaction.

CULTURAL CENTRE
The 27,500 sqm Cultural Centre is composed of four main zones: 1) Performance and Conference/Exhibition of 4,900 sqm; 2) IMAX and Cinema of 6,500 sqm; 3) Science and Technology Museum of 9,500 sqm; 4) Library and Sports facilities of 6,600 sqm.

Situated at the centre of Jinshan Lake, the Cultural Centre is conceived as a “Garden Island” forming the heart of the New Ecological District of West Zhuhai.

This unique geographic context is the key driver to 10 DESIGN’s approach to the project. Gordon Affleck (Design Partner at 10 DESIGN) says: “The Cultural Centre functions not only as a series of iconic buildings, but it is also part of an energized waterfront community for the people of the Jinwan Aviation City to appreciate.”

To achieve this energized waterfront approach, 10 DESIGN has implemented the following main ideas:

- To animate the waterfront, the perimeter of the island is extended to its maximum allowance. It in turn creates pockets of plazas and courtyards in between buildings and within each zone.
- To significantly reduce roadside emissions of the community, the Jinwan Avenue is lowered underground as it enters the island and travels across to the other end of the island. The sunken avenue enables uninterrupted pedestrian vistas and promenades.

- To maximize park and open spaces, a “Green Active Heart” is created in the middle of the island. This “Heart” provides an open-air venue used for entertainment, performances, and recreation within a vast central park. It is also a place for displaying public art.

- To reflect the rapid advancement of aviation technologies, airfoil inspired architecture is used to draw its form and skin treatment for the Science & Technology Museum and the Conference & Exhibition Centres.
- To celebrate the chiseled topography of Zhuhai, a terrace landscape is designed throughout the island.

The new development will become an incubation platform for start-up companies and entrepreneurs.

The new ‘campus’ environment will create opportunities for interaction, collaboration, and visibility.

Jinwan Aviation City
Location: Zhuhai, Southern China
Client: Huafa

Status: 10 DESIGN is the winner of the 3 separate International Design Competitions:

- International Commerce Centre
 - Industrial Service Centre
 - Cultural Centre
- Competitors included JAHN LLC and Valodet Pistre Architectes amongst others. Competition result was announced in March 2014. The project is currently progressing to detail design with anticipated completion of construction by 2019.

Services: Architecture and Masterplanning for all three projects International Commerce Centre:

Design Team: Nick Cordingley, Barry Shapiro, Miloš Živković, Shaowen Deng, Xu Nan, Kris Provoost, Marco Bonucci, Marko Vuković, Qing Cao, Sanrong Tian, Tyler Johnson, Sean Quinn

Space types / function: Office, Hotel, Serviced Apartments
Area:
Site: 25,600 sqm
GFA: 127,000 sqm

Industrial Service Centre:
Design Team: Nick Cordingley, Barry Shapiro, Miloš Živković, Shaowen Deng, Xu Nan, Kris Provoost, Marco Bonucci, Marko Vuković, Qing Cao, Sanrong Tian, Tyler Johnson, Sean Quinn

Space type/ function: Incubation Office
Area:
Site: 36,500 sqm
GFA: 55,000 sqm

Cultural Center
Design Team: Gordon Affleck, David Emmer, Rita Pang, Alexey Golbraykh, Inigo Arrotegui, Jane Yu, Sean Quinn, Laura Simonsen (CGI)
Space types/function: Performance, Exhibition, Conference, Cinema & IMAX, Science & Technology, Museum, Library & Recreation Facilities
Area: 36,000
GFA: 29,000 sqm

10 Design’s Precedent Work in Zhuhai

Prior to the winning of the Jinwan Aviation City, 10 DESIGN has been designing prominent projects in Zhuhai:

- a 320m high “transforming” Shizimen Tower in Zhuhai; the tower due for completion in 2016, is the region’s landmark high rise structure and will be the focal point of the Shizimen International Convention and Exhibition Centre Complex, also designed by Gordon Affleck.
- Infinity Loop Bridge, a key signature gateway bridge (300m long) for the new Shizimen Central Business District in Zhuhai, China.
- a 450,000 sqm of Retail Mall for Summer International Shopping Mall in Zhuhai, China (one of the world’s largest retail malls) – Led by Gordon Affleck.
- Xiangzhou Cultural Center, a 50,000 sqm facility for housing art

and cultural exhibitions located in the heart Zhuhai China – Led by Ted Givens (Design Partner at 10 DESIGN). ■

IDEA
Timber Tower
(p.86)
MATERIALS PROVIDED
BY SKIDMORE, OWINGS & MERRILL LLP (SOM)

What is a skyscraper? It is a tall building of glass, steel and concrete, built with the most modern materials and technologies. But more often heard seemingly incongruous words - “wooden skyscraper.” In some countries already constructed or are being erected the buildings made of wood up to 30 floors height, and in international competitions are increasingly represented projects of high-rise buildings with timber frame. The ideas to create such structures arise from the need to improve the ecological state of the environment, energy saving and scavenging the air of carbon dioxide. Such buildings reduce the negative impact on the environment, and wooden structures serve as a good substitute for expensive standard building materials, which production requires a lot of energy. The project of a tall building made of wood was also offered by the famous architectural firm Skidmore, Owings & Merrill (SOM).

GLOBAL SUSTAINABILITY PROBLEMS

Global population has doubled since 1950 and is projected to continue rapid growth, surpassing 11 billion by 2050. Current built environments do not have the building and infrastructure capacity to support this growth.

At the same time, Greenhouse Gas emissions continue to increase around the globe. However, when GHG emission levels of dense urban environments are compared to national GHG averages, the urban environments have drastically lower levels.

How and where we choose to build is of great consequence. Global population has doubled since 1950 and is projected to continue rapid growth, surpassing 11 billion by 2050.

Actually, many metropolitan areas are less dense than they were in 1950 because, even though global population has substantially increased, the amount of land occupied by cities and

their exurbs has expanded even faster. Together, population and built environment growth has spurred many negative environmental impacts, including inefficient land, transportation, and energy usage. If left unchecked, these effects will continue to degrade the environment at an accelerated pace. Continuing to develop dense urban environments characterized by tall buildings will help mitigate both issues of population and environmental sustainability, but only if the development is done responsibly.

Tall buildings organized into dense, livable environments can help curb these problems, but they aren’t a perfect solution. Their embodied carbon footprints, the startup carbon cost to build the building, are significantly higher relative to low-rise buildings on a per square foot basis. This is because the structure is usually responsible for the majority of each building’s embodied carbon footprint, and tall buildings require far more structure to support their height. Still, building more tall buildings at an urban density would significantly help serve future environmental and population needs – the sustainable solution lies in developing tall building structural systems that minimize embodied carbon footprints.

At SOM this system takes the form of Timber Tower. Timber Tower uses mass timber as its main structural material. Supplementary reinforced concrete supports the structure’s highly stressed connecting joints. The result is believed to be an efficient structure that could compete with reinforced concrete and structural steel systems while reducing the building’s embodied carbon footprint by 60 to 75%.

Timber is a sustainable building structural material for three key reasons:

1. Wood acts as a carbon sink due to its plant cell structure, naturally absorbing CO₂ from the environment and storing it in its cells.
2. During manufacturing, timber consumes less energy than concrete, steel, and masonry, and thus has a lower embodied carbon footprint than these traditional tall building structural materials.
3. Timber, when harvested and manufactured responsibly, isn’t necessarily a finite resource. When managed properly, it is quickly renewable and readily available.

The combined benefits make wood an attractive solution for sustainable tall buildings.

TIMBER TOWER

Since a few timber tall buildings precedents exist, our firm developed its Timber Tower research by benchmarking it against the Dewitt Chestnut apartment building, a 42-story residential building located in Chicago. Designed and built in 1966, the Dewitt Chestnut still ranks as one of the most material and carbon efficient tall buildings that our firm has ever designed. It is a framed concrete tube supported by closely spaced perimeter columns that resist all lateral loads at the build-

ing’s perimeter. In doing so, the Dewitt Chestnut’s structural design uses a minimum amount of structural concrete to support its height.

The design set the precedent for future tube structural system typologies, including the systems that underpin the John Hancock Center and the Willis (Sears) Tower.

Timber Tower’s proposed structural system is called the concrete jointed timber frame, a system that consists of solid mass timber floor panels, columns, and shear walls connected with steel reinforcing through concrete joints. Timber Tower uses mass timber as its main structural material in order to minimize its embodied carbon footprint. Supplementary reinforced concrete supports the structure’s highly stressed connecting joints. This approach loads the mass timber parallel to the grain of the wood where it is strongest, allowing wood to compete with other materials. Designed to the same program as the DeWitt Chestnut, Timber Tower’s structural system cuts the building’s embodied carbon footprint from an estimated 9,500 tons of CO₂ to 2,100 tons of CO₂. The system is estimated to sequester CO₂ – approximately 3,000 tons – helping it to improve the nation’s overall emissions measurements. All of this is accomplished without sacrificing living space quality, suggesting that a timber tower could be a practical structural solution for residential tall buildings.

Timber Tower’s findings are extremely compelling. Further testing and reviews by experts are certainly needed before the structural system can be implemented in a real tall building. However, the drastically reduced embodied carbon footprint achieved by a wood structural system verifies that tall buildings organized at urban densities offer a tenable solution to urban sprawl and population growth.

Timber Tower shows that using wood as a primary structural material is not only possible, but may just represent architecture’s best solution for near-future tall buildings construction, urban development, and environmental improvement. Building more such tall buildings at an urban density would significantly help serve future environmental and population needs – the sustainable solution lies in developing tall building structural systems that minimize embodied carbon footprints.

As and a radical departure from standard tall building design, SOM has developed a 42-story residential Timber Tower designed to compete with the efficiencies achieved in the DeWitt Chestnut building. Like the DeWitt Chestnut, Timber Tower’s structure does not dictate the building’s interior space layout, flexibility, and usage. Stacking modules have been

introduced so that building units can increase or decrease in area in response to changing market demand. Stacking also provides architectural consistency that maximizes MEP systems efficiencies, decreases construction time, and allows for the use of pre-fabricated interior assemblies, such as kitchen counter tops and bathroom units.

VERTICAL STRUCTURE

The strength and stiffness of wood related to the support of a high-rise building is demonstrated below. These comparisons show the required concrete, steel, and timber column sizes to support a 1,200kip load. The column sizes satisfy the structure’s strength; in the case of timber, the load is applied parallel to the wood’s grain. Resulting column movement/shortening is also illustrated for all three materials. This comparison shows that a timber column can support the load of a high-rise building with a reasonable column size.

ECONOMICAL OPEN FLOOR PLATES

The floor structure of Timber Tower is an 8” thick mass-timber floor plank which spans between mass-timber shear walls at the interior and mass timber columns at the perimeter. This economical floor thickness was only achievable by moment connecting the floors to the vertical structure. This stiffens the floor, making it similar to a reinforced concrete flat plate. The most reasonable way to provide these moment connections were determined to be epoxy-connected steel reinforcing spliced through reinforced concrete joints.

EVOLUTION OF THE FRAMED TUBE EFFICIENT LATERAL LOAD SYSTEMS

Timber Tower uses a flat mass-timber panel system. This floor system is redundant and can allow for varying floor penetration arrangements while also minimizing floor to floor height and overall wind loads on the building. The mass-timber floors are supported by mass-timber walls toward the center of the floor-plate and timber columns spaced at 16 to 28 ft at the perimeter. The shear wall core at the center of the floor plate is extended to the perimeter at four locations to improve the lateral load resisting system while also eliminating a ‘corner condition’ for the floor system. The apartment layouts are coordinated with the shear walls in the typical lease areas to minimize their impact on flexible space.

LINK BEAMS + LATERAL LOAD STIFFNESS

The potential stiffness of the efficient mass-timber shear wall layout cannot be realized without adequate link beams. The link beams need to be strong enough to resist the coupling

shear forces due to differential vertical movements between individual wall panels. The ultimate coupling shear determined for the prototypical building was in the range of 50 to 100kips depending on the location. Possible designs for these link beams were evaluated using reinforced concrete, structural steel, and timber.

Reinforced concrete link beams were the logical choice since the material had already been introduced to restrain the end rotation of the floor panels. The reinforced concrete link beam is adequate to resist the required forces and simplifies the end connection to the timber shear wall through a combination of bearing and epoxy reinforcing connections.

The maximum shear required of the link beams was determined to be approximately 100kips. This shear was too great for a timber link beam. It fell within the capacity of the concrete link beam.

SYSTEMS INTEGRATION + SERVICEABILITY

The below buildings all feature cladding materials that vary from the material that composes their structural systems. Timber Tower is also flexible enough to accommodate almost any cladding option.

The integration of non-structural systems, such as the attachment of building skin, was also considered when designing Timber Tower. Because of the system's reinforced concrete joints, exterior cladding can be mounted via attachments similar to those used in a reinforced concrete building slab edge or a steel building with composite metal deck slabs. The reinforced concrete spandrel also provides a stiff element at the edge of Timber Tower's floor plate that can be designed to minimize cladding joint deformations caused by differential floor to floor live loads. Since the system doesn't require any unique cladding technology, standard building skin options and installation processes can be used.

Essentially, the tower structure can be timber, but the building skin can exist as any desired material.

TIMBER TOWER + SUPERIOR SUSTAINABLE PERFORMANCE

If sequestering carbon in wood is good, why not use more wood instead of other materials?

The reason is because our world's resources are finite. Using more wood in one building means using less wood in another building because responsible construction dictates that harvesting and consumption must be equal.

Understanding this balance, Timber Tower's composite system is more sustainable because it minimizes the total amount of materials used. This principle is demonstrated by comparing the composite system developed with a mixture of all-timber and conventional concrete buildings.

North America harvests 20 billion board-feet of lumber each year. In tall building design, Timber Tower is the most sustainable use of this wood.

Timber Tower's composite system

can support 2.1 billion square feet of high rise. An all-timber system can only support 1.4 billion square feet of high rise since it is more intensive in material consumption. This requires an extra 0.7 billion square feet of concrete framing to equal the composite system, which, ultimately, uses more materials and more carbon. ■

BUSINESS CARD

Stained-Glass Panels TP-50300 (p.90)

MATERIALS PROVIDED BY TATPROF

The most popular solution in facades glazing of the buildings is the usage of stained-glass type of TP-50300. The wide range of profiles and accessories allows embodying almost any architectural design with the usage of glass and aluminium. High references of operating parameters of TP-50300 are confirmed by the results of the full cycle of in-place tests (heat transmission resistance, humidity permeability, air permeance, soundproof and wind resistance) made by TATPROF in 2014.

Stained-glass panels of TP-50300 are assembled by a post-bar principle: horizontal elements (cross-beams) are nailed to vertical ones (posts). The assemblage of the cross-beam is made metlap on the post that provides moisture removal in the structure. Frequently, while comparing translucent structures on probability of leaks some market players use high references of the depth of a water-wicking canal on the post. Meanwhile, the depth of the gutter does not have a reference as the principle of water-wicking in stained-glass panels does not imply water amassment in the canal – moisture is removed gradually from the cross-beam to the post and from the post to the street. The reasonableness of such a bracing method is proved experimentally – at pressure difference of 600 Pa a stained-glass panel is fully water-proof.

Nowadays TATPROF system includes solutions which allow glazing the structures up to 12m height without any interposing fixture to the building's framing, and the weight of one glass unit may reach 800 kg. Selection of the specific profile is made taking into consideration the results of the static analysis of a stained-glass construction – the set of the minimum required inertial characteristics of the profile. When having to perform large stained glass windows, there can be elaborated some individual solution to strengthen the elements of the given object taking into consideration climate conditions of the construction site and special features of the project.

Temperature of open air	Reduced total thermal resistance
–20 °C	1,20 m ² °C/W
–30 °C	1,17 m ² °C/W
–40 °C	1,15 m ² °C/W

In TATPROF architectural system they pay special attention to thermo technical characteristics of translucent structures. Itself aluminium, as the metal is a good conductor of heat, so the separation of hot and cold zones in translucent structures on the basis of aluminium is made with the help of elements with lower thermal conductivity. In the stained-glass range are used applied elements – thermal packing blocks. In stained-glass panels of TP-50300, depending on requirements, we may use thermal packing blocks made of PVC (thermal resistance $R_0 \approx 0,56 \text{ m}^2\text{°C/Vt}$), combined elements of PVC and EPDM ($R_0 \approx 0,80 \text{ m}^2\text{°C/Vt}$) or thermal packing blocks made of foam polyethylene ($R_0 \approx 1,00 \text{ m}^2\text{°C/Vt}$). In combination with various models of glass units such a gradation allows reaching needed reference for any region of our country – from the hot Southern areas to cold Siberia.

Translucent structures of the building play the role of external envelope walls and in addition to weather protection are designed to protect the premises from the city noise. Acoustic isolation of the translucent structures depends mostly on the applied filling. Following the results of in-place tests of the sample of a stained-glass panel TP-50300 it is seen that while using regular triple-pane windows acoustic isolation from the noise of the city transport is 34 dB. If the given project implies higher references of the level of acoustic isolation of stained-glass panels and windows for some rooms, each case must be considered individually in order to choose the most appropriate way to increase noise-reducing characteristics for the concrete object.

In TATPROF system are available different versions of designs. A standard version of stained-glass panels TP-50300 implies fixation of a stained-glass panel by holding boards, which are further closed by decorative elements – deckings. As a rule, deckings come out from the surface of a stained-glass unit by 18mm and have a P-shaped form. If desired, to give building facade a great graphic quality can be used deckings non-standard elements of non-standard elements of teardrop, rounded or T-shaped with a long reach outer surface profile relative to the glass unit. If the architectural concept of the building on contrary implies creation of an illusion of full glazing is applied structural design – in this case the mounting of insulating glass is concealed fixing, instead of separating elements are visible only structural seam, which at a distance of 20 m from the facade completely blends in color with glazing. Also it is possible to use an imitation of structural glazing: assemblage of filling is made in a classic way – with seen external fixing elements, but they

differ from the standard ones by a size of the length from the surface of glass units – only 3 mm there are possible various combinations of the mentioned above stained-glass models that allows increasing architectural expression of the facade and giving the appearance of the building more individuality.

Also TP-50300 has a remarkable peculiarity – a possibility of integration in stained-glass panels of built-in items: blades, doors, ventilated grills and sun-protective lamels. Nomenclature of the architectural system of TATPROF includes wide ranges of doors and windows, which allow making units with different types of opening: from rather standard for Russia revolving-folding opening to exotic “inclination-slide”. What kind of product will be applied in any particular case is determined depending upon the desired option of opening and a required reference of thermal resistance. For example, for windows which open inward can be used the following series: TP-45 (do not have thermal characteristics, made in unheated premises or in indoor rooms of a building), TPT-60 ($R_0 \approx 0,5 \text{ m}^2\text{°C/Vt}$), TPT-65 ($R_0 \approx 0,65 \text{ m}^2\text{°C/Vt}$), TPT-72 ($R_0 \approx 0,8 \text{ m}^2\text{°C/Vt}$) и TPT-95 ($R_0 \approx 1 \text{ m}^2\text{°C/Vt}$). And when windows open outward is applied series EK-89 (“cold” application of “hot” one – with thermal resistance about $R_0 \approx 0,65 \text{ m}^2\text{°C/Vt}$) and TPT-117 ($R_0 \approx 1,0 \text{ m}^2\text{°C/Vt}$). Consequently, is maintained the same sampling method of thermo technical characteristics of structure as at totally “blind” (without opening) version of a stained-glass panel.

TATPROF Company has been working successfully at the market of translucent structures for more than 20 years. Experience and competencies accumulated during these years allow us to implement objects using design solutions the most appropriate from the technical and economical vantage points. We work side by side with leading experts of Russian construction branch and we are ready to support our clients at any stage of the life cycle of the object – from elaboration of the architectural concept to an expert evaluation of the erected construction for correspondence to requirements of normative documents and technical catalogues of our system.

Ideas are different but the solution is unique: TATPROF architectural system!

Ask our partners for new catalogues of stained-glass series or send us a request to /piv@tatprof.ru/ and we will send it to you. ■

**Russia, Tatarstan,
Naberezhnye Chelny, Profilnaya Str. 53
Tel. : (8552) 77-88-58 (ext. 318)
E-mail.: piv@tatprof.ru
www.tatprof.ru**

TECHNOLOGY

Concreting of the Bottom Plate of the Box-Shaped Foundation of the Lakhta Center Tower (p. 92)

TEXT: VLADIMIR TRAVUSH, CHIEF DESIGNER OF GORPROJECT, CJSC; ALEXEI SHAKHVOROSTOV, CEO OF “INFORSPROEKT” ENGINEERING BUREAU

On March 27, 2015 GUINNESS WORLD RECORDS adjudicator handed over a certificate for a new GUINNESS WORLD RECORDS title for largest continuous concrete pour to the directors of Lakhta Center, the company dealing with the project. The GUINNESS WORLD RECORDS title was established during the pouring of the lower slab of the foundation of Lakhta Center Tower which lasted from 8pm February 27 until 9pm March 1, 2015. 19,624.0 m³ (25,667.22 yd³) concrete mix was laid in the foundation within 49 hour continuous concreting, which exceeds the existing GUINNESS WORLD RECORDS title at over three thousand cubic meters.

The Tower building of the Lakhta Center multifunctional complex is 462 m high and comprises 86 aboveground and 3 underground floors. The underground

floors have a shape of an equilateral pentagon in plan, and each side is 57.25 m long. The construction of the underground floors of the building forms the box-shaped foundation, comprising the 3.6 m thick bottom slab, the 2.0 m thick top plate, the central structural core 28.5 m in diameter and 10 vertical stiffening diaphragms with the total height of 16.6 m. The peculiar feature of the structural layout of the Tower building is the circular central structural core, which receives most of the vertical load (about 70% of all vertical loads on the building). As a result, a large proportion of the building weight is transferred onto a small section of the foundation within the limits of the central core. The box-shaped foundation leans through a concrete bed upon the pile foundation of 264 two-meter piles 55 and 65 m long and performs the function of even load distribution from the core of the tower onto the pile foundation.

The carried out calculations showed, that the bottom plate of the box-shaped foundation experiences a great stretch-

ing stress: axial tension 2300 t/m, and bending moment 2150 tm/m. The total volume of concrete in the box-shaped foundation is about 46 thousand m³.

Proceeding from technological considerations, according to its construction sequence the whole structure is nominally divided into three parts:

- phase one – the bottom cast-in-situ reinforced concrete raft of about 20.3 thousand m³;

- phase two – the central part of the foundation of about 15.5 thousand m³, comprising the cast-in-situ structures of reinforced concrete walls made from compressive strength class B80 concrete and reinforced concrete floor slab thickness of 0.40 m made from compressive strength class B60 concrete;

- phase three – the top cast-in-situ reinforced concrete slab thickness of 2.0 m and volume about 10.5 thousand m³ made from compressive strength class B80 concrete.

The bottom cast-in-situ pentagonal reinforced concrete slab of the box-shaped foundation rests on a reinforced concrete bed at the elevation of –21.250 m, the top of the slab – at the level of –17.650 m. The scheme of the slab is shown in Figure 2. The slab is designed to be made from compressive strength class B60 concrete; water tightness grade W8 and frost resistance grade F150.

The bottom foundation slab is reinforced with the help of class A500C working reinforcement 32 mm in diameter. The reinforcement cage consists of 15 horizontal grids with 150 mm spacing of the rods, which are evenly distributed along the height of the slab. The distance between the horizontal grids heightwise ranges from 200 to 300 mm. The average consumption of reinforcement is 452 kg/m³. The protective concrete cover – 68 mm. An anti-shrinkage C-1 BP-1 grid with a 100 × 100 mm mesh is set in the protective concrete cover at a 25 mm distance from the slab surface. The scheme of the plate fragment reinforcement is shown in Fig. 3.

A special procedure was developed for the slab concreting, according to which the foundation slab casting must be carried out continuously to the full structure height with even placing of the concrete mix over the entire area from the base of the slab to the top with the front of concrete placement moving vertically.

In order to reduce the heat evolution of class B60 concrete it was specified that the concrete mix must have low energy potential and the rate of portland cement consumption not exceeding 360 kg/m³ equivalent to clinker containing no more than 8% of tricalcium aluminate, the temperature of the concrete mix delivered to the construction site must fall within the range from +5 to + 15°C. Concreting of the densely reinforced construction of the bottom foundation slab is carried out using self-compacting concrete mix with workability within the range of 60 to 65 cm. Particular attention was paid to the temperature regime during the concrete mix maturing. The concrete must have minimum heat

evolution and slower early hardening kinetics in normal temperature and humidity conditions. In addition the required compressive strength of concrete aged at least 1 day – 0 MPa, when at least three days – 15 MPa, aged at least 7 days – 40 MPa, when at least 28 days – 65 MPa. Concrete curing in the construction was carried out in the conditions preventing thermal shrinkage and ensuring that the concrete cooling rate in the core of the plate is no more than 2,0–3,0 °C per day and the temperature drop between zones sharing a border along the height of the slab is no more than 20°C. The required concrete strength at 90 days of normal curing must be at least 68.4 MPa.

The concrete was prepared according to the standardized technological scheme with due consideration of GOST 7473-2010 requirements as to the accuracy of components proportioning and the peculiarity connected with loading and mixing of the main components of the mix and powder admixtures, the whole process divided into two stages: the stage of proportioning, loading and mixing of the components in the stationary mixer of a concrete plant; the stage of transit mixing in the process of transportation of the mix to the construction site.

In order to protect from rainfall and meet the specified requirements to the temperature regime of concrete curing and comfortable work organization, protective covers were erected over the entire area of the plate concreting (see fig. 4), which helped to maintain the required temperature regime of air heating.

To manage the temperature regime heat generators with variable power were used. Control of temperature regime of concrete curing in the bottom foundation plate is carried out with the help of automated systems developed on the basis of temperature sensors which are installed in different zones of the concreted slab: in the core and on the periphery of the structure at three elevation points, as well as in the upper part of the slab in the zones where the walls of the box-shaped foundation are located.

The general scheme and the number of zones in the bottom slab of the box-shaped foundation where the temperature sensors are installed are shown in fig. 5. At points 1, 4, 7, 10, 13, 14, 22, 31 control pipes are installed according to Node “A”. Control pipes, meant for periodic inspection of the sensors reading, are installed at a distance of 15–200 mm from the temperature sensors.

The day before the start of concreting of the structure, the bottom of the slab and reinforcement cages are heated to the temperature of + 3 ... + 5°C.

The temperature of the concrete mix, poured into the structure must not differ from the temperature of the reinforcement cage, the bottom and the walls of the fence around the perimeter of the slab by more than 12 °C and range from + 5 to + 15 °C.

The concrete mix was poured into the structure with the help of 18 concrete pumps (fig. 6, 7, 8). In order to

prevent concrete disintegration tremie pipes with 125 mm inner diameter were used. The maximum height of the free drop while pouring the concrete mix in the bottom tier of the slab did not exceed 1.0 m, in the central and upper tiers – 1.3 m. The pipes were installed at the rate of three pieces per each concrete pump in accordance with the scheme in fig. 6.

After pumping the cement mortar, prior to feeding the concrete mix into the structure, a small portion (approximately 0.1 m³) of concrete mix, delivered to the construction site is pumped and then dropped into a special container or dump. Pumping of the mix started after each concrete pump received at least two or three mixer trucks. Intervals in the work of each concrete pump feeding the mix must not exceed 1.0 hour.

In case of a longer delay in the delivery of concrete the pumping rate was reduced to ensure that there is enough mix in the pump hopper and the concrete conveying pipe until the arrival of the next mixer truck. A laboratory for concrete quality control was set up right at the entrance to the construction site.

Mixer trucks could discharge the mix into the concrete pumps only after the laboratory had checked the quality of the concrete mix on samples taken from the mixer trucks and given their authorization.

The concrete mix was fed to the placement zones indicated in fig. 6 simultaneously by all concrete pumps with a view to even distribution of the mix over the entire area of the slab (fig. 9). Besides, to ensure the spread of the mix from the center to the periphery of the structure the pouring rate in the central zone of the slab (the core zone) was higher than in peripheral zones.

Portions of the mix were successively fed through a flexible link from each of the steel concrete conveying pipes into the tremie pipes (fig. 9). The volume of the mix portion continuously fed into each tremie pipe – 24 ... 32 m³. After each portion is placed the mix is fed into the next tremie pipe.

The estimated diameter of the spread of the concrete mix with SF (slump flow) = 60–65 cm from each tremie pipe – about 12–13 m, the approximate spread area of the mix – 130–133 m². The approximate elevation rate of the self-compacting concrete layer – 7.0 ... 7.5 cm/hour.

When self-compacting concrete mix was poured into the structure its compacting occurred due to gravity without any compulsory vibration impact.

The exposed surface of the slab within the space between protruding reinforcement for the walls is trowelled after which a vapour-moisture-proof coating is installed to prevent concrete shrinkage from dehydration: the surface of the structure was sprayed with aqua-dispersive film-forming emulsion, covered with heat-insulating blanket (geofabric, geotextile, burlap), and then with roll polythene. The said vapour-moisture-proof coating is installed within 1 ... 4 hours after trowelling the

CONCRETE MIX CHARACTERISTICS AND PERMISSIBLE DEVIATIONS

Characteristics	Norm	Permissible deviations
Slump flow after 5 minutes (cm)	60–65	0
Average density (kg/m³)	2380	±30
Temperature (°C)	+5...+15	0
Water gain (%)	0,3	+ 0,1
Retentivity after 2 hours (cm)	57–65	0

exposed surface of the slab. Moreover, to prevent the water-retaining material from drying after 2–3 hours, water at +10 ... + 25°C was poured over the concreted areas.

The heat insulating coating helps to achieve the cooling rate of concrete in the core of the structure of no more than 2 ... 3°C a day; and the temperature difference between adjacent zones along the slab height of no more than 20°C.

The period of safe removal of the curing tent while retaining heat insulation at the outside temperature up to –10°C is at least 6 days after the pour. When the air temperature drops below –10°C, this period must be prolonged to 7–11 days. Before removing the tent it is necessary to provide thermal protection of cold protruding reinforcement bars by covering them from above with 3 layers of “Etafom”, or with one layer of “Etafom” and by putting on heat-insulating covers such as “Vilaterm.” After the tent is removed, scaffolding is installed to assemble the reinforcement cages of the walls, the scaffolding being turned into a sort of protective tent. The air inside the tent is heated until the temperature difference between the concrete surface and the air is no more than 17 °C. After that the covers are removed from the protruding reinforcement bars.

Concrete quality control to determine the required characteristics was performed at the plant after mixing the loaded components for at least 5 min. The sample, taken from the first mixer truck in each shift (12 hours), is used to determine the cone flow, the average density and the temperature and to revise the concrete composition on the basis of printouts of actually pre-dosed components. Samples, taken from the next four mixer trucks, are used to determine the cone flow, the average density and the temperature. When the specified parameters are stabilized at the given level, samples from each mixer truck are used further on only for workability control, whereas the temperature of the mix is controlled on samples taken from every tenth mixer truck. Workability retention and segregation resistance are assessed during

CALCULATION OF ADDITIVES
ON 1 MIXER OF CONCRETE MIX
VOLUME 8m³

Slump flow, cm	Amount of additive Sika Visco-Crete 571	Amount of water, L
50 ÷ 55	7,0 ÷ 8,0	6
55 ÷ 60	4,0 ÷ 5,0	7

the concrete mix optimization prior to its delivery.

Signs of disintegration and water gain are determined by a laboratory worker first visually on the sample of the mix taken for slump flow measurement. In case of clear signs of disintegration, the mix must be tested by the “water gain” parameter according to GOST 10181-2000.

On-site concrete quality control is carried out to determine whether the concrete mix delivered to the construction site meets the regulatory requirements.

For this purpose, the workability of the mix is determined by the slump flow according to GOST 10181-2000, visual assessment of disintegrability is performed, the actual density and temperature of the concrete mix are identified, and control samples are moulded for further testing. Samples taken from the first five mixer trucks in each batch (the volume of concrete mix poured continuously for 12 hours) from each of the production plants, are used to determine the workability, average density and temperature. When these parameters are stabilized at the given level (see table) further control of their workability is conducted on samples from concrete mixer, and of the temperature – from every tenth mixer truck.

The concrete mix must not show any signs of disintegration or water gain, in the context of the construction site are determined visually by a laboratory worker on the sample of the mix taken for workability measurement. In case of clear signs of disintegration the mix must not be accepted for pouring into the structure.

Dilution of received concrete mix with additives is carried out under strict supervision and according to the calculations of representatives of the plant laboratory.

The above mentioned procedure is performed once on each truck mixers. If, after its implementation, the mobility of the concrete mix does not comply with the Regulations, the mixture can not be repaired on site, shall be rejected and returned to the supplying plant.

The procedure for recovery to normal mobility is the responsibility of the manufacturer of concrete mix and shall be performed by the services of the plant laboratory on site.

Sample-cubes with 100 mm edges to determine the strength at 7, 28 and 90 days are moulded in the amount of 12 pieces from the pour of the concrete mix, delivered by one production plant and poured into the structure during one working shift.

Two series of control samples (6 pieces each) are moulded from the pour of the concrete mix discharged in the first and second half of the concrete batch.

Control samples must be kept in normal (relative humidity 95 ± 5%, temperature + 20 ± 2°C) conditions.

The measurement of the concrete temperature during its maturing (for 30 days) in the construction of the foundation plate starts right after its placement in the following way: within the first 3 days – after 4 hours, within the next 7 days – after 8 hours, within the next 10 days – after 12 hours, from 20 days onward – after 24 hours.

The temperature measurement is performed up to the moment when the difference between the minimum daily outside temperature and the maximum temperature of the surface layers of the structure drops by less than 20°C.

Concrete compressive strength is determined at 7, 28 and 90 days in accordance with GOST 10180-2012 31 and GOST 914-2012. Tests are carried out on at least two series of control sample-cubes with 100 mm edges from each batch of concrete mix ready for transportation.

A batch is the volume of the concrete mix of constant composition, prepared from the same components during one working shift.

There are 6 pieces of control samples in each series, including:

- 2 samples - for the test at 7 days;
- 2 samples – for the test at 28 days;
- 2 samples – for the test at 90 days.

Series of control samples are moulded in one-piece molds from the pour of the concrete mix, discharged in the first and second half of the concrete batch.

Control sample-cubes must be labeled with the number, date and time of sampling.

Statistical analysis of test results is carried out in accordance with GOST 18105-2010 and GOST 31914-012. The required concrete strength at 90 days of normal curingat (a temperature of 20 ± 2 °C and relative humidity of 95 ± 5%) must be no less than 68.4 MPa.

Control of concrete compressive strength in the construction of the foundation slab at the design age (90 days), is carried out on control samples according to GOST 10180 and GOST 31914-2012 and on sample-cores taken from the construction in accordance with GOST 28570-90 and GOST 31914-2012.

The number of cores taken from structures must be no fewer than 20 pieces. Places for future core sampling are selected according to the approximate lay-out of core-sampling points shown in Figure 11.

Samples made from cores must comply with GOST 31914-2012 (have a minimum 70 mm diameter and polished parallel end surfaces).

To be continued ■

A. A. BOBKOV, IFC LAKHTA CENTER EXECUTIVE DIRECTOR
Why was decided to withdraw from the traditional technology of concreting the foundation plate with

joints and decided to apply a single pouring of such a large amount of concrete? Are there any analogues of a single pouring of slabs of such proportions for public buildings?

This decision was made due to several reasons, but first and foremost due to the uneven distribution of the load from the Tower building on the bottom slab of the box-shaped foundation. The total weight of Tower will be more than 650 thousand tons, and in the end it will fall on the bottom slab of the foundation and the pile foundation under the Tower, it will be distributed by means of the core and the radial walls inside the foundation box. Occurrence of the construction joints in the bottom slab could lead to future cracks, impossible to be repaired. Structural reliability and integrity are always the most important factors to any construction. Especially – in high-rise construction. Therefore, we decided to accept the solution proposed by the General Designer – GORPROEKT, CJSC and its Chief Designer – D.Sc. in Engineering, Academician, V. I. Travush.

In the world there surely are the analogues of comparable areas of single pour of foundation structures. Nevertheless in the Guinness Book of Records the registered record of single pour of a foundation slab refers to a 16 300 cubic-meter concrete structure (“Venice” hotel, Las Vegas, USA), which is less than our volume for 3324 cubic meters. Now we’ve set a new world record.

Important to point out that in our case the very process of pouring of the concrete structure was much more complex: the work was not carried out on the surface of the earth but in a pit that was 17.500 m deep and was limited by a trench under a closed canopy at the outdoor night temperature of down to –11 °C. Frankly speaking, it was not easy. By the end of the pouring the temperature under the canopy reached already +22 degrees.

How did you manage to synchronize the operation of 13 plants and exercise concrete quality control over production sites?

This problem was successfully solved by the general contractor. A week before the start of pouring we developed and approved with the customer a detailed delivery schedule of the concrete mix and we indicated the expected volumes every employed plant had to provide per hour. 10 days prior to the pouring the approved nominal composition of the mixture was tested at all plants without an exception to fine tune the batching and to provide rigorous parameters for receipt control of concrete at the entrance to the site. And they even had mixers that failed the receipt control in the labs on the construction site. Once the mixture was produced, the plant was taken a sample and measured the parameters of the mixture before sending the mixer. After that they were communicated along with the car plate to the logistics team so that these were passed on to the receipt control labs at the site. The con-

tractor’s logistics manager control the entire route from the production to the location site of every mixer with the mixture and was well aware of the car tags that had left and where they were. Much work has been done.

How far from the construction site were the plants located and what was their maximum distance?

The concrete plants engaged in the delivery of the mixture to the structure of the bottom slab are located on the border of St. Petersburg adjacent to the Beltway. This allowed us to eliminate the factor of traffic jams within the city limits. Two plants are situated on the construction site. The most remote one – “Betomix-Sofiyskaya” – is located 91 km away from the construction site.

How you were succeeded to organize the steady delivery of concrete to the site during 49 hours, and did you ask the city authorities for help?

We managed to arrange the complex process that does not have any counterparts on our own and with the contractors’ help. We did not turn to the authorities for help. The logistics solutions were carefully estimated and simulated in advance. The maximum traffic of the mixers was switched to the weekends and night time. The plants to deliver were selected with account of the geography so that the route to the site covered the Beltway, outside the city. The clear traffic engineering at the entrance to the site and along the territory was achieved with the help of thirty traffic guides from the contractors. Thus, thanks to the smooth and efficient work of all the participants in the process we managed to carry out the complex operation without failure, traffic restrictions at the entrances and, most importantly – without any delays in the delivery of concrete.

E. V. MOROZOVA, CONSTRUCTION DIRECTOR OF THE IFC LAKHTA CENTER

How do you exercise the quality control of the dry components of concrete mix and the necessary additives at different production sites?

The receipt test of the quality and performance of inert materials (gravel, sand, cement, slag) was actually carried out in three stages: the receipt test of concrete plants (including the preparation of receipt test protocols during the delivery and check of materials at the plants), then the representatives of the general contractor inspected and run random sampling of material specimens and pass them on to the laboratory approved with the customer beforehand; after that the technician who had developed the nominal composition of the mixture checked all the 13 plants. The last stage of the performance test of the mixture components was the technician that was in charge of developing the technology of concrete pouring as well as the technician from every manufacturer. They made the mixture by means of adjusting the water con-

tent depending on the humidity of the sand.

What was the composition of the concrete and how did you monitor that all the plants would adhere it?

The recipe of the concrete mixture contained a certain proportion of cement, sand, gravel that was 5–10-mm, liquid plasticizer, slag as a filler, water and a delay mechanism for the chemical reaction in the concrete. It is no secret that with such a mass of the concrete mixture there are two essential factors necessary to ensure that the structure is homogeneous and strong. They are the delay in heating up of the mixture core as well as the life expectancy of concrete and its retaining the characteristics of mobility in order to avoid the solidification of the surface of the mixture and the formation of cold joints. The batching control was automatically carried out by plant dispensers (the human factor was completely eliminated when the characteristics of the components were determined during the receipt test).

How do you monitor the concrete in the mixers before it’s poured into the structure?

Once the mixer entered the construction site it was directly sent to the receipt test lab center. There it submitted samples of the concrete mixture to have its input parameters analyzed (the temperature of the mixture, air entrainment, concrete flow or mobility, mixture density). When the parameters of the ready-mix concrete complied with the concrete production procedure, the mixer was directed to a special area where the traffic guide led it to the vacant concrete pump.

What was the working schedule of the concrete pumps?

The concrete pumps continuously worked throughout the entire pouring period as stopping the pump can lead to clogging of pipes with concrete remnants. That way one will have to have the entire supply system cleaned. We could not afford this during the single pour. In case unexpected emergencies happened, we kept 5 sets equipment to be replaced immediately at the site.

What is the capacity of concrete pumps and how can it be changed?

The question is set in a slightly wrong way as the main goal of a pump is to pump the mixture entered the bunker. And here the determining factor is build-up pressure. Our branded B60W12F150 model had the average speed of concrete pumping at pressure of 150 MPa equal to 27 cubic meters, per hour, but our contractor and we adjusted it within the range of 180–200 MPa so as to reach the speed of concrete pouring by averagely 450 cubic meters per hour. We did it for 18 pumps. The deliveries allowed us to do it. In general the pouring of the lower plate reached 446 cubic meters per hour. Very few people believed we would succeed.

What is the mobility of the concrete mixture and did you have to use vibrators?

B60 mixture is heavy itself and when we had to pour concrete we continuously used self-compacting concrete. This type of concrete is very sensitive to vibration and can start segregating. We used vibrators locally as an impulse – during the inspection of the structure we determined that some areas were starting to consolidate, then we used vibrators to “revive” the concrete but it lasted no more than 10–20 seconds per vibration point. It was simply dangerous to keep it longer.

How did the supply of concrete to the foundation change with time and how long did the pouring take?

At the beginning of concrete pouring we always pump laitance through the concrete pumps and the latter are started in a sequence. Thus, within the first three hours of concrete pouring the pace grew from 250 cubic m. per hour up to 380 cubic m. per hour. The rate of 440 cubic m. per hour was reached during fourth hour of concrete pouring. At the end of pouring we have a natural slowdown as it is necessary to accurately check the volume of the mixture to be laid and to consider the requirements for the protective concrete layer above the cage of reinforcement and for the screeding process. Then surveyors come into the scene. Thus, we have periods of acceleration and stopping just like a car. My assessment was more pessimistic than the actual result. The entire structure was concreted within 49 hours from the beginning of the process and with the account of the screeding of the surface of the slab.

How many workers were involved in the concrete pouring of the bottom slab? How many people worked per shift and how many shifts did you have?

In total there were 18 pumps to supply concrete participating in the pouring. 750 people attended to them in 3 shifts of 8 hours. The shift schedule was intentionally reduced from 12 hours to 8 so that we could avoid the fatigue factor of the workers and the lack of attention towards the mixture to be poured. The attending team of the supply pump consisted of 8 people, 6 of them working in the structure, 1 of them controlling the pump on the surface of the pit and 1 of them leading the team. In addition, we had a logistics team (54 people, also divided into 3 shifts) and receipt test lab centers – a total of 8 centers (42 people more).

S. V. NIKIFOROV, CHIEF ENGINEER OF THE IFC LAKHTA CENTER

How did you arrange the quality control over the supplied reinforcement and sockets to connect the joints?

The quality control of the reinforcement and sockets is run during the receipt test. To do this we took the samples from each batch. According to the technical specifications of the manufacturers of sockets, during the first test was run the sampling out of

50 joints, and during the others – the sampling out of 500 joints.

To determine the mechanical properties of the reinforcement and to ensure that the sockets complied with the specifications indicated in the certificates we conducted tensile tests according to GOST. Upon the successful completion of the test the sockets were taken into service.

What is the number of wells installed to control the temperature of the consolidating concrete?

The temperature control of the concrete consolidating process was performed by means of an automated system with the help of temperature sensors. The total number of 38 temperature sensors was set to control the temperature in different zones of the plate to be concreted: in the core and on the periphery of the structures at 3 elevation points as well as in the upper area of the slab.

The 8 overflow pipes (wells) designed to run periodic checks of the sensors are installed at the distance of 150-200 mm from the temperature sensors.

What was the number of specimens to test the concrete grade selected during the concreting?

The control of concrete strength under pressure in the mixture batches delivered to the construction site was carried out in accordance with the GOST on the basis of control specimens produced out of the samples of the concrete mixture taken during the concreting of the structure.

Within 1 batch we received the volume of concrete supplied by the one manufacturer and poured into the structural slab during one shift (12 hours). We produced no fewer than 2 sets of control samples out of every batch.

The control of concrete strength under pressure in the foundation slab during its project life (90 days) is carried out by means of control samples according to GOST 10180-2012 and GOST 31914-2012 and by means of core samples taken from the structure in accordance with GOST 28570-90 and GOST 31914-2012. Their number was no less than 20 pieces.

How do you control the process of consolidation of concrete?

The control over concrete consolidation is carried out by means of testing control samples taken during the concreting of the structure at the age of 3, 7, 28 and 90 days.

On top of that to clarify the reference data on the strength we’ve run a test of the concreted structure by means of a non-destructive method of shear test according to GOST 22690-88.

How many samples were taken to control the strength of the concrete?

The total number of the samples taken out of the concrete mixture from all the 13 plants and delivered to the construction site was 936 pieces.

What did you do to take care of the poured concrete?

Care is an important factor to maintain

the integrity and strength of a massive concrete structure. When the concreting was finalized we started taking care of the concrete of the foundation slab in order to ensure gain in strength and to prevent temperature and shrinkage cracks.

The principles of care in terms of a massive reinforced concrete structure are justified by estimating the state of the structure under thermal stress and are set in the covering with heat insulating roll materials when the concreting is over and the moisture-impermeable coating is set.

According to the calculations carried out it was necessary to ensure crack resistance of the concrete during its hardening by applying temporary shelters (heated enclosures) and blanket insulation. The insulation was installed once the upper layer acquired the required sufficient hardness.

The thermal coating consists of four layers of thermal insulating roll materials such as “Etafom”. It is applied to a steam- and moisture-impermeable film to gradually equalize the temperature of the hardening concrete along the structural cross section as well as the surface layers of the structure and the outside air.

The purpose of the above mentioned coating is to ensure that:

- the cooling rate of the concrete in the core of the structure is no more than 2...3 °C per day;
- The temperature difference between the adjacent areas along the height of the slabs is no more than 20 °C;
- The temperature difference of the surface layers of the concrete slab and the outside air is no more than 20 °C.

According to the monitoring the maximum temperature in the core of the structure was achieved on the 5th-6th days and reached 70 °C. The decline rate of the temperature after the maximum temperature is about 1 °C per day. ■

UP-TO-DATE Wind-Tunnel Testing of High-Rise Buildings and Structures (p. 102)

TEXT BY: ANDREY GUZEEV; DMITRIY KORNILOV; ALEXANDER KOROTKIN, DOCTOR OF ENGINEERING; SERGEY SOLOVYEV, PH.D. IN PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES; FEDERAL STATE UNITARY ENTERPRISE “KRYLOV STATE RESEARCH CENTER”

In recent years, there is a persistent surge in construction of unique objects of high complexity: huge clusters of high-rise buildings, stadiums and large-span bridges. The main principle to construct such

architectural masterpieces is to thoroughly consider all environmental factors that may influence the structures during their operation. The international and Russian construction regulations [1, 2, 3] stated that one of the main factors is the aerodynamic load, for which correct assessment should be carried out simulation modelings in specialized wind tunnels.

The Case of Wind-Load Tests for Architectural Structures by the Krylov Center. The Krylov State Research Center has the largest wind tunnel in the North West. The parameters of the experimental setup are as follows:

- a closed-circuit wind tunnel with an open-throat test section;
- a cross section of the test part working part seen as an ellipse, its size being 2,5 × 4 m;
- the test section being 5 m. long;
- the frontal velocity reaching up to 80 m/s.

This structure has tested more than 60 models of residential houses and neighborhoods over the past 10 years. The standard aerodynamic tests are meant to:

- determine gross and distributed wind loads.
- evaluate the speed and the angle of the air flow in pedestrian areas.
- study the possibility of occurring resonance oscillations caused by the wind load.
- study wind conditions in the area where helipads are located.
- identify the areas with accumulated snow on the roofs of the buildings.
- identify preferable air-intake and exhaust devices.
- develop solutions that contribute to the reduction or complete elimination of the negative impact of wind-load factors.

Let us consider more thoroughly the most important types of tests that, when carried out, allow the architects to evaluate the possibility of occurring most dangerous phenomena that are associated with wind flows in the city.

Estimation of Distributed Wild Loads. With model testing the distribution of the pressure is measured by means of draining taps that are located on the surface of the model. In the course of experiments at each point where the pressure is measured, they determine pressure coefficient

$$Cp = \frac{2 \cdot (p - p_0)}{\rho \cdot V_0^2}, \quad (1)$$

here p stands for the pressure at the measuring point, p_0 is the static pressure in the flow, ρ is the density of the environment, V_0 – indicates the velocity of the incoming air flow.

Figure 2 is an example of how the pressure coefficient changes at point 1 on the cross-section outline of a tall building when angle β of the incoming air stream is modified. The building's height is H=120m, the section is located

at the distance of 80 meters above the ground. A significant depression at the point in question with $\beta \approx 290^\circ$ cannot but attract attention.

To determine the force that affects the structural component of the surface, with its floor area S the following formula is used:

$$F = w_m \cdot S \cdot Cp^*, \quad (2)$$

here w_m is the standard value of the time average of the wind load (air pressure) at height z above the ground; $Cp^* = Cp_1 + Cp_2$.

Non-dimensional coefficient Cp_1 equals the absolute value of the highest depression coefficient on the surface of the building; non-dimensional coefficient Cp_2 corresponds to the maximum value of the coefficient of positive pressure on the surface of the building. Since maximum value Cp_2 is always 1, we have the following:

$$Cp^* = 1 + |Cp_1|, \quad (3)$$

With the building that has its cross section as shown in Figure 2,

$$Cp_1 = -4,8. \text{ Therefore, } Cp^* = 5,8.$$

If all the surface elements of the building under consideration are assessed in terms of excess pressure as well as depression by means of formulae (2), (3), with $Cp^* = 5,8$, it will eliminate a dangerous error in determining the load on the external elements of the building surface. It is possible to estimate the load on every surface area more precisely by determining $(Cp_1)_{\max}$ with the experimental findings for a certain building surface.

The proposed recommendation is related to the possibility of having “wind tunnel passes” inside the building when there is pressure applied from the outer side of the surface element and by means of the “wind tunnel pass” its inner side is connected to the part of the building that experiences depression on its surface.

From the obtained experience one can state that in the design of rectangular buildings value C_p does not usually exceed the following $C_p = 2,5$. If the outline of the structure is rounded, its cross-section has areas with circular or elliptical contours, at certain angles of the incoming air flow value C_p may reach $C_p = 5,5 \div 6,0$. Values C_p are also important when choosing locations of intake and exhaust ventilation holes on the surface of the building.

Determination of the Velocity and Contact Angles of Wind in Pedestrian Areas.

When designing high-rise structures one has to take into account the mobile safety of people in pedestrian areas around the skyscraper during strong wind. [6] As a safety criterion they use effective wind velocity value V_E that can be observed at the ground level at the height of a pedestrian (2 m). Considering the pulsating nature of the wind velocity value V_E should be calculated using the following formula:

$$V_E = 1,5 \cdot V, \quad (4)$$

here V is the average wind velocity at the height of a pedestrian.

Currently the following discomfort levels in terms of value V_E are applied [6]. They are shown in Chart 1.

In formula (4) the easiest way to determine value V is in a wind tunnel by running an experiment with the model of the building and taking into consideration the surrounding environment. Here the contact angle of the incoming flow varies with regard to the structure. As an example Figure 3 shows the values of relative velocity V/V_0 , where V_0 is the velocity of the incoming air flow at the height of the model of the building and V is the wind velocity at the height of the pedestrian. When this way of grouping houses in pedestrian areas is chosen, there may occur unacceptably high wind speeds at the height of 1,5 ÷ 2 m above the ground. In archways where people and traffic are meant to pass through (shown as dashed lines in the picture) the wind velocity during the experiment was 36,8 m /s with the speed of the incoming wind being 20 m/s.

When implementing such projects one has to consider structural elements [6] that will reduce the wind velocity in the areas where people are meant to circulate.

The Study on the Possibility of Occurring Resonance Oscillations Caused by Wind Force. The adverse aerodynamic interaction of similar high-rise buildings that are located close to each other is well known [4, 6, 8]. Figure 4 shows a photo of tower coolers at Ferry Bridge (England) thermal electric power station that were destroyed as a result of resonance oscillations.

Figure 5 shows models of similar high-rise buildings in the working section of the wind tunnel. Figure 6 shows the examples of visual simulation: on top of the view one can clearly see vortex structures that are formed on the building that is located upstream. These structures hit the building that is in the aerodynamic wake.

To understand the quantitative aspect of this interaction one should consider the frequency content of pulsation amplitude of the longitudinal component of the force that acts on the isolated model of the building that is located in the air stream and the same model of the building that is located in the wake of a similar model. The measurements were made by means of a tension sensor. The horizontal axis shows the ripple frequency of the longitudinal force in hertz, and the vertical axis shows the voltage pattern that is proportional to the longitudinal force. At most frequencies one can see a significant increase of the amplitude of the pulsating longitudinal force when the model of the building is placed in the aerodynamic wake.

New Stage in the Study of Landscape Objects. The Krylov center is currently completing the construction of a unique experimental setup – landscape wind tunnel that will make it possible to test models of landscape areas, residential areas, stadiums, airports, sea and river ports, drilling platforms. It is in great

CHART 1. DISCOMFORT LEVELS BASED ON VALUE

Value V_E (m/s)	Description of Discomfort
6	The wind causes discomfort
9	The wind affects the behavior of pedestrians
15	The wind makes walking difficult
20	The wind becomes dangerous

demand when it comes to testing such complex structures as large-span bridges.

The parameters of the experimental setup are:

- a return-flow wind tunnel with a closed test section;
- a rectangular cross-section of the working area of 11 × 2 m;
- the working area being 18 m long;
- the incoming air flow being 14 m/s.
- the air velocity adjustment pace being 0,1 m/s;
- the possibility to simulate the surface boundary layer.

On the floor of the landscape wind tunnel there is a 10-meter wide rotating table that can attain any angle with the precision of 0,2°. It will accommodate the models to be tested; by means of rotating the model against the air flow one can simulate all possible wind directions. In the ceiling of the setup there is a triaxial device that is meant to move test prods and to scan the flow inside the model to be tested. The moving area of the axial device is 10 × 10 × 2 meters; and the positioning accuracy is 0,5 mm.

Owing to the impressive dimensions of the working area and the high-precision equipment the landscape wind tunnel can test large models and at the same time simulate the important surface boundary layer. This combination will significantly improve the accuracy of the experimental wind loads obtained, which is especially important for designing unique bridges, stadiums, skyscrapers. At the moment there are only 4 research centers in the world that have landscape wind tunnels. In Russia there are no such devices, which forces the designers of large-span bridges and high-rise buildings to turn to the West to run tests.

The solution of environmental issues of landscape structures is a separate area of aerodynamic research:

- Water areas of seaports – to choose the most efficient place to locate piers; to develop recommendations to arrange handling operations of bulk materials.
- Airports – to define wind conditions near the airport, to determine unfavorable wind directions in the areas close to the hills or mountains.
- Elongated open storage – to develop ways to reduce the drift volume of bulk materials.

Conclusion. As new construction materials and construction technologies develop in the world appear larger-scale and more unique architectural masterpieces. To ensure their successful design and

construction is needed to simulate and consider external wind loads at an entirely new level. Such studies require mock-up studies in specialized wind tunnels. The Krylov Research Center has all the necessary experimental setups, years of experience and highly qualified staff to deal with all possible issues in the field of the aerodynamics of architectural survey items. ■

SIMULATION Numerical Simulation of Aerohydroelasticity in Construction (p. 106)

TEXT: ALEXANDER BELOSTOTSKY, DIRECTOR GENERAL OF STADYO R&D, THE HEAD OF REC CM MGSU, ASSOCIATE MEMBER OF RAASN, D.SC. IN ENGINEERING, PROFESSOR; IRINA AFANASIEVA, RESEARCH ASSOCIATE OF REC CM MGSU

The factor of wind impact is crucial when validating the safety and comfort of future and already operating unique high-rise and long-span buildings and structures of modern architectural forms and original design solutions. According to the estimates of Japanese experts [1], for buildings over 200m high wind (corresponding to VI wind region of Russian Federation) is more dangerous for the general strength than a 9-magnitude earthquake, and in the Moscow region wind loads on buildings over 75m high may exceed the designed 5-grade impact [2, 3].

Analysis of the behavior of the entire building and its individual structural members (for example, suspended facade structures, etc.) in the flow detects along with static bending deformations in the plane of the air flow and sideways buckling from this plane a wide variety of cases of aerohydroelastic static and dynamic instability. They are induced by the cross-sectional shape, the building configuration and its orientation in relation to the flow direction, elastic and damping properties of constructions, the structure of the approach flow, determined by the terrain features and interference in the context of the dense and constantly changing development and other circumstances.

These phenomena are caused by a certain type of oscillations and it is important to pay careful attention to the mechanism of their formation. At the same time they constitute a

serious danger to structural reliability and durability, as well as to people occupying these buildings. Amongst them the best known are oscillations of vortex excitation (e.g. wind resonance), galloping across the flow, galloping in co-current flow, divergence, flutter and response to baffling in the presence of self-excited forces [4, 5].

Fluid-Structure Interaction (FSI) problems are of great and undiminishing interest in science, industry and other spheres. The prerequisite for a detailed study of the nature of aerohydroelasticity and a search for methods to solve coupled problems relating to the construction industry was a number of tragic cases of collapse (USA, the Tacoma Narrows Bridges, 1940; England, cooling towers of the Ferrybridge Power Station, 1965 etc.) and dangerous oscillations (e.g. Volgograd Bridge, 2010) of structures as a result of aerodynamic instability and structural collapses after an earthquake effect as a result of interaction with fluid (e.g. tanks in Japan, Kobe, 1995, Tomakomai, 2003).

Today there is still no comprehensive solution to coupled three-dimensional dynamic problems of aerohydroelasticity therefore they require scientific-methodological and software-algorithmic development and research.

Analytical review of existing approaches to the solution of the stated problem showed that current engineering normative approaches require significant updating and development. Thus, for instance, the national building regulations of 2011 contain an estimate of the resonant vortex excitation only, whereas such phenomena of aerodynamic instability as galloping, divergence and flutter are mentioned in passing. On the contrary, foreign regulatory documents, such as Eurocode, Japan, USA and Canada assess the possibility of all the above-mentioned phenomena. 2011 saw the publishing of the “National Annex to Eurocode.” The bulk of the existing hydrodynamic solutions for coupled ‘structure – fluid’ systems is valid for non-deformable tanks of simple geometric shapes in the context of small oscillations of ideal incompressible fluid with a free surface. But it should be noted that all of these proposed normative techniques (both national and foreign) do not fully consider the reciprocal influence of the structure and the flow on each other, as well as the complexity of construction solutions of real structures and the three-dimensional dynamic behavior of the flow.

Experimental simulation arouses great interest due to its clarity, availability and possibility to carry out a series of experiments in shorter time. The main problem for simulation tests is to ensure complete similarity, which is difficult to achieve in practice. Consequently, there are different techniques that take into account the specifics of the tasks, the importance of certain properties of the atmosphere,

parameters of structural elements and other factors.

Today numerical simulation is the main and, in fact, uncontested approach used to solve practical high-tech problems. Existing mathematical models and numerical methods allow for direct studying of complex three-dimensional dynamic behavior of coupled aerohydroelastic systems. Moreover, their software implementation is used both in research (with open code) and in universal commercial software systems (PC).

MATHEMATICAL FORMULATION

Traditionally, basic equations of motion for a structure are solved in Lagrange's formulation:

$$\rho \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial t^2} = \nabla \cdot \tau + \bar{f}^B, \quad (1)$$

where ρ – density; \bar{u} – displacement vector of the structure; t – time; τ – Cauchy stress tensor; \bar{f}^B – vector of volumetric loads; the symbol ∇ – hereinafter denotes the action of the divergence operator (in a state of deformation).

Dynamic behavior of fluid or gas is described by the classical Navier - Stokes equations. Besides, it is assumed that both laminar and turbulent flows comply with these equations (by the way, the Navier - Stokes equations are one of the 6 unsolved mathematical problems of the millennium). For their mathematical statement the following formulations are used:

- 1) Lagrange's formulation (Lagrange approach);
- 2) Euler's formulation (Euler approach);
- 3) and the so-called arbitrary (or hybrid) Lagrange-Euler formulation, relevant, in particular, to the problems of interaction between fluid and solid bodies (the deformable solid body is simulated in Lagrange's formulation, the fluid on the boundary with the structure – in Lagrange's formulation, in the remaining area – in Euler's formulation, in case of large structural displacements the grid behaves like a Lagrangian one – it undergoes deformation).

The Navier-Stokes equations of motion of incompressible Newtonian fluid (i.e. viscous fluid which in its flow obeys Newton's law of viscous friction) in the corresponding hybrid ALE formulation takes the following form:

$$\rho \frac{\partial \bar{U}}{\partial t} + \rho[(\bar{U} - \bar{V}) \cdot \nabla] \bar{U} = \nabla \cdot \tau + \bar{f}^B, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + (\bar{U} - \bar{V}) \times \nabla \rho + \rho \nabla \cdot \bar{U} = 0, \quad (3)$$

$$\rho \frac{\partial e}{\partial t} + \rho(\bar{U} - \bar{V}) \cdot \nabla e = \tau \cdot \nabla - D - \nabla \cdot \bar{q} + q^B, \quad (4)$$

where ρ – fluid density; $\partial / \partial t$ – full derived function in a spacial

(deformed) moving frame; \vec{U} – fluid velocity; \vec{U}^* – frame velocity; $\vec{\tau}$ – stress tensor in fluid; \vec{f}^B – vector of volumetric loads in fluid; e – specific internal energy; D – strain-rate tensor. By stating in the given equations that $\vec{U}^* = 0$ (i.e. determining the fixed-frame constraints or the corresponding finite-element grid), we can obtain Euler's formulation. By stating in equations (2)–(4) that $\vec{U}^* = \vec{U}$ (the frame moves with the same velocity as the fluid particles) we can obtain Lagrange's formulation.

To simulate the turbulent flow regime, there are three basic approaches:

1) Large eddy simulation (LES): this method is the second most demanding and accurate one among the existing approaches after direct numerical simulation (DNS).

2) RANS (Reynolds-averaged Navier-Stokes equations): this method is based on the solution of Reynolds-averaged Navier-Stokes equations.

3) DES (detached eddy simulation method): this approach is a combination of the previous two – LES and RANS. It works as follows – «detached» energy-carrying eddies inhabiting the separation zones, are calculated «precisely» with the help of LES, whereas the areas of attached boundary layers are described with the help of RANS models.

Simulation of a multiphase flow involves Euler's formulation with free surface simulation. The interaction of different phases (fluid and gas) is recorded with the help of the introduced variable – volumetric fraction of the phase.

In the process of interaction of the viscous flow with a solid medium, equations of equilibrium and compatibility must be performed on the contact surface:

$$\tau^S \cdot \vec{n} = \tau^F \cdot \vec{n}, \quad (5)$$

$$\vec{u}^I(t) = \vec{u}^F(t), \quad (6)$$

$$\vec{u}^I(t) = \vec{U}^I(t) = \vec{U}^F(t), \quad (7)$$

$$\vec{u}^I(t) = \vec{U}^I(t) = \vec{U}^F(t), \quad (8)$$

where \vec{n} – unit direction vector of normal to the contact «structure – fluid» surface; \vec{u} and \vec{u}^* – correspondingly, structure and fluid body displacement (or the nods of a corresponding finite element grid within the framework of the finite element method); \vec{U} – fluid velocity; \vec{U}^* – fluid body velocity; the symbol of the top point hereinafter denotes an operation of differentiation according to time; superscripts I, S, F stand for contact surface, solid body and fluid, respectively.

Numerical approximation of the basic equations is usually performed with the help of finite element method (for the structure and the fluid) and finite volume method (for the fluid). To solve the given problem, depending on its nature and character, either forward or iterative algorithms are used. Dynamic analysis of coupled «structure - fluid» systems comes down to forth time integration of motion

equations. Explicit or implicit schemes with options of different conditions of calculation completion are used for integration.

TECHNIQUE OF NUMERICAL SIMULATION OF CONSTRUCTION AEROHYDROELASTICITY PROBLEMS

Specialists of CJSC research-and-development centre StaDyO and REC of computer modeling at MSUCE developed an adaptive technique of numerical simulation of three-dimensional dynamic problems of construction aerohydroelasticity [6, 7]. The technique is easily tuned to the object and objectives of research. The proposed classification of relevant construction aerohydroelasticity problems from the perspective of phenomenal physics allows one to choose the most efficient as well as alternative up-to-date mathematical models, numerical methods and their implementation. Depending on the selected models and methods aerohydroelasticity calculation is carried out using either the direct method or the load transmission method. The direct method is based on the FE-analysis of coupled fields with the use of special-purpose finite elements (e.g. FLUID family in Lagrange's formulation – PC ANSYS) and is employed to determine the stress-strain state and dynamic behavior of the structure and to solve the problems of fluid and gas dynamics without considering the nonlinear behavior of the fluid/gas. The load transmission method is based on calculations carried out in coupled formulation by means of two-way calculation data transmission between various independent modules in the form of, for example, movement (on the one hand) and load (on the other side). It is used to solve problems which take into account the nonlinear behavior of the fluid. It allows one to simulate the behavior of both compressible and incompressible fluid in laminar and turbulent conditions in the single- or multiphase formulations.

To carry out the calculation guidelines were formulated for designation-setting of specific parameters (such as parameters of deformable grids, parameters of stability and convergence of solution on contact surfaces of the structure and the fluid). To conduct multivariate computational research at this stage we use our own software development.

The developed technique is verified on a series of representative test problems which have a reliable calculated, theoretical or experimental proof.

The verification problem (the well-known in the «worldwide» research practice – BARC [9, 10]) demonstrates that in case of fairly accurate determination of average components the implementation of even the most advanced alternative turbulence models (LES-WALE, DES-SST) with the most detailed

discretization leads to a significant scatter of identification of the pulsation component of aerodynamic pressure and spatiotemporal characteristics of the flow.

The coupled dynamic verification problem of aerohydroelasticity (the well-known in the world practice test – large oscillations of a flexible elastic beam in the wake of a rigid cylinder [7, 11, 12]) displays not only the flow-induced effect on the deformed state of the flexible structure, located in the vortex wake, but also the impact of the deformed state of the flexible structure on the flow pattern and its spatiotemporal characteristics.

A series of verification hydroelasticity problems [7, 8, 13], which have theoretical and experimental model solutions help show the correspondence and validate the range of applicability of alternative numerical approaches of simulation of fluid with a free surface in the context of kinematic dynamic effects. We also obtained qualitative (waveform) and quantitative (wave height and oscillation frequency) correspondence between numerical results and «model» data.

The following procedure was conducted for the practically important and highly engineered «thin-walled pontoon tank – oil products» actual system with volumetric capacity of 50 000 m³: for the first time in accordance with the developed adaptive technique we simulated and analyzed in coupled hydroelastic formulation dynamic stress-strain state of the tank structure and wave formation on the surface of the fluid during an 8-magnitude seismic action specified by an earthquake accelerograms using alternative numerical approaches (Lagrange's formulation in PC ANSYS and ALE in PC ABAQUS / Explicit) [7].

We obtained practically similar values of the basic criterial state parameters (natural frequencies and oscillation modes, wave height and form, displacements, the level of maximum components, principal and equivalent strains and stresses) by means of two alternative numerical approaches: in Lagrange's formulation, implemented in ANSYS Mechanical, and in hybrid formulation - ABAQUS / Explicit. The calculations were carried out with and without regard to the pontoon. It is shown that the similarity of stress-stain parameters of the tank wall at the pontoon level maximum wave height increased due to its flattening. The results were compared with the calculation data obtained with the help of the normative analytical technique. It is proved that the maximum amplitude of numerical dynamic stress-strain parameters of the according to the developed technique surpass the normative analytical values by 5 times.

CONCLUSION

The results obtained in the course of verification and approbation computational research prove the workabil-

ity and efficiency of the developed technique, which establishes a new, highly sought by current practice level of computational analysis of coupled dynamic aerohydroelastic engineering systems in important construction spheres. It opens up new solution prospects for a wide range of construction aerohydroelasticity problems – tall buildings and structures, bridge and pedestrian constructions, pipes and cooling towers of atomic and thermo-electric power stations, facade and cladding structures, flexible coatings of long-span structures, advertising constructions, thin-walled tanks with fluid, fluvial and maritime water development facilities and others. ■

RESEARCH

Skyscraper Tube Architecture and Construction Aerodynamics for Unique Buildings and Structures (p. 110)

TEXT: OLGA PODDAEVA, PH.D, ASSOCIATE PROFESSOR, DIRECTOR, TRAINING, RESEARCH AND PRODUCTION LABORATORY OF WIND-TUNNEL AND AEROACOUSTIC TESTING OF CIVIL ENGINEERING STRUCTURES, MOSCOW STATE UNIVERSITY OF CIVIL ENGINEERING (MGSU)

A wind is one of the factors that require attention during the design of unique buildings and structures, building of complex architectural forms. However, the current Russian and foreign building codes do not contain recommendations for the aerodynamic coefficients assignment for the determination of the calculated wind loads on structures for such buildings and prescribe in these cases using the results of tests in specialized wind tunnels.

Wind tunnels of architectural and construction type designed for this type of testing exist in research laboratories in Europe, Japan, USA (Scientific and Technical Centre for Building, Politecnico di Milano, Technische Universität Berlin, The University of Tokyo, NASA). The main feature of the tunnel design of this type is the presence of an extended working area (not less than 15 m), which provides a special rate curve blown flow modeling the surface layer of the atmosphere and the effect of the underlying surface of the landscape.

In 2008, at the Moscow State University of Civil Engineering based at Training, Research and Production Laboratory of Wind-tunnel and Aeroacoustic Testing of Civil Engineering Structures (UNPL AAISK) together with the Ministry of Education

and Science of the Russian Federation and the Government of Moscow the wind tunnel that meets modern requirements and designed to address issues of architectural and construction aerodynamics was started to design, and in 2012 this tunnel was put into operation.

Measuring equipment base is essential for successful study of wind effects on buildings and structures with all the architecture features and city accommodation. The base includes both classical measurement systems based on the differential pressure sensors and six-component silo-torque sensors using and advanced laser non-contact measuring systems (PIV and LDA). In addition, the basis of high-rise building qualitative research is construction itself of Big gradient wind tunnel UNPL AAISK MGSU (hereinafter - BGAT MGSU). At its creation, the recommendations of Russian specialists and world experience operating similar subsonic pipes were taken into account, such as the elimination of irregularities diagrams velocity modulus in the horizontal section and profiling flow of the medium in turning parts of the circuit (90 degrees) using the guide vanes.

It is also necessary to note that, BGAT MGSU has a closed circulation loop and modular fan unit of the nine units, with a length of pipe 41 meters and length of the working area in the working area of 18.9 meters.

- the dimensions of BGAT MGSU (length is 41 m, width is 21.25 m, height is 6.91 m) are linked to the size of a building under construction. In connection with the length of the axis is closed loop wind tunnel (96 m);
- the length of the working area BSATU MGSU allows to adjust the flow velocity profile simulating the surface layer of the atmosphere in different conditions;
- fan installation is integrated into the flow path ADT MGRS, and paired with the channel walls elastic (flexible) bonds to prevent the transmission of vibrations pipe body;
- speed range in the working zone: from 0 to 32 m/s
- uneven velocity profile incident flow: not more than 2.5%
- parameters studied models: length is 3,0 m, width is 3.0 m, height is 1.5 m.

scale buildings and structures: from 1:100 to 1:250
scale urban facilities: from 1:1000 to 1:5000.

All of these characteristics, in particular the parameters of the investigated models, allow studying of the unique buildings and structures aerodynamic characteristics with necessary detailing. As an example, the study of wind effects on the unique buildings and structures can be considered with the most interesting scientific and production work by UNPL AAISK MGSU:

- Spire of Foreign Ministry of Foreign Affairs building;
- Residential Complex in Moscow;
- Evaporative cooling towers Novovoronezh;

- Cable-stayed bridge in St. Petersburg.

Tests in a wind tunnel model of the spire of the building MFA at the wind velocity profile and turbulence obtained from numerical simulations of the entire building with adjoining buildings (Fig. 2), made it possible to evaluate wind loads on the spire for the operation stage when a representative set of wind directions. The same aerodynamic test model of a fragment of the building during the assembly allowed to obtain the distribution of the aerodynamic wind pressure on the outer surface of the structure of scaffolding that allowed him to give detailed recommendations for the reconstruction of the Ministry of Foreign Affairs.

For the Moscow residential complex flow pattern analysis an experiment with the gradient flow was carried out, physical modeling allowed to determine the resultant aerodynamic forces and moments on the construction of high-rise buildings in a turbulent flow, as well as the distribution of mean and peak wind pressure coefficients on the surface of the facade.

The results of experimental studies of Novovoronezh FAO (IEE NPP-2) confirmed the results of numerical studies of negligible impact development (building the reactor compartment and the turbine hall) on the distribution of the wind pressure on the surface of the cooling tower. In the process of physical experiments in the wind tunnel were measured wind loads on structures of cooling towers for «normative» and gale-force wind. In this comparative analysis of results of experimental and numerical modeling of aerodynamic problems showed satisfactory agreement of experimental and theoretical research on basic and extreme (hurricane) wind loads and effects, allowing to justify the design and volume-planning decisions made in the framework of adjustment of the project evaporative cooling tower taking into account the aerodynamic influence of the main buildings NVO NPP-2 and terrain.

In the process of testing the layout cable-stayed bridge under construction recorded the absence of aerodynamic instability phenomena such as flutter and buffeting that might have a negative effect on the bearing capacity of the structure. The phenomenon of vortex resonance, recorded at several angles of attack of the wind, led to the emergence of oscillations, but the measured amplitude does not exceed the limit values. It should be noted that the altitude of the bridge – Pylon was modeled at the most vulnerable of all design in the construction of buildings.

Summarizing the above examples, it's necessary to resume that the overall architectural and construction aerodynamics allows to formulate recommendations based on the result of the measurement and analysis:

- The resulting aerodynamic forces and moments acting on the object at the turbulent and laminar flow;

- The distribution of average and peak values of aerodynamic coefficients of pressure on the surface of the object;
- the flow pattern of the object flow of air;

- Results of the assessment of pedestrian comfort.

Complete and reliable information about the wind loads on the unique buildings and structures is an integral part of its design, without which it cannot claim to be the object of sustainable architecture.

REFERENCES:

1. Scientific and technical report on the theme: «The spire of the building MFA / UNPL AAISK Moscow State University of Civil Engineering. Moscow, 2014. Pp. 136.
2. Scientific and technical report on the theme: «The residential complex» Golden Star» / UNPL AAISK Moscow State University of Civil Engineering. Moscow, 2014. pp. 69.
3. Scientific and Technical Report on «Novovoronezh NPP / UNPL AAISK Moscow State University of Civil Engineering. Moscow, 2014. Pp. 254
4. Scientific and Technical Report on «Bridge over the ship fairway in St. Petersburg» / UNPL AAISK Moscow State University of Civil Engineering. Moscow, 2014. Pp. 108
5. *Dunichkin I. V., D. A. Zhukov, A. A. Zolotarev.* Effect of aerodynamic parameters of high-rise buildings on the microclimate and aeration of the urban environment / Industrial and civil construction. 2013. № 9. Pp. 39–41.
6. *Poddaeva O. I.* Physical studies of architectural and construction aerodynamics for sustainable design in the construction industry / industrial and civil construction. 2013. № 9. Pp. 35–38.
7. *Poddaeva O. I., Dubinsky S. I., Fedosova A. N.* Numerical simulation of aerodynamics of wind tower building // Industrial and civil construction. 2014. № 9. Pp. 23–27.
8. *Poddaeva O. I., Orekhov G. V., Dunichkin I. V., Kochanov O. A.* Sustainable design based on experimental studies of architectural and construction of aerodynamics and aeroacoustics / In: INTEGRATION, partnerships and innovations in the construction science and education. Scientific publication. Moscow State University of Civil Engineering. Moscow, 2012. pp 133–138. ■

EXPERIENCE

Comprehensive Analysis of Facade Translucent Structures (p. 114)

ALEXEY VERKHOVSKY, PH.D. IN ENGINEERING SCIENCE, HEAD OF NISF RAASN LABORATORY “ENCLOSURE STRUCTURES OF HIGH-RISE AND UNIQUE BUILDINGS”

The matter of research of facade translucent structures has numerously been raised in Tall Buildings magazine [1, 2].

The NISF RAASN «Facades SEC» Test Center regularly runs laboratory studies on facade structures in terms of their thermotechnical characteristics, air and water permeability, wind load resistance, and sound insulation properties. Throughout the years passed since the test center was founded, it has gained great experience in full-scale and laboratory tests, examination, participation in technical support during design and installation of this class of structures.

Surely, the above mentioned activities do not cover all performance properties of translucent facade structures; but even this part provides a lot of information on the possibility of reference to a certain technical solution.

Let us discuss the main matters experts in the field usually face.

1. ABSENCE OF A REGULATORY SYSTEM

In terms of a regulatory system there have only been a few positive changes over the past 10 years. There have surely been developed dozens of standards (Technical Specifications, Corporate Standards, Special Technical Regulations), but all attempts to start working systematically find no support either from the state or from the so-called «business community». Back in 2005-2006 they developed a standardization program that referred to facade translucent structures. It included the standards of the basic test methods, components, terminology and definitions... They developed and passed GOST R 54858-2011 «Translucent Façade Structures. Method to Determine Reduced Total Heat Transfer.» Right during its passing the project of the interstate standard of «Suspended Translucent Façade Structures. Classification. Terms and Definitions» that was developed in 2013 became a version that was proposed by one of the Russian refiners of a foreign profile and it would completely ignore any discussions, reviews, working groups ...

Last year together with the Schuco International Moscow Company they developed two projects of GOST R «FACADE TRANSLUCENT STRUCTURES. METHODS TO DETERMINE AIR- AND WATER PERMEABILITY» and GOST R «FACADE TRANSLUCENT STRUCTURES. METHODS TO DETERMINE WIND LOAD RESISTANCE» that were aligned with European counterparts. Whether the «business community» was interested in this process was proved by the fact that during public hearings and when announced on the technical regulation online platform, no one asked for the full text of the first edition.

Most likely the majority of market players benefit from working in a regulatory and legal vacuum. The existing procedure of certification and declaration does not require mandatory veri-

fication of the claimed parameters of a structure of this class. Only those customers who in their design assignment or delivery contract indicate that tests are required to be run have the right to demand anything from the façade contractor. This is usually the case but to do that the structure has to be unique and socially relevant (as with some of the “Moscow-City” buildings); otherwise there is preliminary work that has been carried out with the customers and investors that explains the danger of a complete lack of information on the manufactured and assembled translucent façade; or there are foreign consultants participating in the project. They are capable of demanding running tests in Russia or in foreign laboratories.

2. THE INDUSTRY HAVING SUFFICIENT TEST CENTERS

In most foreign countries no self-respecting façade company (whether it is a system developer that works out a system or a large refiner) carries out a serious project without a complete preliminary set of tests. All innovative institutes and companies like Schueco, Reynaers, Gartner, Vicon, Yuanda have their own centers. Besides, in Germany, Belgium, France, China, and the United States there are significant state and commercial institutes that conduct similar studies and issue test protocols, operations tolerances, etc.

What is being done in our homeland? None of facade manufacturing companies including leading Russian developers of profile systems for translucent facades has its own test facility. There has been a lot of talk about this for years. Moscow State University of Civil Engineering (MSUCE) has bought a set of foreign equipment. The TBM company runs tests of window units. However there are no specialized test centers that are similar to IFT Rosenheim and are able to test full-size structures with the exception of the test center set by NIISF RAASN. And in the current state of resource saving and the difficult economic situation it is highly unlikely there will be any in the near future.

Last summer we participated in a large meeting at one of the construction projects in Moscow. The respected façade contractor could not understand what the customer and operational services wanted from it... The discussion was finished with the declaration of the head of the Turkish company: “... We have been working on the Russian market for more than 10 years. We’ve installed more than 1,5 million square meters of facades, but we have never submitted any test protocols to anyone... We are a great European company and it is only our name that can guarantee good quality.” As they say, this speaks for itself.

3. LACK OF QUALIFIED SPECIALISTS

As a rule in the industry after working for one of Europe’s leading developers specialists start to “go around the same ground”, they change companies, create design, installation and other companies. It is pretty difficult to find highly

qualified specialists in the Russian market. They are overbought, given new functions and lured away.

With this approach there are very few companies that can afford to set a really competent team of at least designers.

If in the mid-2000s there was a significant increase in the number of companies, the complexity level of orders and the quality of their fulfillment would grow, then for the last year and year and a half even well-known and experienced façade contractors have “humored” us with an abundance of mistakes and blunders. Due to the nature of expertise we have definitely no right to provide specific examples, but an obvious trend of the decrease of quality level during the design and installation of facade translucent structures is clearly seen.

Taking into account the two previously listed issues this puts the industry on the brink of survival, which is not only or not so much caused by economic difficulties. Although for companies that are involved in technical support and expertise it is even good; since our work becomes in great demand.

But let’s get back to the main topic of the article.

INTERNATIONAL TESTS

Running tests abroad is primarily caused by the impossibility of carrying them out in Russia. As previously mentioned, there are few testing beds and qualified specialists in the country and there is a limited chance of running the tests. Within 1 year we test 15-20 façade structures, in other words, the technical capability of the “Facades SPK” is almost at the breaking point. It is noteworthy that most foreign consultants recommend to run tests according to the standards that are the closest to the European ones. Besides, very often it is necessary to test samples of complex in geometric shapes with a lot of design elements and the height of the fragment under test reaching 12-15 m ... while the given wind load can also be quite substantial. It is known that with the blowing results that were obtained in a foreign center a structure in St. Petersburg was assigned with the value of wind load of more than 7200 Pa.

Let us briefly describe the way to determine this parameter. The wind load value is a very important aspect in tests. The value is set on the basis of blowing results obtained in a wind tunnel or with computer simulation. As a rule, the blowing of most high-rise structures in Russia was carried out in foreign laboratories, such as RWDI (Canada) and BMT FM (England). In Russia we know the results of work of wind tunnels at the Central Institute of Aerohydrodynamics (TsAGI), Moscow State University, in Novosibirsk. Unfortunately, today the data obtained by calculation does not have a lot statistics of comparison to the results of simulation in a wind tunnel.

Once the simulation (blowing) is carried out in the wind tunnel, they set the value of wind pressure on the basis of shape factors obtained. In this case it must be confirmed that a self-

similar mode has been achieved. This mode ensures that these coefficients are independent of the Reynolds number (velocity of flow) and the distribution of pressure coefficients against the surface of the model at various flow angles is analyzed. As a rule, the studies that are conducted abroad are adapted by the specialists of the Central Scientific and Research Institute of Construction Structures (CSRICS) named after V. A. Kucherenko that are the authors of Russian regulatory documents in this area.

We usually have to deal with the values of maximum wind pressure that have already been set.

Before any test is run in foreign research centers, they prepare the methodology of conduct that takes into account the requirements of both foreign and Russian existing regulations. The laboratory that is in charge of testing has to confirm the competence of its experts and the metrological support of the equipment used. The experts from the leading Russian relevant companies and the customer’s representatives participate in the testing.

Over the past couple of years the research center has carried out a series of tests for the following companies “Gartner” (Germany), “Permastelidze” (Italy), “Yuanda” (China). The result of the test does not always completely satisfy the customer; however working together makes it possible to arrive at a reasonable compromise and to ensure full compliance with the requirements of the project in the end.

Our Way to Develop New Techniques

Until recently we were skeptical about the tests on the dynamic water permeability that were widely used in the EU. The methods of this testing are regulated by EN 13050 “Determination of Dynamic Water Resistance in Enclosures”.

This standard actually proves that the structure is capable of withstanding tropical rain along with extreme winds. If the tests on the resistance to wind load are clear; it is difficult to apply these requirements to the Russian climate zones. In this case we can only refer to some areas of the Far East, Kamchatka. Perhaps, in some cases, some structures in St. Petersburg.

Nevertheless, in 2013-2014 several foreign companies turned to NIISF RAASN in order to run a set of tests on the resistance against dynamic wind load. In Russia there was no standard of these tests, neither was there any equipment at that moment. NIISF RAASN designed a set of test equipment that fully complied with the requirements of EN 13050. They developed CS 02495359-3.001-2014 “FACADE TRANSLUCENT STRUCTURES. METHOD TO DETERMINE DYNAMIC WATER RESISTANCE.”

We have carried out several sets of experiments though so far it had been done under the umbrella of scientific research. Great was our surprise when the experiments revealed a strange pattern – structures that successfully passed all tests on air- and water per-

meability and resistance to wind loads would “leak” during tests on dynamic water permeability. It is important to state that when similar tests were conducted in foreign centers the result was always positive. According to the data of our foreign colleagues only 1 out of 4-5 translucent facades shows a negative result when tested. So far the Russian experience is 100% negative. It is not yet clear what causes this distinctive feature. It is either the ill-preparedness of local installers for such challenging tests or the insufficient qualification of the designer of the already tested systems, or the insufficient technological discipline.

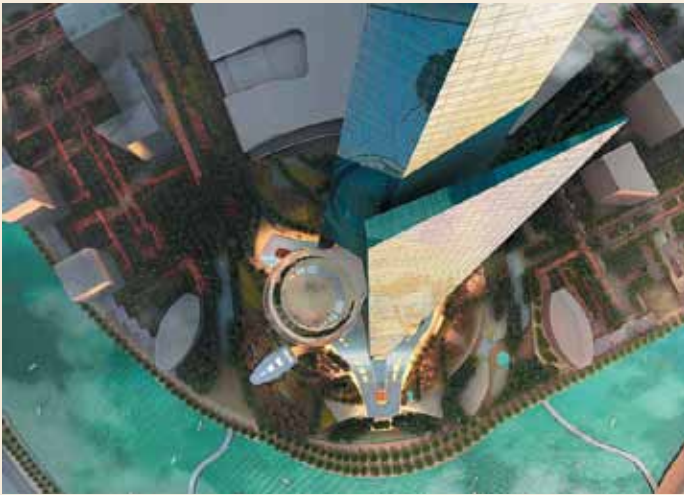
Currently the specialists of our center are running tests on a number of parameters of facade translucent structures that are responsible for suitability for climate conditions of a particular system. This refers to the thermal deformation of the structure; and the changes of air permeability with climatic impacts; and the opportunity to use newly designed structures in the Russian conditions and to apply them to different climatic regions. For instance, the specially designed wooden and aluminum system of one of the leading European partners has successfully passed tests for the conditions of the Urals and some regions of Siberia. The developed methods and equipment have been primarily patented so that any unhealthy competition from advocates of foreign innovation is excluded. ■

VERTICAL TRANSPORTATION Reinventing the Elevator (p. 118)

MATERIALS PROVIDED BY KONE

Traveling more than 500 meters or 100 floors in a continuous elevator trip is challenging and doesn’t really make sense using conventional technology. Therefore KONE has developed a new innovative tripping technology KONE UltraRope™.

Modern construction materials and equipment allow erecting extremely high buildings. However, the higher is the skyscraper, the more interchanges has one to make while rising from the first to the top floors. One of the problems in the organization of the continuous movement of the elevator upwards from the ground or underground level becomes the rope weight, limiting the elevation way of the cabin. At that point, the weight of the several kilometers of rope needed to hoist the elevator becomes an obstacle. More ropes are needed just to lift the weight of the ropes. Limits set by ropes are a major reason why most very tall buildings have sky lobbies served by shuttle elevators from the ground. Separate elevators take people higher from these lobbies in the sky.



In a building this tall, the moving masses of a single elevator hoisted with steel ropes can be some 27,000 kilograms. This is equal to fitting ten off-road vehicles inside the shaft and shifting them along with the elevator. Using KONE UltraRope for hoisting in a similar shaft, the moving masses are around 13,000 kilograms, or about the weight of four off-road vehicles.

In the future, KONE UltraRope will enable elevator travel all the way from ground floor to penthouse in a kilometer-high building in one continuous journey. It became possible thanks to KONE, which introduced groundbreaking technology with its KONE UltraRope. Made of a carbon fiber core surrounded by a unique high-friction coating, the rope weighs only about 19 percent of a similar strength conventional steel rope.

KONE UltraRope is compatible with all other KONE high-rise solutions so it can be used to replace conventional ropes in old buildings. And with the new technology, the higher you go, the bigger the benefits. For example, the energy savings for a 500-meter elevator journey are around 15 percent versus conventional rope. For an 800-meter journey the savings are over 40 percent.

Put simply, the new technology enables massive cuts in the deadweight that is moved up or down every time someone hops into a high-rise elevator. Less deadweight means smaller energy consumption and operating costs.

“We are on the brink of something really big. In a sense, we have reinvented the high-rise elevator,” says Antti Ikonen, UltraRope project manager.

CORE STRENGTH

At KONE, the idea of creating a carbon fiber rope came in 2004. But actual research and development began a few years later. The rope has since been tested thoroughly both in real elevators and in laboratories. Properties like tensile strength, bending lifetime, material aging and the impact of extreme temperatures and humidity are just some of the qualities that have been measured by KONE experts.

In addition to being very light, carbon fiber is strong and durable. It has already

revolutionized products in several other industries, including aviation and sporting equipment.

Unlike steel, carbon fiber does not rust, stretch or wear. While typical high-rise elevator ropes need to be changed at regular intervals – no easy task in a tall building – the new technology enables a rope lifetime twice the length as for conventional ropes. KONE has also developed a real-time rope condition monitoring system.

The special coating of the new rope makes lubrication unnecessary, meaning environmentally friendlier maintenance. Carbon fiber also resonates at a completely different frequency to most building materials. This means KONE UltraRope is less sensitive to building sway, and elevator downtime during strong winds and storms can be reduced.

INNOVATIVE POTENTIAL

Many of the great elevator innovations such as safety braking systems, electric motors and automatic doors were widely available by the time KONE was founded in 1910. Over the years, KONE has improved on these inventions and introduced several of its own groundbreaking technologies, and is currently ranked as the most innovative elevator and escalator company by Forbes magazine.

Developing new ideas is not limited to the engineers in R&D. “Innovation is everyone’s responsibility,” says Giuseppe Bilardello, Head of Technology and R&D. Innovation contests are open to all employees. Even more importantly, ideas for improving products or working methods have come and continue to originate from people all over KONE.

“The common mantra in innovation discussion is ‘companies don’t create ideas, people do... Debating and challenging ideas is an important part of the development process, so everyone should feel confident to express their views,” Giuseppe emphasizes.

Innovative thinking goes beyond coming up with new or improved products. Everyone can think of ways to simplify their work, or solve a problem. For example, while most elevator test towers are specially constructed high above ground, someone at KONE

thought instead of going up, why not use a mine shaft deep underground for testing elevators.

With R&D teams in seven countries spanning several time zones, discussing ideas cannot always be done face to face. KONE’s R&D community uses an online system, the Innovation Tool, to debate, evaluate and build on ideas virtually. Sometimes when attention is needed on a topic, R&D organizes an innovation contest to gather new ideas.

Also an important role in the innovation process plays compiling a list of views and demands of consumers. People Flow Day, which has become an annual event, is an opportunity for KONE employees working in sales or support functions to contribute to the R&D process. The teams spend a few hours observing customer sites and interviewing elevator and escalator users. The key findings are documented and fed back to R&D and other parts of the organization and ultimately proposed as new solutions for customers.

KONE LIFTS FOR THE WORLD’S TALLEST BUILDING

KONE will deliver the world’s fastest and highest double-deck elevators to Kingdom Tower. This supertall building is expected to rise to the height of more than one kilometer upon completion in 2018. Kingdom Tower will house offices, a Four Seasons hotel and serviced apartments, residential apartments as well as the world’s highest observation spot.

KONE will provide altogether 65 KONE elevators and escalators and the latest People Flow Intelligence solutions. This skyscraper will have the world’s fastest double-deck elevators with a travel speed of over 10 m/s, as well as the world’s highest elevator rise at 660 meters. Hoisting will be provided by the revolutionary KONE UltraRope™. The order includes a ten-year equipment maintenance contract.

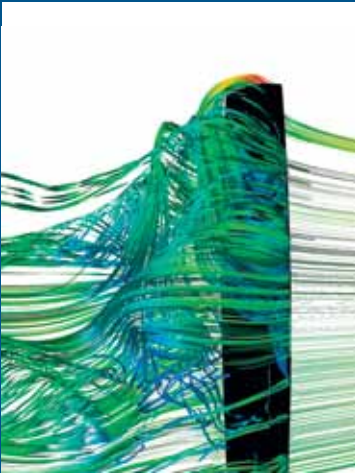
“We have been highly impressed with KONE’s innovative solutions to high-rise buildings. This is another cornerstone for a development of this magnitude and we look forward to creating this landmark building in all standards,” says Mr. Mounib Hammoud, CEO of Jeddah Economic Company, the developer of Kingdom City.

KONE Solutions for Kingdom Tower

29 KONE MiniSpace™ elevators
21 KONE MonoSpace® elevators
7 KONE DoubleDeck elevators
8 KONE TravelMaster™ 110 escalators
KONE Polaris™ destination control system
KONE InfoScreen displays
KONE E-Link™ remote monitoring system
10-year maintenance contract

KONE Lifts, JSC
125284, Moscow,
Leningradsky Prospect, 31A,
build. 1
Tel. : +7 495 580 48 08
Fax: +7 495 580 48 09
www.kone.ru ■

The Tall Buildings Magazine



Founder
Skyline media, Ltd
featuring Gorproject CJSC
and
Vysotproject CJSC

Consultants:
Sergey Lakhman
Nadezhda Burkova
Yuri Sofronov
Petr Kryukov
Tatiana Pechenaya
Svyatoslav Dotsenko
Igor Kleshko
Elena Zaitseva
Alexander Borisov

Editor-in-Chief
Tatiana Nikulina

Redactor
Elena Domnenko

Executive Director
Sergey Sheleshnev

Translation Editor
Irina Amirejibi

Corrector of press
Elena Bodrova
Contributions made by:
Marianna Maevskaya,
Alexey Lyubimkin

Advertising Department
Tel/Fax: 545-2497

Distribution Department
Svetlana Bogomolova
Vladimir Nikonov
Tel./Fax: 545-2497

The address:
15/15, Naberezhnaya Akademika
Tupoleva,
Moscow, Russia 105005

Tel./Fax: 545-24-95/96/97
www.tallbuildings.ru
E-mail: info@tallbuildings.ru

All materials contained this issue are protected by Russian copyright law and may not be published without the prior publisher’s permission and reference to it. Publisher is not liable for matters beyond its reasonable control.

Tall Buildings Magazine is registered in the Russian Federal Surveillance Service for Compliance with the Law in Mass Communication and Cultural Heritage

Protection Registration № Ф077-25912 as of October 6, 2006.

The magazine is printed in the PA “Periodika”, Ltd, Gardnerovskiy Perulok 3, bld. 4
Open price Circulation: 5000

Подписка на 2015 год «Высотные здания» / Tall buildings

ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ

Уважаемые читатели!

У вас есть возможность с любого месяца оформить подписку на журнал «Высотные здания» Tall Buildings.

Для этого нужно:

1. Перечислить по квитанции деньги на наш расчетный счет.
2. Заполнить подписной купон.
3. Отправить купон и копию квитанции об оплате на наш адрес:
105005, г. Москва, наб. Академика Туполева, д. 15, корп. 15, ООО «СКАЙЛАЙН МЕДИА», Редакция журнала «Высотные здания» /Tall Buildings.

Схема распространения

Журнал распространяется среди руководителей российского и столичного строительных комплексов, ведущих специалистов инвестиционных, девелоперских, проектных и строительных компаний России и Москвы, на всех мероприятиях, посвященных вопросам проектирования, строительства и управления высотными зданиями (выставки, конференции, семинары, круглые столы и т.п.).

Подписаться на издание можно, воспользовавшись подписным купоном в журнале либо через подписные агентства.

Подписной индекс: 36834 в каталоге агентства «РОСПЕЧАТЬ».

Жители Москвы и Краснодара могут оформить подписку в ГК «ИНТЕР-ПОЧТА» сайте www.interpochta.ru или по телефону 500-00-60.

ПОДПИСНОЙ КУПОН (заполняется от руки)

Период подписки (нужное отметить)	<input type="checkbox"/> 1 номер	<input type="checkbox"/> 1 год (4 номера)
Стоимость комплекта (в т.ч. НДС)	380 рублей	1500 рублей
Количество комплектов		
Сумма к оплате		
Ф.И.О. получателя		
Организация		
Индекс, почтовый адрес		
Тел./факс		
E-mail		

ИЗВЕЩЕНИЕ

Кассир	ООО «Скайлайн медиа» <small>получатель платежа</small>
	Расчетный счет: 40702810801000860107 АКБ «РОСЕВРОБАНК» (ОАО), г. Москва <small>наименование банка</small>
	Индекс: 105005 Адрес: г. Москва, набережная Академика Туполева, д. 15, корп. 15 ООО «Скайлайн медиа» для редакции журнала «Высотные здания»/Tall buildings.
	Корреспондентский счет № 30101810800000000777 кпп 770901001
	Идентификационный № 7709698620 бик 044585777
	Фамилия, и., о., адрес плательщика
	Назначение платежа
	Подпись на журнал «Высотные здания»/Tall buildings. На номеров
	Сумма
	Подпись плательщика

ИЗВЕЩЕНИЕ

Кассир	ООО «Скайлайн медиа» <small>получатель платежа</small>
	Расчетный счет: 40702810801000860107 АКБ «РОСЕВРОБАНК» (ОАО), г. Москва <small>наименование банка</small>
	Индекс: 105005 Адрес: г. Москва, набережная Академика Туполева, д. 15, корп. 15 ООО «Скайлайн медиа» для редакции журнала «Высотные здания»/Tall buildings.
	Корреспондентский счет № 30101810800000000777 кпп 770901001
	Идентификационный № 7709698620 бик 044585777
	Фамилия, и., о., адрес плательщика
	Назначение платежа
	Подпись на журнал «Высотные здания»/Tall buildings. На номеров
	Сумма
	Подпись плательщика