



Алютерра СК

СОВРЕМЕННЫЕ ФАСАДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ОБСЛУЖИВАНИЕ ФАСАДОВ

MERO TSK
International GmbH & Co. KG
Construction Systems

1. Торгово-развлекательный центр АФИМолл

Россия, г. Москва

Архитектура: BBV Architects, Торонто

Проектирование, изготовление и монтаж:

- Пространственная технология устройства конструкций кровли МЕРО-ТСК (система КК + ВК);
- Площадь поверхности купола - 10000 м².

2. Культурный центр Гейдара Алиева

Азербайджан г. Баку

Архитектура: Заха Хадид

Заказчик: Ильхам Алиев

Проектирование, изготовление и монтаж:

- Пространственная технология устройства конструкций кровли МЕРО-ТСК (система КК)
- Площадь поверхности снаружи — 33000 м².

3. Торгово-развлекательный центр Ferrari World Theme Park

ОАЭ насыпной остров YAS/ Абу Даби

Архитектура: Беной

Проектирование, изготовление и монтаж:

- Пространственная технология устройства конструкций кровли МЕРО-ТСК (система КК)
- Площадь поверхности снаружи с учетом воронки — 195000 м².

ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ

GENSLER & THORNTON TOMASETTI, INC.,
**САМЫЙ СОВЕРШЕННЫЙ
НЕБОСКРЕБ**
The Quintessential Skyscraper

**НЕОМОДЕРНИЗМ:
ТРАДИЦИЯ
В РЕВОЛЮЦИИ**
*Neomodernism:
Tradition within Revolution*

**ВИЛЛЫ
СУХОГО РУСЛА**
Villas of Dry Riverbed

**ПАССИВНАЯ
ОГНЕЗАЩИТА**
Passive Fire Protection



Компания ТАТПРОФ
представляет
НОВИНКИ

ТПТ-95
Оконная серия.
Приведенное сопротивление
теплопередаче профиля
1,14 м² С/Вт

ТП-50200
Навесные вентилируемые фасады
с облицовкой керамогранитом,
фиброцементными панелями,
композитными кассетами
и алюминиевой доской

**ВЫСОКО-
ТЕХНОЛОГИЧНАЯ
СБОРКА**

**ЛЕГКОСТЬ
НАДЕЖНОСТЬ
ЭКОЛОГИЧНОСТЬ**

г. Набережные Челны, ул. Профильная, 53
тел.: (8552) 77-83-12, 77-82-04, 77-82-05
факс: (8552) 77-86-58, 77-83-35. www.tatprof.ru

ООО «ТРАКТЕЛЬ Россия»
г. Москва, ул. Петровка, 27
Моб.: +7 915 00 222 45 Тел./Факс: +7 495 989 5135
info@tractel.ru www.ТРАКТЕЛЬ.рф

 **Tractel** Russia
O.O.O.
Предприятие группы компаний Tractel

TRACTEL Secalt™ S.A. –
движущая сила в **TRACTEL® Group**.
Уже более 50 лет здесь занимаются
поиском нестандартных решений
для подвесных систем как для
временного, так и для постоянного
доступа.

TRACTEL® Group – мировой
лидер по подвесным системам
доступа благодаря собственной
компании TRACTEL Secalt™ S.A.,
расположенной в Люксембурге, имеет
большой опыт в области
перемещения и подъема грузов,
подвесных платформ и средств
индивидуальной защиты от падения.



ЭК-640

Комплексное остекление
балконов и лоджий

ТП-50300

Фасады с двухуровневым
отводом влаги

ТП-50400

Солнцезащитные
ламели

УНИВЕРСИАДА-2013
ФУТБОЛЬНЫЙ СТАДИОН НА 45 000 МЕСТ:
Светопрозрачный фасад ТП-50300
Система солнцезащитных ламелей ТП-50400



Подробная информация о технических
характеристиках новых продуктов
и преимуществах их использования –
на сайте www.tatprof.ru

ТАТПРОФ
архитектурные системы



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.

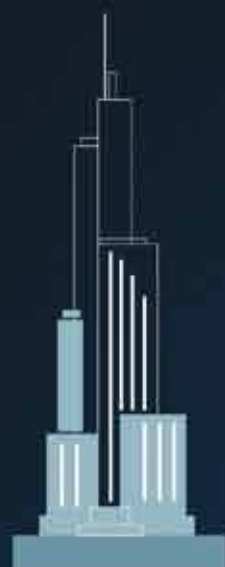
AQUAFORCE greenspeed

- Эффективность
- Надежность
- Экономичность
- Универсальность

www.ahi-carrier.ru



turn to the experts™ 



ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫСОТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

ГОРПРОЕКТ СЕГОДНЯ – ЭТО:

- сплоченная команда, способная работать в жестких современных условиях, оперативно реагировать на постоянно изменяющуюся ситуацию, принимать оптимальные решения;
- комплексный подход к проектированию: архитектура, конструкции, инженерные сети, специальные разделы. Все стадии и разделы проекта – от концепции до авторского надзора;
- проектирование в соответствии с системой качества ИСО 9001:2000, что позволяет институту постоянно повышать эффективность производства и конкурентоспособность организации на рынке проектных услуг;
- разработка проектной документации для объектов гражданского назначения общей площадью более чем 1 000 000 кв. м ежегодно.

Профессиональная ответственность
ЗАО «Горпроект» застрахована
на 125 000 000 руб.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВЩИКА, КОНСУЛЬТАЦИИ ПО ВОПРОСАМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СОГЛАСОВАНИЙ И СТРОИТЕЛЬСТВА

Горпроект осуществляет проектирование:
зданий и сооружений высотой до 25 и более этажей;
жилых, общественных, производственных,
сооружений и их комплексов;
объектов транспортного назначения и их комплексов
(магистральных дорог, улиц и дорог местного значения
в жилой застройке, тоннелей, эстакад, путепроводов и галерей);
на территориях с инженерно-геологическими условиями
III категории сложности, а также с развитием природных
и техногенных процессов (сейсмичность 7 баллов и более,
подтопление территорий, карст, суффозия).

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В СОСТАВЕ:

- архитектурные решения
- генеральный план
- конструктивные решения
- специальные сооружения (шпунтовое ограждение, «стена в грунте», подпорные стены)
- теплоснабжение
- холодоснабжение
- вентиляция и кондиционирование
- водопровод и канализация
- водостоки и дренаж
- электроснабжение, электрооборудование и электроосвещение
- системы связи и сигнализации, радиофикации и телевидения
- системы охраны, контроля доступа и видеонаблюдения
- вертикальный транспорт
- АСУ инженерных систем
- технологические решения
- охрана окружающей среды
- энергоэффективность
- технологический регламент обращения с отходами строительства
- организация строительства
- организация движения
- системы пожаротушения, пожарной сигнализации и оповещения людей о пожаре, противопожарной защиты, эвакуации людей при пожаре
- противопожарные мероприятия

ИЗ «МИССИИ» ИНСТИТУТА:

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.

РАБОТАЯ С ГОРПРОЕКТОМ, ЗАКАЗЧИК ПОЛУЧАЕТ:

выразительные, объемные и эффективные планировочные решения;
оптимальные и надежные схемы конструкций;
самые современные инженерные системы зданий;
все стадии и разделы проекта.

Россия, 105005, Москва, наб. Академика Туполева, д. 15, корп. 15, этаж 5

Тел.: (499)263-7611, 263-7612, 263-7616, (495)500-5581, 500-5582

info@gorproject.ru

www.gorproject.ru

ISO 9001:2008
Certificate 168703/1604



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 Амирэджиби
Редактор-корректор
Алла Шугайкина
Екатерина Никулина
Иллюстрации
Алексей Любимкин

Над номером работали:
Марианна Маевская
Наталья Павлова-Каткова

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

Отдел распространения:
Светлана Богомолова
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: Shanghai Tower, проект Gensler, фото предоставлено Shanghai Tower Development и Autodesk
On the cover: Shanghai Tower, project of Gensler, photo provided by Shanghai Tower Development and Autodesk



С о д е р ж а н и е c o n t e n t s

Коротко / In brief 8 События и факты
Events and Facts

международный обзор INTERNATIONAL OVERVIEW

Обзор / Review 18 Неомодернизм: традиция в революции
Neomodernism: Tradition within Revolution
Стиль / Style 26 «Десятое королевство» Кристиана де Портзампарка
«The Tenth Kingdom» by Christian de Portzamparc

архитектура и проектирование ARCHITECTURE AND DESIGN

Концепция / Concept 32 Полумесяц в облаках
Crescent in the Clouds
Исследования / Research 38 «Бесполезная» высота современных небоскребов
“Use-less” Space in Today’s Tallest Buildings
Ракурсы / Perspectives 40 Виллы сухого русла
Villas of Dry Riverbed
Идея / Idea 46 Оригинальное трио
Ingenious Trio
Объект / Facility 48 Корейский аккордеон
Korean Accordion
Опыт / Experience 54 Многоликий Ardmore Residence
Multifaceted Ardmore Residence
Фотофакт / Photo Session 60 Варшава
Warsaw
Дизайн / Design 68 «Невидимый» символ Южной Кореи
Invisible Symbol of South Korea
Проекты / Projects 74 Два элемента Telus Sky
Two Elements of Telus Sky

управление MANAGEMENT

Информационные технологии / Information technologies 80 Shanghai Tower как зеркало IT-революции
Shanghai Tower as a Mirror of IT-revolution

строительство CONSTRUCTION

Стройплощадка / Underway 84 Самый совершенный небоскреб
The Quintessential Skyscraper
Технологии / Technologies 90 Многофункциональное стекло
с электрическим подогревом
Multifunctional Glass with Electric Heating
Материалы / Materials 96 Максимальный предел огнестойкости
Maximum Limit of Fire Resistance
Конструкции / Metalware 98 Проектирование аутриггерных систем
Outrigger Systems Design
Ноу-хау / Know-how 102 Небоскрежный керлингстрой на коротких буронабивных сваях
Skyscrapers Curling Operation on Short Bored Piles

эксплуатация MAINTENANCE

Безопасность / Safety 106 Пассивная огнезащита
Passive Fire Protection
Эксплуатация / Maintenance 112 Не касаясь Земли
Leaving aside the Earth
Актуально / Up-to-Date 116 Пожарная нагрузка и сила пожаров
Fire Load and Severity of Fires

120 английская
версия
ENGLISH VERSION



Energy Tower для Техаса

Бюро Edmonds International разработало для Мидленда, штат Техас, проект гигантского 56-этажного здания Energy Tower, стоимостью \$475 миллионов. Однако для его возведения компания-застройщик Energy Related Properties просит власти города вложить \$75 миллионов. В интервью, опубликованном в Permian Basin 360, Уильям Мейер (William Meyer), президент Energy Related Properties, объяснил свою позицию: «Я вижу, что проект станет источником поступлений в казну города сотен миллионов налоговых долларов, снизив их бремя для местных жителей. Через 20 лет это составит \$640 миллионов, что значительно превысит инвестиции». Мейер утверждает, что 75-миллионный долевого вклад будет использован на финансирование постройки 5-этажной подземной парковки, которая очень нужна Мидленду. Energy Tower представляет собой объект смешанного назначения. В ее наземной части разместится 51 634 кв. м офисных помещений и высотных фойе; 132 резиденции с интерьерами, оформленными известными дизайнерами; роскошный отель на 200 номеров; магази-



ны розничной торговли (6261 кв. м); кинотеатры, открытая и закрытая площадки для проведения различных мероприятий, бальный и конференц-зал, вмещающие до 5000 участников, а также комплекс Centennial Plaza. Внешняя часть Centennial Plaza будет представлять собой общественные пространства, где расположатся рынки фермерской сельскохозяйственной продукции, а также зоны с проложенными

маршрутами для велосипедных прогулок и визуализацией интерактивных фонтанов. Архитекторы из Edmonds International также спроектировали несколько внешних вертикальных садов с участками густой травы и затененными открытыми пространствами, где смогут собираться посетители и жители здания. Кроме того, на территории соорудят озелененный амфитеатр на 400 мест и открытую площадку для проведения концертов и фестивалей.

В надежде получить как минимум Серебряный сертификат LEED архитекторы включили в проект ряд ресурсосберегающих компонентов. Среди них сокращение коммунально-бытового водопотребления и планы по регенерации сточных вод, активное использование дневного света и контролируемых систем освещения. В процессе строительства будут применяться произведенные в регионе материалы и переработанное сырье, а также повсеместно установят оптимизированные системы производства энергии для отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Edmonds International

177-й километр Тихоокеанского шоссе



На 177-м километре Тихоокеанского шоссе в Северном Сиднее, Австралия, по проекту архитектурного бюро Bates Smart планируется возвести 30-этажную офисную башню стоимостью 400 миллионов австралийских долларов. Застройщик международного уровня Leighton Properties намерен завершить строительные работы в 2016 году. Он же планирует занять 76% площадей.

В настоящее время австралийское подразделение Leighton Properties располагается в 11 различных зданиях Сиднея, но им хотелось бы собрать всех своих сотрудников в одном офисе. Управляющий директор Leighton Properties Марк Грэй (Mark Gray) объясняет: «Здание будет спланировано именно для нашей фирмы, к которой отойдет более 76% офисных помещений. Оставшиеся 10 тыс. кв. м смогут занять другие корпорации, так как процент свободных площадей в Северном Сиднее рекордно мал». Владелец многих наград, архитектурная фирма Bates Smart предлагает самые современные элементы дизайна, большие площади этажей и потрясающие виды на гавань. Предметом гордости проекта станут его выдающиеся экологические характеристики и номинация на получение отметки 5 звезд в Green Star Office Design and Built v3 (высшая экологическая оценка за дизайн офисных помещений. – Прим. ред.) и 5 звезд в NABERS Energy rating (высшая оценка за энергосбережение по шкале австралийских стандартов экологического строительства. – Прим. ред.). 30-этажная башня расположится в 3 км от Центрального делового района города, рядом с близлежащими железнодорожными и автобусными развязками, которые недавно были перестроены и пополнены большим количеством комфортабельных центров розничной торговли и пунктов бытовых услуг, включая восемь детских учреждений.

Bates Smart

Москва, Центральный выставочный зал "Манеж", 22-24 ноября 2013

ХРУСТАЛЬНЫЙ ДЕДАЛ

Гран-при Международного фестиваля «ЗОДЧЕСТВО»

«Хрустальный Дедал» - одна из престижных национальных премий, ежегодно присуждаемая за выдающиеся достижения в области архитектуры по итогам смотр-конкурса «Архитектурные произведения, Постройки» в рамках Международного фестиваля «Зодчество», учредителем и организатором которого является Общероссийская общественная организация «Союз архитекторов России»

Российская национальная премия в области архитектуры

uia | Зодчество '13 международный фестиваль | zodchestvo.com +7 (495) 690-68-65

ГОРОД БУДУЩЕГО – фантазия или реальность

В рамках деловой программы Международного фестиваля «Зодчество 2013» Союз архитекторов России совместно с Министерством регионального развития Российской Федерации и Министерством экономического развития Российской Федерации проводит конференцию «Город будущего – фантазия или реальность». Среди зодчих, представляющих различные направления профессиональной деятельности, градостроители выгодно отличаются от коллег возможностью «заглянуть в будущее» в силу специфики своего творчества. Предметом их труда является объект «завтрашнего дня», а методом мышления – стратегическое планирование. Схемы расселения, проекты районных планировок, генеральные планы городов, составляющие основу градостроительной школы в СССР с его плановой экономикой и «уверенностью в завтрашнем дне», создали у общества и государства отношение к градостроительству, как к чему-то основательному, фундаментальному, устойчивому на протяжении многих лет, а к градостроителям – как к специалистам в области реализации градостроительной политики государства, обеспечивая им почет и уважение общества. 25 лет назад (срок действия Генплана города) трудно было предвидеть те перемены в стране и мире, свидетелями которых мы являемся. За смену одного поколения страна и государство коренным образом изменились, заставляя задуматься об устойчивости тех «китов, на

которых мир держится». Сегодня отечественное градостроительство перестраивается вместе со страной. Активная интеграция в мировое сообщество, мобильность населения, доступ к информации, инновационные технологии говорят о высочайшей скорости технического развития общества.

А далеко ли «продвинулось» общество в духовном, нравственном, культурном отношении? Служит ли современный город местом расцвета личности, доставляет ли радость бытия своим горожанам? Создает ли условия самым маленьким своим жителям стать великими гражданами великой страны?

Создавая градостроительные проекты, их авторы обязаны заглядывать в будущее хотя бы на основании того, что срок действия разрабатываемых ими документов рассчитан на 10, 20 и более лет. Обладаем ли мы сегодня необходимым уровнем знаний, информационной базой, интуицией и талантом для решения перспективных задач в интересах общества? Способны ли люди различных профессий и социальных групп объединиться для решения стратегических задач, в том числе в области градостроительства?

Сможем ли мы сегодня создать проект города Завтрашнего дня? Конференция состоится 22 ноября в ЦВЗ «Манеж».

zodchestvo.com



One Blackfriars

Британская девелоперская компания St. George приступила к возведению новой 52-этажной башни One Blackfriars на берегу Темзы, разработанной архитектурным бюро Ian Simpson Architects, которая выведет рынок элитного жилья в Лондоне на новый уровень. После окончания строительных работ здесь разместятся 274 роскошные студии, одно-, двух-, трех- и четырехкомнатные апартаменты, а также магазины ведущих марок, ресторан и бутик-отель. Открытую площадку перед зданием благоустроят: соорудят водоемы и высадят газоны, создавая уютное общественное пространство в самом сердце культурного центра Лондона. Расположенный рядом Southbank Centre, включающий в себя всемирно известные Royal Festival Hall (Королевский фестивальный зал), Hayward Gallery (Галерея Хейворд) и Queen Elizabeth Hall (Холл королевы

Елизаветы), а также находящийся совсем близко National Film Theatre (Национальный дом кино), – является крупнейшим в мире центром искусств.

«Новый квартал смешанного назначения, образованный пространством One Blackfriars, будет отображать актуальное сегодня культурное своеобразие города и объединять в себе все самое лучшее из жизни Лондона», – говорит управляющий директор St. George Марк Гриффитс (Mark Griffiths).

One Blackfriars расположили так, чтобы обтекаемые очертания фасада позволяли беспрепятственно любоваться панорамными видами британской столицы, включая финансовый район Кэнэри-Уорф (Canary Wharf) и Лондонский Тауэр (Tower of London). В течение дня 170-метровое здание будет греться в лучах солнца, отбрасывая свое меняющееся отражение на лежащий у его подножия город.

Внешний вид башни уникален – ее массив окутан бесшовным стеклянным фасадом, который мягко окрашивается за счет внутренней части конструкции, придавая ему элегантность и своеобразие. Здание будет иметь форму паруса. По мере роста конструкции вверх, элегантная тонировка ее нижней части, создаваемая игрой преломленных солнечных лучей, проходящих через затемненные стекла, постепенно исчезает, а ближе к верху наружная стеклянная облицовка становится все светлее. Пространство между внешним и внутренним остеклением также представляет собой уникальную зону, отданную под великолепные зимние сады, что позволит каждому гостиничному номеру и каждой квартире обзавестись собственной оранжереей.

Башня One Blackfriars станет вторым дизайн-проектом бюро Ian Simpson Architects, после реконструкции электростанции Battersea, уже отмеченным множеством наград в британской столице. Эти архитекторы помогли придать новый вид горизонту родного им Манчестера, спроектировав ставшую знаковой постройкой 47-этажную башню Beetham Hilton. Строительство One Blackfriars планируется завершить в 2018 году.

Ian Simpson Architects

Бриллиантовый блеск Xuhui Binjian Media City

Архитектурное бюро Aedas победило в конкурсе на лучший проект 155-метровой офисной башни Xuhui Binjian Media City 1885-G-1 в Шанхае, которая станет 9-м зданием нового квартала небоскребов. При этом в трех расположенных рядом высотках разместится киностудия DreamWorks Animation. Aedas будет распоряжаться 80% здания, а оставшиеся 20% площади отойдут местному застройщику. Завершение строительства этого 33-этажного небоскреба планируется в 2015 году.

Здание имеет прямоугольное основание, но, по мере роста высоты, этажи начинают плавно изгибаться относительно центральной оси. Эта приметная конфигурация вызвала всплеск активности интернет-пользователей, заметивших сходство Xuhui Binjian Media City 1885-G-1 с недавно анонсированной башней Beach and Howe в Ванкувере, проект которой стал плодом совместной разработки компаний BIG и DIALOG. «Здание начинается с прямоуголь-



ного блока. По мере роста этажей, западная стена плавно выгибается, уступая необходимое пространство проходящему рядом с ним транспортному туннелю, за счет чего появляется возможность постепенно срезать угол-другой противоположной стороны башни, в то время как северная стена, в свою очередь, изогнута на восток», – говорят архитекторы Aedas. У основания Xuhui Binjian Media City 1885-G-1, на границе строи-

тельной площадки с другими зданиями города, проектировщики предусмотрительно расположили подиумную платформу для размещения в ней различных магазинов, ресторанов и кафе. Для занятий спортом рядом с основным строением возведут небольшое помещение шестиугольной формы. На некотором возвышении над ним как будто парит покатым треугольный навес, в крыше которого будет красиво отражаться воз-



вышающаяся рядом башня. Это дополнительное пространство также предлагается как площадка для проведения мероприятий на открытом воздухе. Фасад здания напоминает медийный экран. Кластеры, состоящие из трех стеклянных панелей, изогнутые с одной стороны, устроены так, чтобы улавливать максимум естественного света, заставляя башню сиять на солнце как бриллиант.

Aedas



**ЗЕЛЕНЫЙ
ПРОЕКТ
2013**

IV ФЕСТИВАЛЬ ИННОВАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ В АРХИТЕКТУРЕ
И СТРОИТЕЛЬСТВЕ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

**Уважаемые коллеги!
Приглашаем всех
к участию в фестивале
«ЗЕЛЕНЫЙ ПРОЕКТ»**

**фестиваль состоится
26–27 ноября 2013 года
в МИВЦ «ИНФОПРОСТРАНСТВО»
Москва, 1-й Зачатьевский пер., 4**

www.greenproekt.com

организаторы:



при поддержке:



экопартнеры:



информационные партнеры:



Жемчужина Севера

В Шэньяне, Китай, начались работы по закладке фундамента здания Мирowego финансового центра Баоньян Шэньян (Baopeng Shenyang Global Financial Centre), спроектированного многопрофильной компанией Atkins. Комплекс, в строительство которого уже инвестировано более 1 млрд фунтов стерлингов (более 52 млрд р.), будет состоять из двух башен высотой 565 и 328 метров и станет одной из достопримечательностей этого крупнейшего города на Северо-Востоке Китая. Строительство всего комплекса должно быть завершено в 2018 году. Названная Pearl of the North («Жемчужина Севера») 565-метровая башня станет не только самым высоким зданием в Шэньяне, но и символом непрерывного роста этого города. Эмблемой проекта и города в целом, будет мгновен-

но узнаваемое стилизованное изображение жемчужины в его верхней части, которая в китайской культуре символизирует мудрость, роскошь и чистоту. Генеральный дизайн-директор азиатско-тихоокеанского отделения компании Atkins Кю Чунг (Ky Cheung) говорит: «Заказчик поставил перед нами задачу разработать сверхвысокое и выразительное с архитектурной точки зрения здание, но в то же время простое по конструкции. Помимо соблюдения строительных норм и международных стандартов для сейсмических районов, проект должен соответствовать требованиям по экономической эффективности и жестким срокам его реализации. Эта работа демонстрирует опыт компании Atkins в проектировании супервысоких башен, но не менее важно для нас то, что это знаковый объект, соот-



ветствующий ожиданиям клиента и других заинтересованных сторон». Девелоперская компания Baopeng Real Estate Development заказала Atkins не только архитектурный проект двух башен, который включал разработку концепции, предварительное эскизное и техни-

ческое проектирование, а также дизайн фасадных конструкций. Первый 565-метровый небоскреб будет иметь 111 этажей, на которых разместятся офисы класса «А», роскошный представительский клуб на вершине и другие службы обеспечения. 34 этажа второй, 328-метровой, башни также отведут под офисы, а ближе к вершине расположится пятизвездочный отель на 320 номеров. На цокольном этаже гостиницы предполагается открыть огромный банкетный зал, а на оставшихся 6000 кв. метрах смежных площадей можно разместить роскошные автомобильные салоны. На протяжении многих лет Шэньян был крупным промышленным городом, а в настоящее время является ключевым центром автомобильной промышленности в Китае.

Atkins Global

Штаб-квартира банка Машрик



Компания Skidmore, Owings & Merrill (SOM) обнародовала еще один впечатляющий проект новой штаб-квартиры банка Машрик (Mashreq Bank Headquarters) в Дубае. Архитекторы SOM создали уникальный и запоминающийся образ здания. Массивный, высотный объем разделен на две части совершенно новым способом – верх строения будто подвешен над зияющей пропастью, на дне которой раскинулся оазис из пальмовых деревьев. Этот смелый дизайн предполагает, что большинство этажей в здании будут L-образной формы, что позволит создать в офисах, расположенных на одной из сторон башни, хорошее естественное освещение и в то же время снизит поступление яркого солнечного света. Дизайн-директор SOM Росс Вимер (Ross Wimer) объясняет: «Мы спроектировали здание, которое ничем не нарушает архитектурный облик Дубая. Использование прозрачного стекла делает его экологически приемлемым». Большая часть 32-этажного небоскреба застеклена, позволяя дневному свету проникать внутрь, а в случае необходимости остекление служит также защитой от агрессивных солнечных лучей. Горизонтальные и вертикальные жалюзи включены в основную часть облицовки фасада, однако, это не мешает устройству панорамных окон, спроектированных по просьбе будущих пользователей здания. Эти солнцезащитные жалюзи меняют внешний облик башни, и для сторонних наблюдателей она всегда будет выглядеть разной. Здание сохраняет квадратную форму с 1-го этажа по 8-й, на них разместятся двухуровневый конференц-центр на 350 мест, банкетный зал на 100 человек и автостоянка. На 9-м уровне расположится столовая для сотрудников и кафетерий с выходом на обширную озелененную террасу, с двух сторон окруженную верхними этажами. Высоко над зеленым оазисом расположен зал заседаний правления банка, который «подвешен» на верхних уровнях и хорошо просматривается снизу с большого расстояния. Два последних этажа предназначены для административного подразделения банка и в точности повторяют расположение нижних 8 уровней с кабинетами руководителей и конференц-залами по периметру. Во внутреннем кольце находятся комнаты для отдыха и неформального общения, а также еще один зал заседаний в центре.

Skidmore, Owings and Merrill

Building & Interiors

- Строительные материалы и Оборудование • Инструменты и Крепеж
- Загородный дом • Напольные покрытия • Архитектурный и декоративный свет. Электрика • Декор окна. Декоративный текстиль. Солнцезащита • Интерьер. Отделочные материалы. Дизайн
- Двери и Замки • Краски и Покрытия • Обои

Строительство. Интерьер

1 – 4 апреля 2014

Москва, ЦВК «Экспоцентр»

Подробнее на сайте
www.mosbuild.com

MosBuild 20 лет –
строим будущее
вместе!

Главная строительная и
интерьерная выставка России

MosBuild

Архитектура • Строительство • Дизайн • Декор

ВЕДОМОСТИ

НЕДВИЖИМОСТЬ

Коммерсантъ





«Весна» на заречных улицах

Компания Farrells получила заказ на проектирование двух объектов смешанного назначения, предназначенных для Шанхая. Они расположатся по обе стороны от реки Хуанпу и преобразят пейзаж северной части центрального района города.

Исторически так сложилось, что, имея выход к морю, Шанхай издавна был процветающим портом и крупным центром торговли на Востоке. Сейчас город по-прежнему сохраняет свое международное значение, являясь одним из ведущих мировых финансовых центров, и вторым в Китае по численности населения. Специалисты Farrells, имея международный опыт городского планирования, возглавят разработку проекта The Springs, а также примут участие в дальнейшей застройке Шанхайской верфи в Пудонге.

The Springs, общая площадь которого составит 929 063 кв. м, расположится на 26,7 га земли, в одном из самых быстрорастущих районов Шанхая, где находится большинство образовательных центров. Проект будет включать в себя жилые и коммерческие здания, а также торговый комплекс. Что немаловажно, развитие района предусматривает и заботу об экологии города, предлагая широкой публике и местным жителям обширные парковые зеленые зоны.

С новой застройкой, которая будет иметь собственную, превосходно спланированную садово-парковую зону с водными каналами и предме-



нами уличной мебели, граничат линейные парки у дорог Чжа Ин и Сонху. Они стали существенным фактором при разработке проекта, который должен был органично вписаться в окружающий природный ландшафт. Предполагается, что после завершения строительства проект привлечет в Шанхайскую экономику новые значительные инвестиции. Комплекс The Springs был разработан для девелоперской компании Tishman Sreuer. Площадка для второго, также разрабатываемого Farrells, проекта застройки находится на южном берегу реки Хуанпу, в районе верфи Пудонг, в самом сердце финансового района города. Генеральный план предусматривает создание 5 млн кв. м полезных площадей, где предполагается разместить новые элитные офисы крупных финансовых предприятий, объекты розничной торговли и центры проведения досуга. Согласно плану, участок будет ступенчато спускаться к набережной, где намечено строительство двух новых высоток. Рядом с башнями, нижние этажи которых займут магазины, запроектированы муниципальная площадь и ведущие на набережную тенистые аллеи, подходящие к самой кромке воды. Дополнительным бонусом обитателям башен станут прекрасные панорамные виды на водные просторы, видимые даже с нижних уровней зданий.

TFP Farrells

Fenestration

- Окна и Профильные системы • Фасадные системы
- Архитектурное стекло • Ворота и Автоматика
- Противопожарное оборудование

Окна. Фасады. Ворота. Автоматика

1 – 4 апреля 2014

Москва, ВВЦ, Павильон 75

Подробнее на сайте
www.mosbuild.com

MosBuild 20 лет –
строим будущее
вместе!

Главная строительная и
интерьерная выставка России

MosBuild

Архитектура • Строительство • Дизайн • Декор



ВЕДОМОСТИ

НСДВИЖИМОСТЬ

Коммерсантъ



«Портативная рация», или «Выжигалка»?

Строящийся в Лондоне небоскреб 20 Fenchurch Street – коммерческая башня, на 35–37 этажах которой будет размещаться покрытый прозрачным куполом общественный высотный сад, спроектированный компанией Rafael Vinoly – этим летом вызвал переполох в городе. Напоминающий по форме вогнутую линзу фасад стал причиной повреждения имущества на другой стороне улицы. Расширяющееся в верхней части остекленное строение мощно фокусирует отраженный солнечный свет в определенном месте. Производимый эффект обусловлен положением восходящего на небе солнца. Несмотря на то что компании Land Securities и Canary Wharf Group предложили компенсацию пострадавшей стороне, это не остановило шквал публикаций, в которых башня, ранее в шутку прозванная Walkie Talkie («портативная рация»), теперь превратилась в Walkie Scorchie («портативная выжигалка»). Не иссяк и поток шуток о соседях, жалующихся на увеличение количества машин с пузырящейся краской и отсохшей грунтовкой. «Мы приняли к рассмотрению вопрос об отражающемся от



фасада башни 20 Fenchurch Street свете и в приоритетном порядке занимаемся его рассмотрением, – заявили представители Land Securities и Canary Wharf Group. – Как ответственная девелоперская компания мы с самого момента появления проблемы прилагаем все усилия, чтобы регулярно поддерживать связь и своевременно информировать общественность. Мы также пересматриваем принятые ранее долгосрочные планы, чтобы убедиться, что подобная ситуация не повторится в будущем».

По мнению экспертов, в возникновении подобного эффекта могут быть виноваты поправки, внесенные в первоначальный вариант творения Рафаэля Виньоли (Rafael Viñoly), который предусматривал наличие на этой стене балконов, что несомненно значительно снизило бы эффект линзы. Чтобы исправить ситуацию, можно устроить небольшие ребра на поверхности стен или применить специальное покрытие, которое снизит отражающую способность стеклянного фасада.

Rafael Viñoly Architects



Десять небоскребов для Хельсинки

Год назад независимая организация World Cities Network (WAN) взяла на себя инициативу помогать городским властям по всему миру строить более экологически устойчивые города. Сегодня она сотрудничает с администрацией Хельсинки по проекту капитальной перепланировки и новой застройки города, тендер на который пройдет в декабре. Служба информации WAN будет отслеживать его, а в настоящее время представила бесплатную демонстрационную версию.

Район будущей застройки, расположенный в 3 км к северу от Хельсинки, станет первым крупным сосредоточением высотных зданий, большую часть которых займут представители бизнеса

и СМИ. В общей сложности план застройки Pasila будет включать 1 млн кв. метров офисных площадей и 500 тыс. кв. метров жилых помещений, которые должны размещаться в 10 башнях, высота которых предположительно превысит 120 метров.

Только в 2013 году служба информации WAN вместе с редакционной коллегией уже публиковали материалы о 10 тендерах для Хельсинки. Публикации освещали такие события, как строительство детской больницы, расположившейся на 45 тыс. кв. метрах, трех новых станций, входящих в план развития местной железнодорожной сети, а также нового полицейского участка.

WAN Business Information

INTERLIGHT MOSCOW

powered by **light+building**

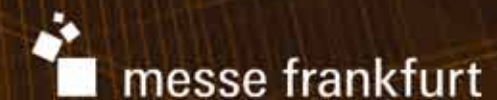
Международная выставка декоративного и технического освещения, электротехники и автоматизации зданий

11–14 ноября 2014

ЦВК «Экспоцентр», Москва



www.interlight.messefrankfurt.ru



НЕОМОДЕРНИЗМ ТРАДИЦИЯ В РЕВОЛЮЦИИ

Текст: МАРИАННА МАЕВСКАЯ

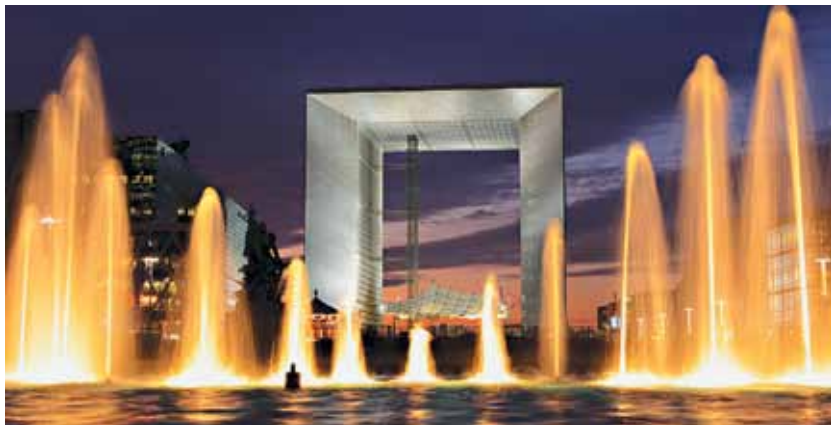


В XXI веке большинство построек, созданных в традициях рационального подхода к проектированию, с одной стороны, и лаконичного геометризма, с другой, чаще всего относят к новой волне модернизма, или неомодернизму. При этом неизбежно возникает некоторая путаница в терминах, поскольку неомодернизм может пониматься по-разному. Во-первых, это архитектурное направление 1980-х годов XX века, которое повторно сделало актуальными общие положения и постулаты традиционного модернизма и функционализма первой половины XX века, отодвинутые на задворки мирового архитектурного процесса постмодернизмом и хай-теком в 1970-е. Конечно, объекты в стилистике модернизма продолжали строиться, но какое-то время не являлись передовой архитектурной модой.

Показательно, что такие крупные международные бюро, как KPF или SOM в 1980-е и даже в 1990-е продолжали строить значительное количество высотных зданий в стилистике различных версий постмодернизма, а появление небоскребов в более сдержанной манере воспринималось как что-то исключительное и по-своему новое. Для придания большей прогрессивности и частичного возвращения былых позиций модернизма в высотном строительстве, применительно к таким вновь построенным зданиям, стали употреблять приставку «нео». Она должна была скорее разграничить старый модернизм, скомпрометировавший себя и почти отринутый последующими архитектурными течениями, с его новыми, переосмысленными версиями, чем описывать какой-то действительно иной поворот в развитии художественного языка современного зодчества.

Во-вторых, в отечественной профессиональной терминологии возникает дополнительное осложнение, связанное с использованием термина «модерн», не совпадающего с общепринятой западной практикой. Для нас модерн – это однозначно художественное течение начала XX века, эквивалентное французскому «ар нуво» или немецкому «югендштил», и не связанное с модернизмом и «современным движением». В результате, неомодерн и неомодернизм, обозначающие совершенно разные художественные явления второй половины XX века, звучат почти идентично, а при переводе, например, с английского вообще могут не различаться. В данном обзоре мы говорим о новом прочтении традиций исключительно модернистской архитектуры.

В высотном строительстве рационализм и даже некоторая упрощенность внешних форм зданий традиционного модернизма оказались особенно удобны, поскольку изначально предполагался большой масштаб работ, а разнообразие в элементах еще и заметно усложняло и повышало стоимость проекта. В XXI веке с развитием новых технологий



La Grande Arche,
Й. О. фон Шпрекельсен,
Париж (постройка)

стало легче претворить в жизнь внешнюю сложность силуэта здания. Однако интерес к спокойным ритмам простых геометрических форм небоскребов уже был реабилитирован, и стало появляться все больше вполне модернистских высоток. При этом на рубеже нулевых еще употреблялось определение «неомодернизм», дабы четче отделить стилистику современных зданий от призм 1960–1970-х, а также просто подчеркнуть их новизну. Но эта практика «называния» довольно быстро изжила себя, и к 2010-м годам большинство современных башен, не фокусирующихся на запредельно атектоничных или биоморфных формах, рассматривают как разнообразные продолжения традиций классического модернизма, сооруженных с применением качественно новых строительных и инженерных технологий. Тем самым неомодернизм 1980–1990-х плавно переродился обратно в модернизм в более широком понимании этого термина.

Аналогичная ситуация сложилась в какой-то момент с понятием «современное движение» в архитектуре. Это словосочетание воспринималось как эквивалент магистрального направления развития мирового архитектурного процесса и обозначало эстетику модернизма первой половины XX века (Фремптон К. Современная архитектура: критический взгляд на историю развития. – М.: Стройиздат, 1990). Внутренние разграничения на русский авангард, рационализм, западный функционализм и т. д. так или иначе входили в это общее понятие. И полемицируя с жесткими постулатами своих основоположников, модернизм как целостное архитектурное явление продолжал развиваться. Сегодня то же самое закономерно происходит с его новыми версиями в архитектуре по всему миру. В высотном строительстве эта тенденция прослеживается особенно масштабно и ярко. Вполне правомочно говорить о том, что в настоящий момент доля рационально организованных башен геометрических очертаний составляет его мейнстрим.

Расцвет неомодернизма пришелся как раз на 2000-е годы, поскольку высотные проекты вновь стали актуальны для многих стран. Когда за несколько лет возводится многомиллионный город, то особенно выразительным может быть одно или несколько зданий, а все остальные должны быть организованы практично и по проверенной четкой схеме, которую и предлагает неомодернизм. Учитывая огромную потребность в

разных строениях, в том числе и высотных, многие зодчие с мировыми именами создали свои варианты развития новой городской среды в азиатском регионе. В итоге китайские, корейские, индийские города получили в свое распоряжение отдельные объекты очень качественной современной архитектуры с узнаваемым авторским почерком. Это в целом расширило горизонты стиливых студий и местных архитектурных бюро. А массовое и преимущественно высотное строительство продолжило развиваться в рамках рациональной архитектуры, опираясь на лучшие образцы и возможности технологического и функционального потенциала модернизма. Стремление соответствовать заданным уникальными объектами стандартам, одновременно оставаясь в поле экономической рентабельности, создало определенную профессиональную моду и подстегнуло специалистов локальных бюро работать в стилистике современного неомодернизма.

Интерес к формообразованию стал одним из главных достоинств этого направления, поскольку яркие объемно-пространственные решения сохраняли большую функциональную оправданность по сравнению с постройками в стиле постмодернизма или хай-тека. Существенным позитивным отличием зданий неомодернизма является отсутствие конфликта со средой. Традиционное «модернистское» сооружение не особо учитывает условия окружения и само стремится формировать новую среду и законы ее развития, начиная с себя. Тогда как неомодернистские постройки обладают хорошо развитой инфраструктурой и сознательно вписаны в общие параметры близлежащей застройки. Насколько удачны объекты данного стиля с точки зрения гармонии со средой – вопрос дискуссионный, но сознательного противопоставления предшествующей «отсталой» архитектуре однозначно нет. Один из наиболее ярких мастеров неомодернизма Ричард Майер (Richard Meier) не раз проектировал объекты, расположенные на перекрестке множественных городских функций. В своих работах он стремится к наиболее четкому обнажению структуры и ясности архитектурных конструкций. Авторский почерк узнается в присутствии белых фасадных металлических панелей и других прямолинейных элементов, неизменно решенных в этом же цвете. Его работы вызывали бурю эмоций самого разного характера, но со временем становились совершенно «живыми» городскими объектами, не противопоставляющими свою монохромность и стиливой контраст историческому окружению. (Характерный пример – музей на Соборной площади в немецком Ульме. Работа Маейра стоит напротив главной достопримечательности города – средневекового готического собора. Но разница художественного языка построек не мешает им образовывать единое пространство площади, оживленной и всегда многолюдной.)

В теоретическом отношении нельзя выделить какого-то главного идеолога неомодернизма в архитектуре. В определенный момент близкие к этому направлению идеи высказывали участники знамени-

той «Нью-Йоркской пятерки», работавшие в художественном поле на грани модернизма и постмодерна, и высказывавшие приверженность пуристским идеалам в архитектуре. В «пятерку» входили уже упомянутый Ричард Майер, Питер Эйзенман (Peter Eisenman), Чарльз Гютми (Charles Gwathmey), Майкл Грейвз (Michael Graves) и Джон Хейдак (John Hejduk). Грейвз и Эйзенман постепенно отошли от этих взглядов на несколько иные позиции, и сегодня работы Грейвза принято больше соотносить с постмодернизмом, а Эйзенмана – с деконструктивизмом. Все это лишний раз доказывает, что развитие современной архитектуры есть целостный многосоставный процесс, использующий в своем арсенале все ресурсы предшествующих эпох и стиливых направлений, среди которых модернизм занимает отнюдь не последнее место.

Огромную роль в распространении неомодернизма на рубеже 1970–1980-х на фоне продолжающегося интереса к постмодернизму сыграло проникновение на Запад информации о русском авангарде 1920-х годов. Многие образы и концепции его идеологов вдохновили целое поколение западных архитекторов и сформировали особый пиетет к ранней советской архитектуре. Значительные усилия к пропаганде материалов о русском авангарде в тот период приложили исследователи ВНИИТАГ, особенно С. Хан-Магомедов, В. Хазанова, П. Александров и др., чьи книги были переведены на европейские языки и имели достаточный резонанс.

В высотном строительстве модернизм второй половины XX века был главенствующим направлением до середины 1970-х годов практически по всему миру. Постмодернистские эксперименты и ироничные изыски были более легко осуществимы на объектах относительно камерного масштаба. Только спустя десятилетие стали появляться небоскребы с элементами постмодернизма. А лаконичные ортогональные башни, чуть видоизменившись, продолжали строиться. На этом фоне обновленный и посвежевший модернизм с приставкой «нео» вновь стал предметом горячего интереса как архитекторов, так и их заказчиков. Его формообразующие и композиционные возможности оказались далеко не исчерпанными и башни неомодернистской направленности стали все чаще появляться как в специализированных журналах, так и в реальной практике строительства. По сравнению с чисто модернистскими высотками, они демонстрируют большее разнообразие форм и наличие более насыщенных цветов в отделке.

Возрастание интереса к модернизму на фоне постепенного разочарования в возможностях постмодернизма заставили по-новому рассматривать текущие архитектурные процессы. Ряд исследователей даже определяли некоторые направления как ответвления неомодернизма, в частности деконструктивизм. «Эта ветвь неомодернизма основывается не на прямом заимствовании образов прошлого, а на их умышленной трансформации, в связи с чем получила наименование деконструктивизма /декон/» (Маклакова Т. Г. Архитектура двадцатого века. – М.: АСВ, 2001).

Если для функционализма и вообще традиционного модернизма характерно стремление к созданию образности за счет взаимной целесообразности функции и формы, правдивости материалов и конструкций, то неомодернизм, с легкой руки того же Ричарда Майера, гораздо более активно использует возможности цвета в архитектуре. Майер, продолжая линию «романтичного» модернизма Ле Корбюзье (Le Corbusier), провозглашает верность белому цвету как способствующему целостности и единству образа, подчеркивающему чистоту и ясность форм. В более поздних объектах этого стиля белый цвет выступает как самодостаточный художественный акцент, существенно влияющий на общее впечатление от сооружения. Постепенно выраженный цвет здания становится общепринятой художественной нормой и работает уже вне зависимости от стилистической привязки его облика. В 2010 году среди наиболее красивых и выразительных небоскребов (по версии ресурса Emporis) половина башен была выдержана в стилистике неомодернизма и шесть – в белом цвете (в частности, Almas Tower, 363 м, Дубай; Bank of America Tower, 365,8 м, Нью-Йорк; Trump International Tower & Hotel, 415 м со шпилем, Чикаго; The Metropolitan, 228 м, дизайн-отель в 69 этажей, Бангкок). Расширение границ использования цвета как образного начала, блестяще разработанное мастерами неомодернизма, позднее привело к появлению таких восхитительных белых красавиц, как башня Q-14 в Дубае и Aqua в Чикаго или 126-метровых ажурных близнецов Torres de Hercules в Андалусии, Испания.



25 Bank Street,
Cesar Pelli & Associates,
Лондон (постройка)

Trump International Hotel
and Tower, Adrian Smith,
Skidmore, Owings and
Merrill,
Чикаго (постройка)



Bank of America Tower,
COOKFOX Architects,
Нью-Йорк (постройка)



The Hague City Hall,
Richard Meier & Partners,
Гаага (постройка)

Интерес к неомодернизму в разные годы имел различную географию. В 1980-е он получил широкое распространение в США и Европе. Благодаря работам Майера в Лос-Анджелесе, в Париже и Ульме об успехах неомодернизма говорили на обоих континентах. Это, в свою очередь, вызвало широкую волну подражаний и острых дискуссий в профессиональной среде. В высотном строительстве интерес к данной стилистике активно проявился чуть позже. Например, в Париже достаточно громким неомодернистским высотным объектом стал комплекс La Bibliothèque Nationale 1996 года, выполненный Домеником Перро (Dominique Perrault) по заказу федерального правительства. После негативных оценок сугубо модернистской башни Montparnasse и отдельных небоскребов Дефанса, работа Перро стала первым успешным высотным объектом французской столицы в неомодернистской стилистике. (Классическая работа этого направления – штаб-

квартира телевизионного канала Canal+ в Париже (1988–1993) Майера, не является небоскребом, как и менее резонансные постройки Жана Нувеля (Jean Nouvel), Поля Шеметова (Paul Chemetov) и др.) На стыке стилевых поисков модернизма и постмодернизма принято рассматривать и знаменитую Grande Arche Дефанса Отто фон Шпрекельсена, работу которого завершал уже Поль Андре после смерти автора проекта. Если общая концептуальная идея и пространственные игры в ассоциации вполне вписываются в традиции постмодернистского мышления, то использование белого цвета как формообразующего начала и общая лаконичность композиционного решения выглядят совершенно в неомодернистском духе.

В наиболее открытом к экспериментам столичном европейском городе – Лондоне – достаточно высоток в самых различных стилях. Но основной корпус новых небоскребов составляют все же неомодернистские здания. Одно из них – One Churchill Place (2004), внушительная 156-метровая башня в стиле неомодернизма, – замыкает десятку самых высоких в стране. Небоскреб имеет гладкие и монументальные стеклянные фасады. Изначально призматический объем демонстрирует скругление угловых линий с торцов, своего рода смягчение традиционной жесткости форм модернизма. Застройка площади Канада-сквер (Canada Square) в Докленде, начатая с прогамного постмодернистского небоскреба Сезара Пелли (Cesar Pelli), сегодня на 80% состоит из различных высоток в неомодернистском духе. Башни 8 Canada Square, 25 Canada Square – вариации на ту же тему. Построенная в 2010 году башня 22 Marsh Wall East Tower (140 м, 40 этажей) – масштабный и композиционно чистый неомодернизм, продолжающий традиции модернистских офисных призм Сити 1970-х. В этом же ключе решены и возведенные несколько ранее (2003), практически равновысотные башни на Бэнк-стрит: 25 Bank Street (153 м, 33 этажа), 40 Bank Street (153 м, 33 этажа), 10 Upper Bank Street (151 м, 32 этажа). И это только малая часть неомодернистских высоток, появившихся на берегах туманного Альбиона в последнее десятилетие.

Этот стиль оказался исключительно близок протестантской философии, традиционной для большей части региона Северной Европы и половины Германии. А также прекрасно вписывался в русло новаторских поисков молодых архитекторов этой области Европы на протяжении последнего столетия. Начиная от идей голландской группы «Де Стил» в 1920-х и вплоть до новейших разработок последних дней, различные модификации модернистских идей здесь всегда «приходились ко двору». Голландию вообще можно вполне обоснованно назвать главной кузницей авангардных архитектурных идей всей Европы этого периода. Закономерно, что модернизм не терял здесь своих прочных позиций, в том числе и в высотном строительстве, а его обновленные версии сразу органично вошли в структуру сложившихся городов. Типичный пример голландского неомодернизма 1990-х – самое высокое здание

Роттердама и всей страны – Delftse Poort I (151 м, 41 этаж) и вторая башня Delftse Poort II, (93 м, 25 этажей). Возведенный в 1992 году комплекс выдержан в рационалистических традициях архитектуры «интернационального стиля». На более поздний год постройки и определенную новизну прочтения модернистских канонов указывают качество использованных материалов и более свободная постановка частей относительно друг друга. А некоторое знакомство архитекторов с существующей где-то параллельно постмодернистской архитектурой иллюстрирует небольшая красная вставка на одном из гладких и чопорных фасадов. Показательно, что вся высотная десятка зданий города, построенных с 1969 по 2006 гг., представляет собой разнообразие версий модернистской и неомодернистской архитектуры, например: округлая башня World Port Center (138 м со шпилем, 33 этажа, 2000) или черно-белый жилой небоскреб Waterstadtoeren (109 м, 37 этажей, 2004). Наиболее запоминающимся из них представляется красно-бело-черный жилой небоскреб Montevideo (152 м с декоративным завершением, 43 этажа, 2005), в чем-то близкий и постмодернистской архитектуре М. Грейвза, но все же в духе «Де Стил». Построенное уже в конце 1990-х Майером здание мэрии в Гааге сочетает в себе различные офисные и общественные помещения, а также городскую публичную библиотеку. Архитектор методично продолжает следовать своим творческим принципам, умело объединяя функциональную обоснованность с чистотой и элегантностью форм. Неизменный белый цвет и геометрия частей комплекса делает здание City Hall в Гааге одним из наиболее интересных и зрелых построек мастера, созданных посредством использования художественного языка неомодернизма. Новые проекты для голландских городов тоже представляют собой яркие образы этого стиля. Например, спроектированный бюро Рэма Колхаса (Rem Koolhaas) OMA для Роттердама 139-метровый небоскреб De Rotterdam с 37 эксплуатируемыми этажами, названный в честь корабля, перевозившего голландских переселенцев в Америку.

Пришедшая несколько позже в азиатский регион мода на постмодернизм в высотных строениях, отодвинула возвращение модернизма в качестве полномочного хозяина. В итоге, большинство новейших высотных построек Китая массового характера несут в себе черты модернистской архитектуры, уже прошедшей путь различных колебаний в пределах моды на «измы». Главным принципом при выборе проекта становится экономическая составляющая, а художественные достоинства полагаются только уникальным статусным объектам. Учитывая масштабы строительства в КНР в наши дни, далеко не все высотные объекты попадают в эту категорию. А сделать достаточно качественное здание, не прибегая к особым архитектурным излишествам, предлагает, в первую очередь, именно эстетика неомодернизма. Тем самым, можно с уверенностью говорить о

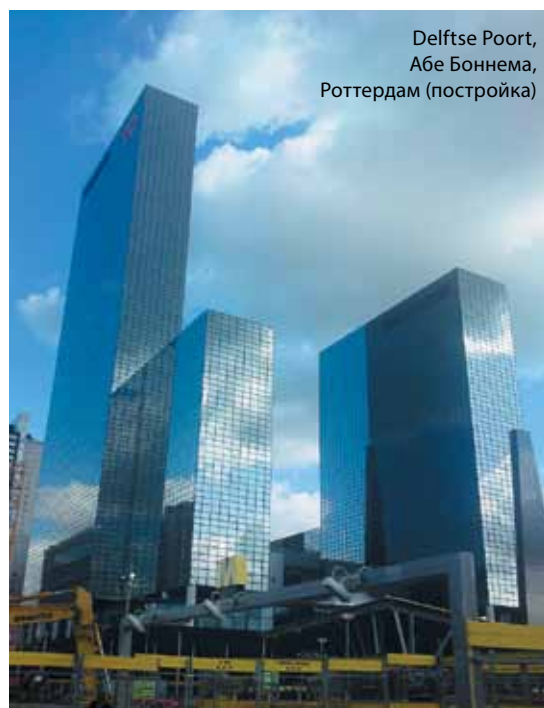


De Rotterdam,
Рэм Колхас (OMA),
Роттердам (постройка)

массовом распространении в Китае в последние 15–20 лет новой модернистской архитектуры.

О различных интересных китайских небоскребах наш журнал регулярно информирует своих читателей, поэтому хотелось бы отметить несколько самых новых объектов, наглядно иллюстрирующих распространение неомодернистской архитектуры в этом регионе. Супервысокие здания строятся в Китае отнюдь не только в столице и в сложившихся экономических центрах. Активно растущие города также нуждаются в появлении новых ярких высотных доминант. С 2008 года в городе Тяньцзинь строится China 117 Tower (известная также как Goldin Finance 117). Это сооружение составит 597 метров и будет располагать 117 эксплуатируемыми этажами. Небоскреб должен быть достроен в 2015 году и тогда непревзойденной по высоте в Поднебесной останется только Shanghai Tower. Но горизонты городов в этой части света меняются так быстро, что к моменту завершения ее

China 117 Tower,
P & T Group, ECADI,
Тяньцзинь
(строится)



Delftse Poort,
Абе Боннема,
Роттердам (постройка)



Elphinstone Mills Tower,
Adrian Smith + Gordon Gill
Architecture,
Мумбай (проект)



Montevideo, Месапоо, Роттердам (постройка)

строительства еще какой-либо объект может внести коррективы в это утверждение. Архитекторами нового супергиганта для заказчика Goldin Properties Holdings Limited выступили специалисты из P & T Group ECADI, чье видение облика сооружения оказалось совершенно в неомодернистском духе. Гигантские плоскости стеклянных фасадов сглажены с углов за счет использования более фактурных материалов, а конструктивная основа умеренно отражена на фасадах. То есть принципы построения China 117 Tower читаются, но не акцентированы, как в небоскребах хай-тека. А завершение в виде ограненного алмаза, хоть и отсылает нас скорее к постмодернистским решениям, с большинства точек города воспринимается как небольшое смягчение острых геометризованных форм, характерное для неомодернистских объектов.

Интересные примеры неомодернизма можно легко найти и в Гонконге, поскольку административный переход территории под юрисдикцию КНР и период



Canary Wharf, Лондон (постройки в неомодернистском стиле)

интенсивной подготовки к нему совпали с распространением именно этого направления в высотном строительстве, а новое руководство города остро нуждалось в наглядной демонстрации прогрессивности и лояльности западным ценностям. На излете британского правления бюро Rocco Design Architects Limited был спроектирован небоскреб Citybank Plaza (1992), ставший одним из эталонных образцов неомодернизма в регионе. Ведущие мировые архитектурные журналы отметили чистоту линий и ясность форм нового офисного комплекса. Двухчастная геометрически выверенная композиция башен в 50 и 40 этажей только выиграла на фоне других небоскребов, в том числе стоящего рядом гиганта в стиле хай-тек.

В японской, как и в южно-корейской, архитектуре обилие собственно модернистских зданий объясняется особенностями их экономического развития. Начав расти раньше, по сравнению с соседними Китаем, Индией или, например, Вьетнамом, пространство основных городов этих государств оказалось уже в достаточной мере заполнено примерами «интернациональной архитектуры» в ее классическом варианте 1960–1970 годов. Поэтому в более поздний период и в Токио, и в Сеуле чаще появлялись объекты, разрабатывающие иные архитектурные направления, нежели новые версии модернизма. Японские мастера вообще успешно экспериментировали и дома, и по всему миру, в том числе в США, Австралии, Сингапуре, Малайзии, Индонезии, на Тайване и т. д. В новом веке эта география только расширилась и включила в себя пространство отдельных республик бывшего СССР, Африку и Латинскую Америку.

Нетипичным для общей картины, но стилистически выверенным оказался проект высотного комплекса Samsung Medical Center от K.I.T.O Architects & Engineers Inc. для Сеула. Это монументальное здание представляет собой развитый ступенчатый объем, выполненный в типологически точных формах, пропорциях и материалах неомодернистской архитектуры. Постройка имела определенный резонанс в профессиональных кругах, но считать ее небоскребом на общем фоне застройки корейской столицы было бы некорректно.

Развитие Индии в XXI столетии также потребовало новых архитектурных решений. Эффектная стеклянная 60-этажная башня Elphinstone Mills для Мумбаи от Adrian Smith + Gordon Gill Architecture, как и отель мирового уровня India Tower, (301 м, 60 этажей) от FXFOWLE Architects – наглядная иллюстрация эффектных и качественных авторских проектов в стилистике неомодернизма, выполненных для азиатского региона. Подобный объект мог бы украсить любую столицу мира, но благодаря современным технологиям хорошо приспособлен к специфике климатических условий этой страны. Универсальность архитектурного образа несколько скомпенсирована адаптацией технологий к местным нуждам. Такой подход отличает неомодернистские здания от построек «интернационального стиля», где эстетические параметры мыслились универсальными, а в



1 Canada Square (в центре), бюро César Pelli & Associates, Лондон (постройка)

результате создавали множество бытовых неудобств в эксплуатации (как это случилось с постройками Чандигарха, разработанными великим Ле Корбюзье). Красота композиции в неомодернистских зданиях не вступает в противоречие с технологическими и бытовыми потребностями. Напротив, современная инженерная начинка сглаживает некоторые огрехи в проектировании форм, а высококачественная архитектура так и вовсе почти их не содержит.

Среди небоскребов Дубая, составляющих основную массу застройки города, на долю модернистских высоток приходится более двух третей. Неомодернистскими среди них можно назвать те, что появились хронологически позднее. Поскольку большинство зданий возводилось крупными международными корпорациями с учетом использования всех инженерно-конструктивных возможностей данной индустрии на момент постройки, то одновременно с собственно профессиональной модой архитектура отражала уровень развития технологий в данный период времени. Безусловно, что при таком обилии объектов подборка интересных построек также была бы внушительной. Но, по скромному разумению автора статьи, наиболее эффектные и поражающие воображение небоскребы Дубая, да и прочих эмиратов, выполнены все же на стыке нескольких архитектурных направлений, а чисто модернистские постройки, пусть и в новой редакции, составляют именно основной костяк, массовую застройку данного региона. Конечно, близкие к неомодернизму высотки ОАЭ не раз привлекали внимание мировой профессиональной прессы и широкой общественности, но скорее какими-то уникальными параметрами (сверхвысотностью, маркировкой уровня комфорта в 7 звезд и т. д.), а не чисто архитектурными достоинствами.

Разговор о неомодернистских объектах в США и Канаде потребовал бы отдельной статьи, поскольку во второй половине XX века именно в этом регионе обкатывались самые разнообразные архитектурные



Tour Montparnasse, Urbain Cassan, Eugène Beaudouin, Louis de Hoÿm de Marien, Jean Saubot, Париж (постройка)

идеи, а изрядные ресурсы позволяли воплощать задуманное даже в таком дорогостоящем сегменте, как высотное строительство. Концептуальная база большинства актуальных архитектурных направлений разрабатывалась в рамках наиболее знаменитых американских университетов и школ, с которыми весь остальной архитектурный мир состоял в перманентной полемике. Но к рубежу века приоритеты профессиональных интересов сместились в Азиатский регион и на Ближний Восток, где оказалось значительно больше ресурсов и пространства для воплощения смелых экспериментов.

Неомодернизм как архитектурное явление – своего рода парадокс. Это стремление работать в рамках традиции, которая есть продолжение авангарда. Но ведь авангард есть разрушение традиции как таковой, и попытка создать новый архитектурный язык путем отказа от принципов прошлого. Тем самым, неомодернизм – традиция в революции, имеющая стойкий успех в различных областях архитектурной деятельности, востребованная во всех частях света и составляющая сегодня значительную часть визуальной среды глобальной цивилизации. ■

«ДЕСЯТОЕ КОРОЛЕВСТВО»

Кристиана де Портзампарка

Текст: МАРИАННА СМИРНОВА, материалы предоставлены Extell Development Company

В последние годы различные аспекты мирового кризиса все чаще заставляют девелоперов отказываться от ярких и многообещающих проектов. На этом фоне особенно привлекательным выглядит новый небоскреб у кромки почти сакрального для всех нью-йоркцев места – Центрального парка, точки сосредоточения городских легенд и тайн, служащего натуральной декорацией для четверти голливудских фильмов. Творцом новой высоты выступил французский архитектор, лауреат Притцкеровской премии Кристиан де Портзампарк (Christian de Portzamparc).



КРИСТИАН ДЕ ПОРТЗАМПАК – французский архитектор и градостроитель, который исследует отношения между человеческой средой и архитектурой. Он родился в Африке, в семье военного инженера, в 1960-е постигал живопись и архитектуру в Париже. В 1970-е участвовал в изучении психологии и социологии жителей новых городов. Это первый французский архитектор, удостоенный Притцкеровской премии. Портзампарк известен своим пристрастием к вертикальным скульптурным формам, выполненным с большой чувственностью, и пристальным вниманием к деталям. Помимо One57, Портзампарк спроектировал для Нью-Йорка еще и жилой комплекс Riverside Center с шестью стеклянными башнями, тоже в близком стилистом ключе. По-видимому, такая архитектура сегодня лучше всего отвечает и месту, и времени возведения высоток. В целом, архитектурное решение здания One57 убеждает, что оно создано в новую, информационную эпоху, что автор знаком не только с прикладными компьютерными методами проектирования, но и рассматривает этот объект с учетом наработанных в последние годы достижений в области стилистических поисков и цифровой архитектуры, и неомодернизма, и видоизменившейся постмодернистской философии.





Вид из окна пентхауса

Хотя Кристиан де Портзампарк традиционно работает в стиле умеренного постмодернизма, это здание воспринимается как пример изящного и изысканного неомодернизма.

С истинно французской уверенностью в своей художественной состоятельности мастер создает объект в той стилистике, которая кажется ему насущной и востребованной в настоящее время. А поскольку в высотном строительстве сегодня актуально индивидуальное прочтение модернизма, то зодчий, вернувшийся к работе в Нью-Йорке после длительного перерыва, представил свое понимание образа нового небоскреба, необходимого для этого города и конкретного места.

One57 строится на участке, расположенном между Шестой и Седьмой авеню, через дорогу от Карнеги-холл. Это один из самых интересных и дорогих районов города, где сосредоточены многие из знаменитых культурных и развлекательных заведений Нью-Йорка, туристические достопримечательности, художественные галереи, рестораны, отели и самые эффектные торговые объекты в мире, в том числе Van Cleef and Arpels, Tiffany & Company и Bergdorf Goodman. Рокфеллер-центр, Таймс-сквер, Музей современного искусства (MoMA) и Radio City Music Hall также располагаются в нескольких кварталах от новой башни. Благодаря своему местоположению и изрядной высотности,

будущим обитателям небоскреба откроется просто захватывающие дух панорамные виды на Центральный парк, деловой квартал, Гудзон и East River.

По мнению руководства девелоперской компании Extell Development Company, One57 – это новейший вариант жилой и гостиничной башни, которая несомненно изменит привычный силуэт Манхэттена. После завершения строительства в 2014 году башня станет самым высоким жилым зданием в Нью-Йорке (306 метров). Эффектное стеклянное 90-этажное строение станет новым высотным акцентом вдоль самого значимого природного ориентира города.

В Extell Development Company изначально планировали построить небоскреб, который станет одним из наиболее престижных и желанных адресов в городе. Не случайно новый шедевр было поручено спроектировать Притцкеровскому лауреату 1994 года Кристиану де Портзампарку. Сотрудничество с известными архитекторами и дизайнерами вообще является одним из необходимых условий для создания произведения архитектуры мирового уровня, и считается привычной практикой для проектов от Extell, отличающихся приверженностью к качеству и исключительному вниманию к деталям.

Башня One57 является своего рода художественной скульптурой, которая в равной степени обусловлена характером и модернистских башен всего Манхэттена, и соседних исторических небоскребов в стиле art deco. Авторское решение позволяет этому, в сущности гигантскому, зданию выглядеть легко и воздушно, находясь в гармонии с окружением. Асимметричный ритм каскадных выступов главного фасада, усиленный эффектом двухцветных вертикальных чередующихся полос остекления, как бы стекающих от наклонного наверху к подножию улицы широким навесом, формирует подчеркнута хрупкий и современный объем, в котором одновременно читается знакомство с историческими прототипами. (К слову сказать, формирование знаменитых классических ступенчатых силуэтов нью-йоркских небоскребов обусловлено жесткостью норм инсоляции и общими законами городского

Каркас башни



Центральный фасад One57



Интерьер гостиной пентхауса

регулирования строительства высотных зданий, делающих подобную структуру практически обязательной.)

Жителям города может показаться, что облик One57 навеян образами популярного фэнтези-сериала «Десятое королевство», где небоскреб на фоне Центрального парка превращается сначала в хрустальную гору, а потом разбивается и с брызгами стекает водопадом. Более утонченные критики настаивают на том, что прообразом цветового решения здания послужил орнамент платья Адели Блох-Бауэр (Adele Bloch Bauer) на ее знаменитом портрете работы Густава Климта (Gustav Klimt).



Интерьер бассейна

Возможно, сам автор имел в виду что-то совсем иное, но столь же художественно яркое и привлекательное. В результате, восприятие нового здания на мировоззренческом уровне выглядит скорее в духе философии постмодернизма, с ее многослойным кодированием и вариативностью прочтения образов. Но с точки зрения формального анализа деталей объемно-пространственного решения, небоскреб смотрится совершенно в традициях развитой модернистской архитектуры, слегка подредактированной в новых материальных возможностях. А интерьеры от датского архитектора Томаса Юуль-Хансена (Thomas Juul-Hansen) вообще напрямую отсылают к работам французских

модернистов, в частности Жана-Мишеля Франка (Jean-Michel Frank).

Небоскреб One57 – сооружение, которое некорректно однозначно классифицировать в том или ином стиле. Одни критики называют здание модернистским, другие по традиции причисляют Портзампарка к постмодернистам и рассматривают его объекты сквозь призму прежних работ. В новой нью-йоркской башне мы видим сочетание модернистской эстетики и постмодернистской философии творчества, когда предметом заимствования и стилизации могут служить стили самого недавнего периода, например модернизма. Но, скорее всего, здесь мы наблюдаем результат сближения или даже сращивания отдельных ветвей развития современной архитектуры, где общее постмодернистское сознание эпохи продуцирует внешне совсем модернистские вещи. Отрицание приводит к переосмыслению и позитивному развитию. И получается, что большинство критиков находят в здании One57 много совпадений с интернациональным стилем. Очевидно, что новое прочтение модернизма в этой высотке отличается изяществом и простотой, но лишено излишней суровости и противопоставления окружению. Небоскреб затейливо и органично вписывается в контекст улицы и всего городского ландшафта. Обилие вариативных решений, позволяющих удовлетворить различные нужды жильцов и посетителей, показывает исключительно гуманистический подход к проектированию со стороны Кристиана де Портзампарка. Предшествующая работа французского архитектора в Нью-Йорке (1995–1999) – башня LVMH – тоже относилась к разряду высотных доминант. Поэтому сравнение с ней неизбежно. Новое здание, строящееся почти рядом с постмодернистской высоткой Сезара Пелли (Cesar Pelli) рубежа 1990-х, гораздо более спокойно-современно. Вертикальные сине-голубые ленты фасадного остекления как бы стекают к его подножию, создавая иллюзию движения, а боковые фасады меняют цвет и характер отражений в зависимости от погоды и интенсивности освещения. В ночное время пинакль завершения подсвечивается маяком. По словам самого де Портзампарка: «Фасады здания



Интерьер столовой

в зависимости от часа дня, капризов погоды и характера текстуры остекления являются постоянно меняющейся художественной мозаикой».

One57 будет включать в себя 95 роскошных апартаментов для постоянного проживания и пятизвездочный отель на 210 номеров международной сети Park Hyatt. Создать дизайн интерьеров One57 был приглашен Томас Юуль-Хансен; он в своем творчестве умело сочетает роскошь и практический подход, учитывая потребности потенциальных клиентов в эстетически безупречных пространствах, начиненных самими передовыми и умными технологиями. Каждая резиденция тщательно спланирована – с разработкой макетов, продумыванием материалов и визуальных решений, вплоть до эксклюзивной фурнитуры мебели. Набор различных вариантов действительно впечатляет. В небоскребе предусмотрены апартаменты, имеющие от одной до шести спален. В зависимости от назначения помещений и типа квартир, разработаны комнаты с двойной высотой потолков, крупногабаритными дверями. В дизайне интерьеров используются ценные породы древесины (белый дуб, палисандр) и натуральный камень, предусмотрена установка высокотехнологичного оборудования ведущих мировых компаний. Пентхаусы имеют четыре камин и неповторяющиеся дизайнерские лестницы, а во всех апартаментах смонтированы автоматические шторы и исключительно умная система кондиционирования и отопления здания.

Первые 30 этажей небоскреба занимает отель, где предусмотрены самые разнообразные услуги и

удобства. Помимо привычных уборки, химчистки, стирки и глажки, в новом Park Hyatt в самых изысканных интерьерах, обставленных мебелью различных эпох, вам предложат ужин, сервированный лучшим столовым серебром. А если ваш домашний питомец нуждается в особом уходе – пожалуйста, для него предусмотрена даже специальная ванная комната. Жильцы и посетители отеля располагают также студией йоги, библиотекой с 8-метровым аквариумом и еще многим другим, олицетворяющим сегодня атрибуты роскошной жизни.

Стройный силуэт с уникальной конфигурацией фасадных уступов выполнен с использованием новейших технологий проектирования и самых современных высокоэффективных материалов, в частности для стен и колонн использован сверхпрочный преднапряженный бетон – более 12 000 psi (83 МПа). Дополнительную сложность при работе на этом объекте можно определить как необходимость увязать самые разнообразные требования владельцев в единый структурный дизайн постройки. Эстетическая регламентированность должна была позволить устраивать такие «штучные» элементы как тройная глубина бассейна на крыше отеля и т. д.

Здание немного пострадало от урагана Сэнди, обрушившегося на Нью-Йорк в 2012 году. В целях безопасности строительные работы были на время остановлены, также пришлось заменить поврежденный кран. Но, несмотря на это, работы идут в соответствии с графиком. Как ожидается, его возведение будет завершено в конце 2013 года или в начале 2014-го. ■

ПОЛУМЕСЯЦ В ОБЛАКАХ

Материалы предоставлены Transparent House



Последние десятилетия происходит бурное развитие арабской архитектуры, при этом используются самые современные достижения науки и промышленности: нигде в мире вы не найдете такого количества воплощений в реальность фантазий зодчих, как в эмирате Дубай. Сочетание новейших технологий и материалов с восточным размахом в строительстве и рождает нынешнюю архитектуру Арабских эмиратов – с самыми богатыми отелями у моря, с грандиозными стройками и высотными домами. Здесь часто проводятся конкурсы архитектурных проектов, которые затем воплощаются в жизнь... Сегодня мы представляем работу американской компании Transparent House, участвовавшей в соревновании по созданию конструкции-эмблемы для дубайского парка Заабиль. Этот небоскреб в виде полумесяца получил название Crescent Moon Tower. Пока строительство башни находится под большим вопросом, да и сам проект представлен только в виде трехмерной модели, но он получил высокую оценку специалистов и общественности.

СИМВОЛ ДУБАЯ

Согласно условиям конкурса, предлагаемая конструкция должна отражать новый облик Дубая, содействовать развитию туризма, индустрии развлечений, научной и культурной деятельности. Учитывая его поразительную метаморфозу, превратившую маленький городок, построенный вокруг торгового порта, в одно из самых выдающихся мест в современном мире, его процветающую экономику, бизнес, торговлю и культурную жизнь, авторы проекта решили, что здание-символ должно отражать как исторические корни Дубая, так и его современное состояние и воплощать единство этих двух ипостасей.

Согласно замыслу архитекторов, форма здания – полумесяц – отражает его принадлежность к исламскому миру. А сам факт, что такое сооружение может быть возведено с применением передовых технологий, демонстрирует современный уровень технического и экономического развития Дубая.

В небоскребе планируется разместить детскую библиотеку, конференц-зал, кафе, ресторан и открытую смотровую площадку в верхней части сооружения – все с целью создания многофункционального комплекса, пользующегося популярностью как среди местного населения, так и у туристов.

В процессе проектирования команда специалистов из Transparent House разработала целый ряд статичных и динамичных эскизов, а также комплект проектной документации для представления на конкурс. Архитекторы рассмотрели множество вариантов и разных форм, начиная с абстрактных и заканчивая вполне узнаваемыми, но во всех чего-то не хватало. Идея проекта родилась, когда авторы

представили себе следующую картину: глубокое темно-синее ночное небо и плоская, обожженная солнцем пустыня образуют почти абсолютно четкую линию горизонта, из-за которой появляется огромный полумесяц, излучающий теплый свет, отражающий атмосферу Земли. Фантастический размах этой картине придали слоистые облака, а наличие такого инновационного материала как светопроводящий бетон, поможет осуществлению данной идеи.

УНИКАЛЬНАЯ АРХИТЕКТУРА

В основе проекта лежит образ восходящего полумесяца, символизирующего мусульманский мир. Так как предполагается, что сооружение станет новым символом города, то оно должно выглядеть скорее как памятник, нежели как здание. Архитекторы искали максимально лаконичный по форме, и в то же время узнаваемый образ, максимально символический и исторически точный, который при этом должен согласовываться с характером окружающего ландшафта и климата.

Основные отличительные черты проекта – прежде всего, форма и материал, предложенный для внешних стен. Светопроводящий бетон позволяет создавать невероятные конструкции, которые объединяют его массивность с воздушной легкостью проходящего сквозь него света. Его использование в конструкции поможет экономить электроэнергию днем, а ночью очертания здания наполнятся глубоким внутренним светом. Огромные стальные балки, которые составляют



Вид сверху

ядро башни, и утонченный традиционный орнамент-арабеска в открытых частях строения помогут создать совершенно новую и беспрецедентную атмосферу, которая объединит древние традиции и современные технологии. Это будет выросший на песчаных дюнах технологический оазис, спроектированный с использованием древних принципов астрономии.

СВЕТОПРОВОДЯЩИЙ БЕТОН

Уникальной чертой здания является использование одного из самых передовых и инновационных материалов – светопроводящего бетона. Он сделан из обычного бетона с добавлением оптоволокна, которое может пропускать свет на расстояние свыше 15 метров и, поскольку волокна занимают лишь малую часть бетонного блока или панели,

они не оказывают существенного влияния на прочностные характеристики деталей конструкции. Светопроводящий бетон позволяет увидеть силуэты, формы и даже цвет предметов, расположенных непосредственно за этим материалом. Сохраняя прочность обычного бетона, он пропускает свет через себя, что является источником уникальных проектных решений. В здании масса возможностей для естественного освещения, и все они обеспечивают снижение тепловпотерь, а значит, уменьшение материальных затрат на эксплуатацию и большую долговечность самой постройки.

ЗЕЛЕНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

В основу идей современного строительства заложено бережное отношение к окружающей среде. Поэтому авторы приложили максимум усилий, чтобы инкорпорировать идеи зеленого строительства в первоначальный замысел, что позволит не только сократить общее потребление энергии зданием, но и сделает его эталоном для будущих проектов.

В конструкции строения планируется использовать экологически чистые и безопасные материалы. Особое внимание было уделено тепло- и шумоизоляции. Вся инфраструктура башни и ее энергосистемы были спроектированы таким образом, чтобы максимально снизить потребление энергоресурсов и электричества, сохранив при этом высокую эффективность всех систем. В сооружении запланирована централизованная система кондиционирования воздуха, основные блоки и оборудование которой разместятся на подземных этажах. Забор воздуха будет осуществляться посредством специальных вытяжных труб, расположенных за пределами периметра здания.

ИННОВАЦИОННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

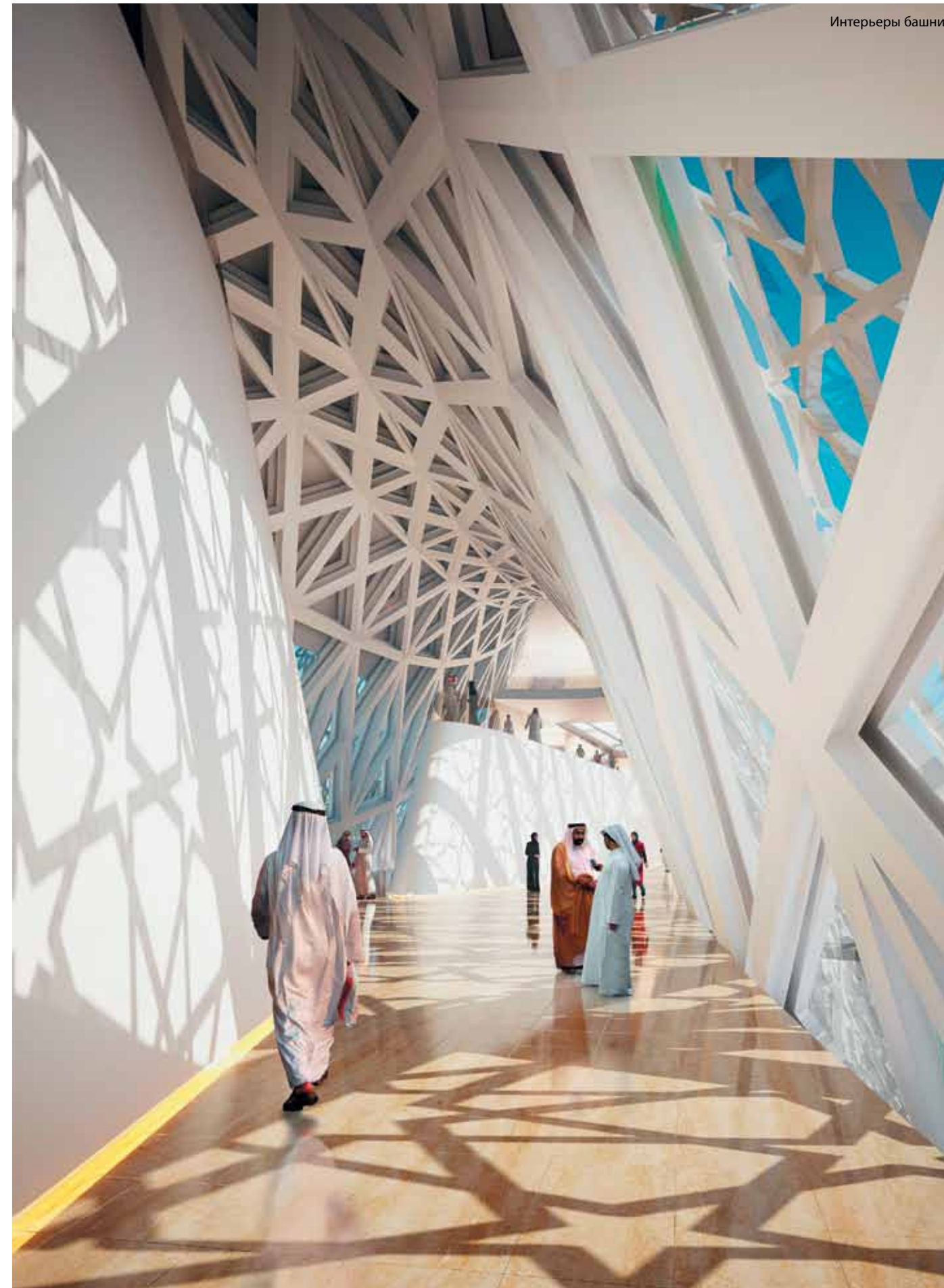
В проектировании небоскреба применяются инновационные конструктивные и инженерные решения, которые позволяют осуществить идею опорной архитектуры здания и сделать его прочным и безопасным.

Каркас башни – объемная конструкция сложной конфигурации. Ядро небоскреба расположено в

Вид на башню из пустыни



Интерьеры башни



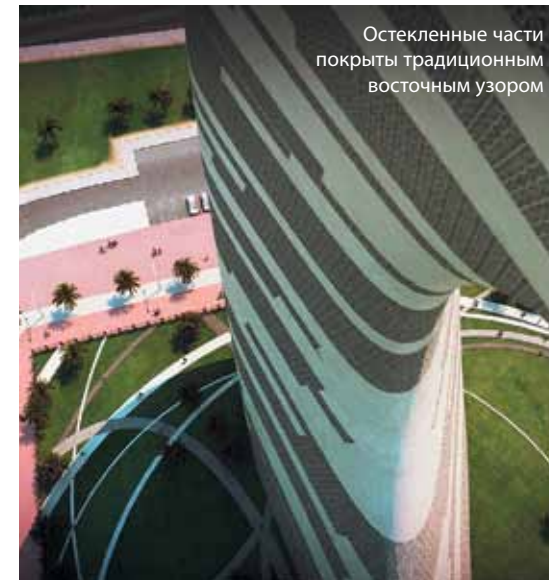
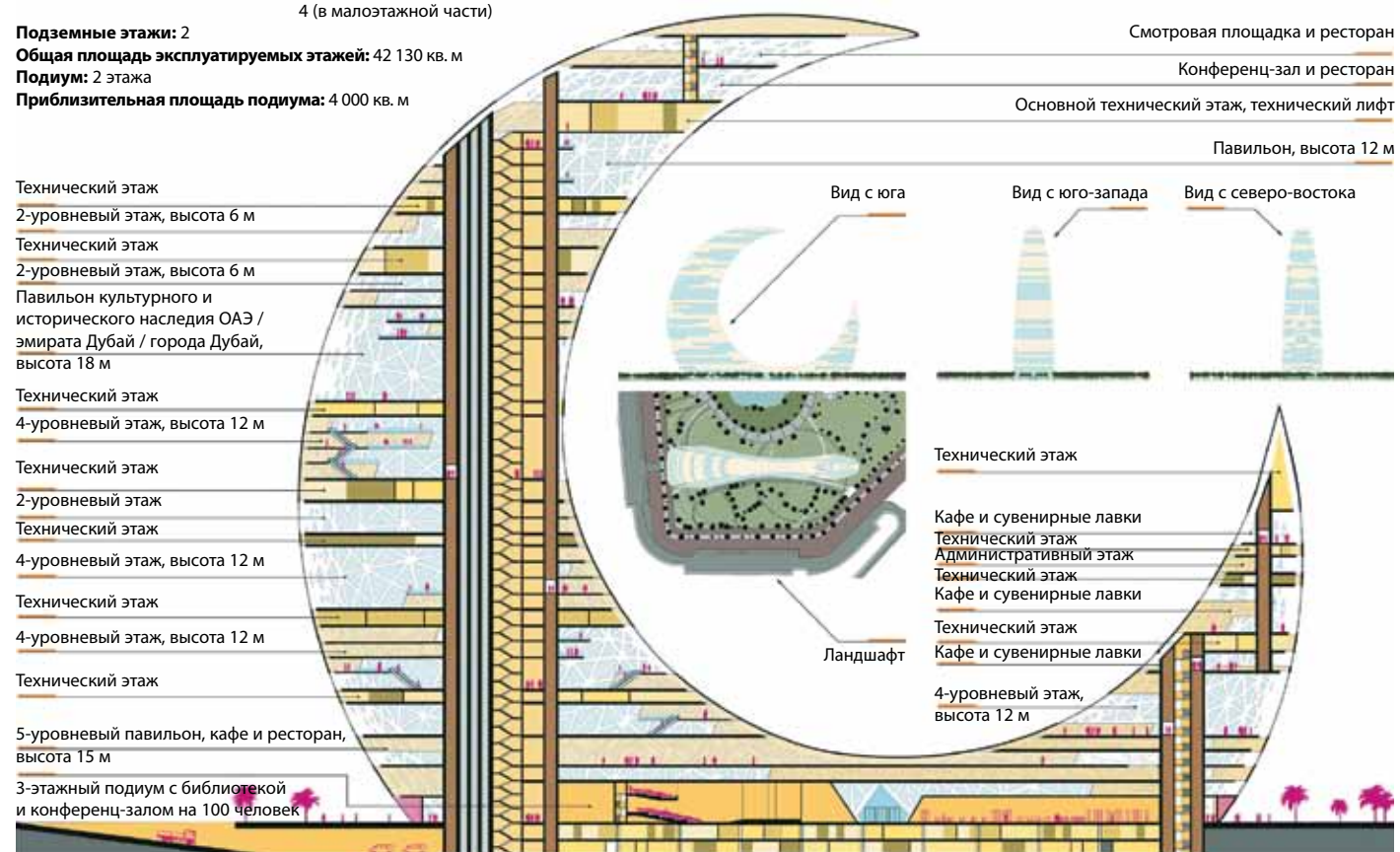


Цвет бетонного орнамента будет соответствовать тону основного покрытия здания

ПАРАМЕТРЫ ЗДАНИЯ

Общая высота: 160 м
 Стандартная высота потолка: 3 м
 Общее количество надземных этажей: 36 (в высотной части), 14 (в малоэтажной части)
 Количество технических этажей: 8 (в высотной части), 4 (в малоэтажной части)
 Подземные этажи: 2
 Общая площадь эксплуатируемых этажей: 42 130 кв. м
 Подиум: 2 этажа
 Приблизительная площадь подиума: 4 000 кв. м

**ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ
 CRESCENT MOON TOWER**



Остекленные части покрыты традиционным восточным узором



Тепловые экраны защитят от высоких температур

центре тяжести и реализовано как группа колонн из монолитного бетона. Стальной трос с регулируемым натяжением планировалось поместить внутрь каждой колонны, чтобы обеспечить сейсмическую устойчивость сооружения.

Внешние стены представляют собой двухслойную объемную конструкцию, которая отвечает за общую прочность здания, и обеспечивают единство плит перекрытий, колонн и стен. В состав многослойной структуры войдут тепловые экраны, которые помогут защитить башню от высоких температур окружающей среды. В дополнение к системе тепловых экранов в остеклении будет использовано низкоэмиссионное стекло.

Остекленные части сооружения покрыты традиционным восточным узором, который выполнен из железобетона, смонтированного на одном уровне с внешним фасадом и повторяющего изогнутую форму здания. Цвет бетонного орнамента будет соответствовать тону основного покрытия стен, таким образом, создавая впечатление целостной конструкции. Окна выполнены в виде перфорированных отверстий, при этом узор расположен поверх остекления. Бетонный орнамент – это не только декоративный элемент, он выполняет функцию солнцезащитного экрана, защищая внутренние помещения от прямых солнечных лучей.

Плиты перекрытия из монолитного бетона опираются на систему перекрестных стальных балок, идущих вдоль стен сооружения. Восемь колец жесткости распределены по высоте строения и совпадают с техническими этажами. Оригинальная аэродинамическая форма башни эффективно снижает ветровую нагрузку на конструкцию.

ПРОЕКТ ИНТЕРЬЕРА

Основная идея оформления интерьера заключается в акцентировании внимания на зрелищности характера и масштаба практически всех внутренних пространств, так как это предусмотрено самой структурой здания. Отличным дополнением к



Интерьеры атриума

этому станет сочетание традиционных и современных отделочных материалов, аксессуаров, мебели и передовых технологий. Внутри применяются те же принципы, что и при разработке внешнего облика небоскреба. В оформлении и отделке интерьера используются идеи, заложенные в предложенных архитектурных решениях.

Помещения могут иметь любое назначение. Многофункциональный характер архитектуры и обширные пространства внутри позволяют разместить в здании много разных объектов одновременно. Например, магазины могут быть устроены в нижней части башни, среднюю лучше отвести под офисы и различные выставочные пространства, а на верхних этажах комфортно разместить отель.

Появится ли в аравийских песках это оригинальное сооружение – покажет будущее. Но одно уже совершенно ясно – этот конкурс внес свой вклад в развитие современной мировой архитектуры. ■

«Бесполезная» высота современных небоскребов

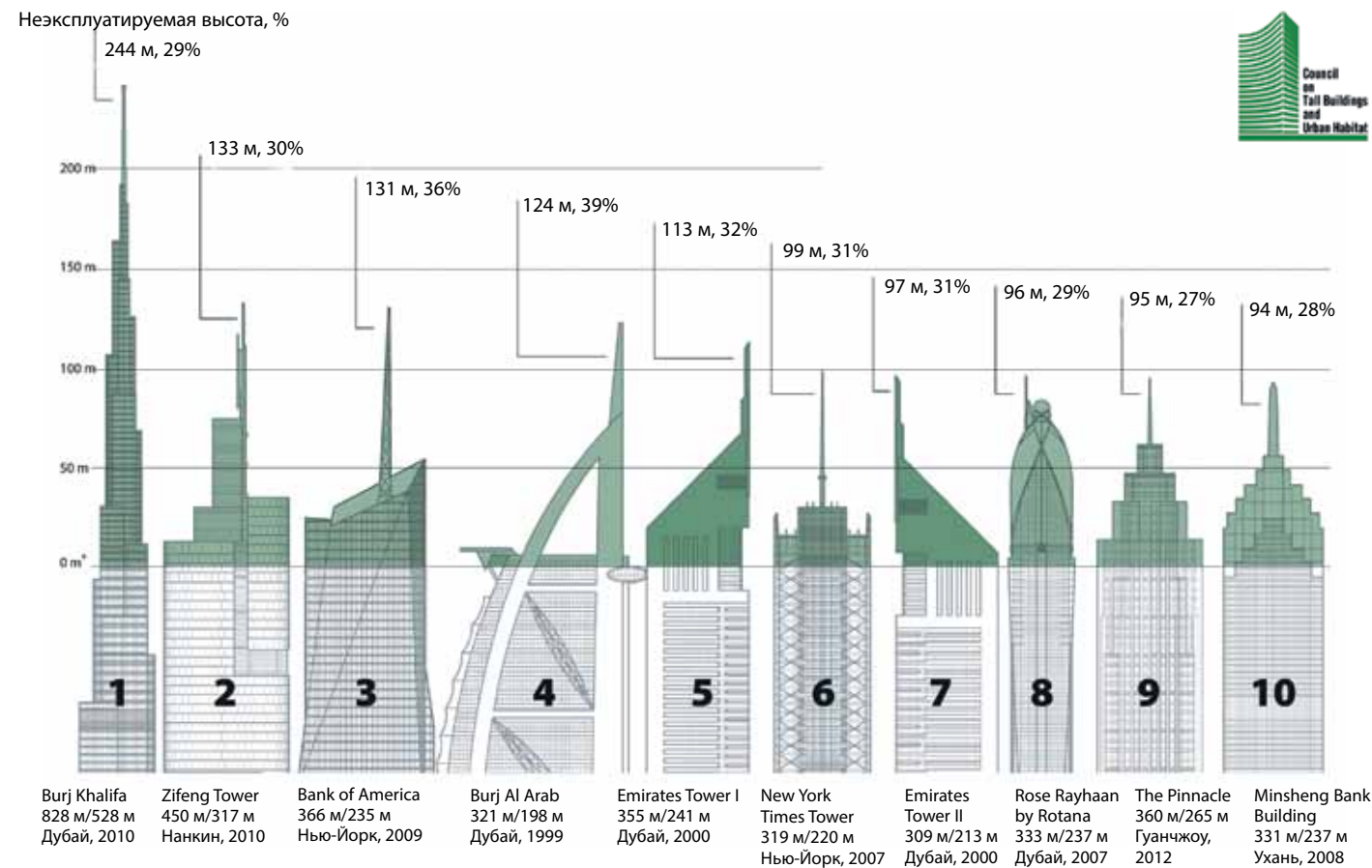
Совет по высотным зданиям и городской среде обитания (СТВУН) изучил растущий интерес к высоким шпилям и другим способам увеличения размеров сверхвысоких небоскребов (от 300 метров), которые не представляют собой эксплуатируемое пространство. В связи с этим было создано новое понятие, которое сможет описать подобную тенденцию, – «бесполезная высота». Согласно критерию высотности СТВУН, бесполезная высота – это расстояние между самым высоким эксплуатируемым этажом здания и наивысшей точкой его конструктивных элементов.

Материалы предоставлены Советом по высотным зданиям и городской среде обитания (СТВУН)

Без шпиля бесполезная высота башни Index в Дубае составляет всего 4 метра – лишь 1% от общей высоты здания

В Нью-Йорке находится 2 из 10 зданий с самым большим показателем бесполезной высоты. В 2014 году здесь планируется построить третье – WTC 1

По данным СТВУН, гостиница Украина, Москва, Россия (206 м, 1955 г.) имеет самый высокий показатель бесполезной высоты – 42% не эксплуатируется



Иже представлены некоторые ключевые выдержки из исследования. Так, башня Burj Khalifa (Дубай, ОАЭ) имеет 244 метра бесполезной высоты, которые сами по себе могли бы стать небоскребом.

И если бы в Европе построили подобное здание (244 метра), оно могло бы стать 11-м в списке самых высоких домов Европы. У небоскреба Burj Al-Arab (Дубай, ОАЭ) самый высокий показатель бесполезной высоты среди всех сверхвысоких зданий – 124 (39%) из 321 метра общей вы-

соты отведено под неиспользуемое пространство, которое находится выше самого высокого доступного этажа башни. Если бы бесполезной высоты не было, то 44 (61%) из 72 сверхвысоких зданий были бы ниже 300 метров и, следовательно, потеряли бы свой «сверхвысокий» статус.

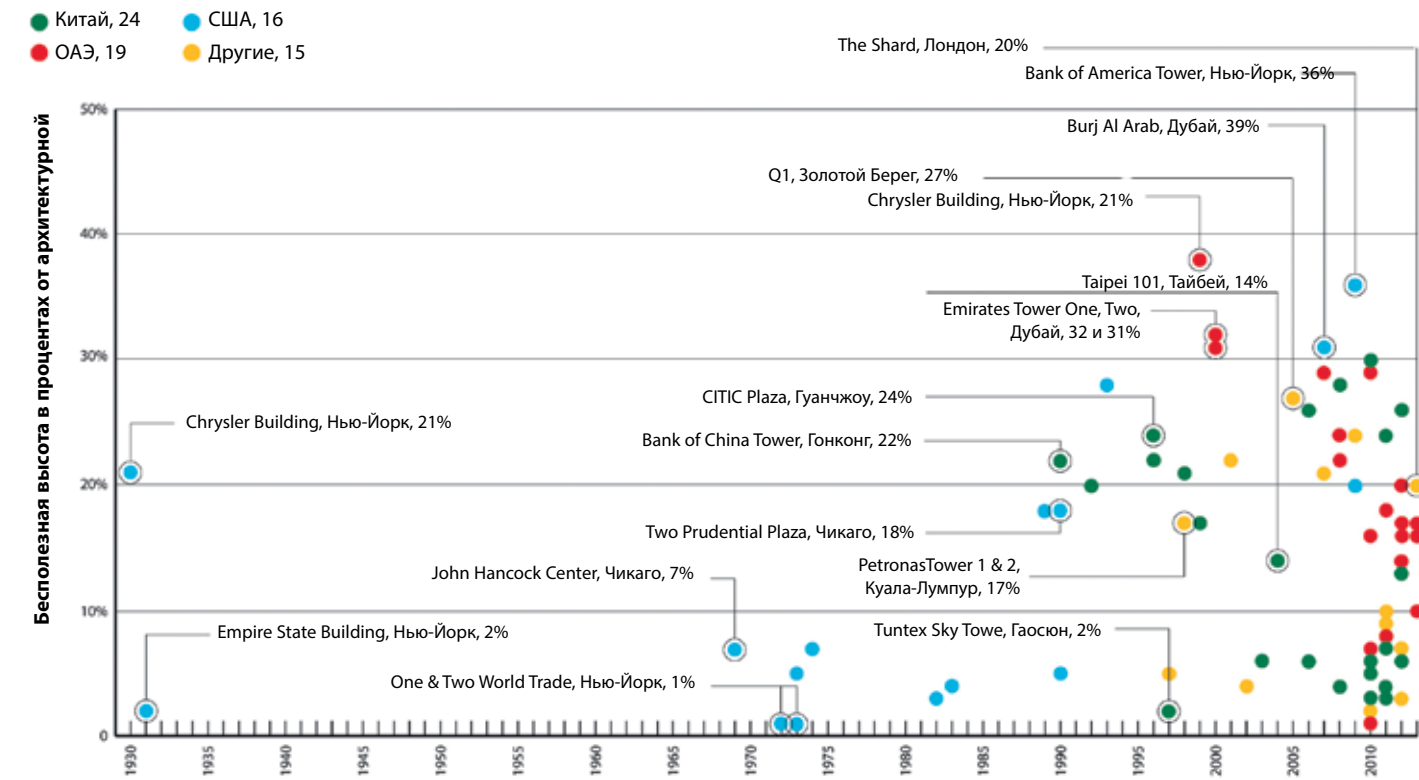
Если бы бесполезной высоты не существовало, 44 (61%) из 72 сверхвысоких зданий были бы ниже 300 метров и, следовательно, потеряли свой «сверхвысокий» статус. Самым высоким из них является башня CITIC Plaza в Гуанчжоу, Китай (390 м)

Если действующий критерий высотности СТВУН применить к телекоммуникационным башням, 50-процентная бесполезная высота сделала бы из них «псевдоздания»!

244 метра бесполезной высоты в башне Burj Khalifa хватило бы на создание впечатляющего по своим размерам отдельно стоящего небоскреба. Если бы его построили в Европе, он стал бы 11-м высотным зданием на континенте

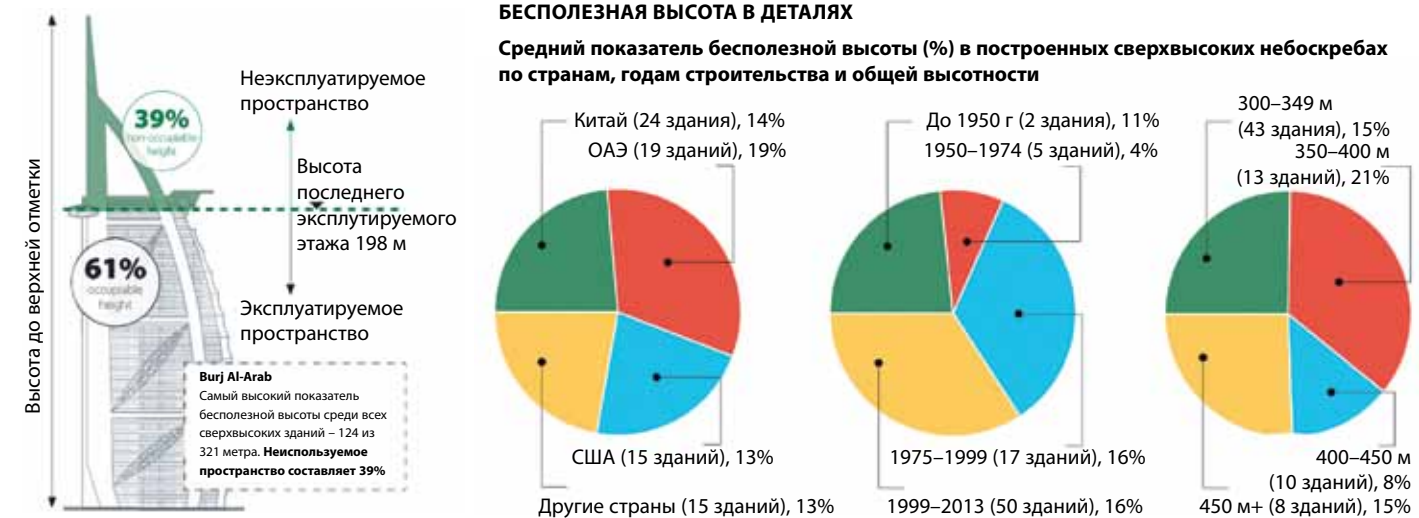
ПОДРОБНЕЕ О БЕСПОЛЕЗНОЙ ВЫСОТЕ

Средний показатель бесполезной высоты в некоторых сверхвысоких небоскребах из 74 построенных в мире



БЕСПОЛЕЗНАЯ ВЫСОТА В ДЕТАЛЯХ

Средний показатель бесполезной высоты (%) в построенных сверхвысоких небоскребах по странам, годам строительства и общей высотности



- Объединенные Арабские Эмираты считаются страной с самым большим числом «бесполезных» сверхвысоких зданий; средний показатель бесполезной высотности в стране составляет 19%.
- В Нью-Йорке (США) расположены 2 из 10 самых высоких зданий с бесполез-

- ной высотой, а в 2014 году планирует возвести и третье подобное здание – Всемирный торговый центр 1.
- Если применить критерий высотности СТВУН к телекоммуникационным башням, 50-процентная бесполезная высотность превратила бы их все в «псевдоздания».

- Согласно базе данных СТВУН, зданием с самым высоким показателем бесполезной площади является гостиница Украина в Москве, хотя она и не относится к разряду сверхвысоких: 42% от ее 206-метровой высоты не эксплуатируются никоим образом. ■

ВИЛЛЫ СУХОГО РУСЛА

Главный город Саудовской Аравии – Эр-Рияд, что в переводе означает «сады», расположен в самом центре страны, в плодородной долине Вади-Ханифа. Начиная с 1940-х годов, он стремительно развивается, особенно быстро его население увеличивалось во второй половине XX века. Колоссальные доходы от нефти кардинально изменили облик Эр-Рияда. Это одна из самых современных столиц Ближнего Востока с большим количеством небоскребов, отелей, магазинов и мечетей – здесь с завидным постоянством реализуются грандиозные строительные проекты. Один из них – возведение Финансового района короля Абдаллы (the King Abdullah Financial District), генеральный план которого был разработан бюро Henning Larsen Architects, получившим это право в 2006 году в результате победы в международном конкурсе.

Материалы предоставлены Henning Larsen Architects

Создаваемый как новый центр торговли и финансов Ближнего Востока этот многофункциональный комплекс состоит из 30 застраиваемых участков и зеленых зон отдыха. Краны и экскаваторы здесь работают круглосуточно, и по окончании строительства он станет независимым городом внутри арабской столицы, предоставив рабочие места 50 тыс. человек.

Главные здания квартала связаны между собой четырьмя километрами кондиционируемых пешеходных мостов – так называемых «небесных переходов», – расположенных на уровне первых этажей, спроектированных также бюро Henning Larsen Architects. В рамках создания экологически ориентированного генерального плана в финан-

VILLAS IN THE SKY

Расположение: Эр-Рияд, Саудовская Аравия

Заказчик: Saudi Binladin Group

Архитектура: Henning Larsen Architects

Назначение: многофункциональное

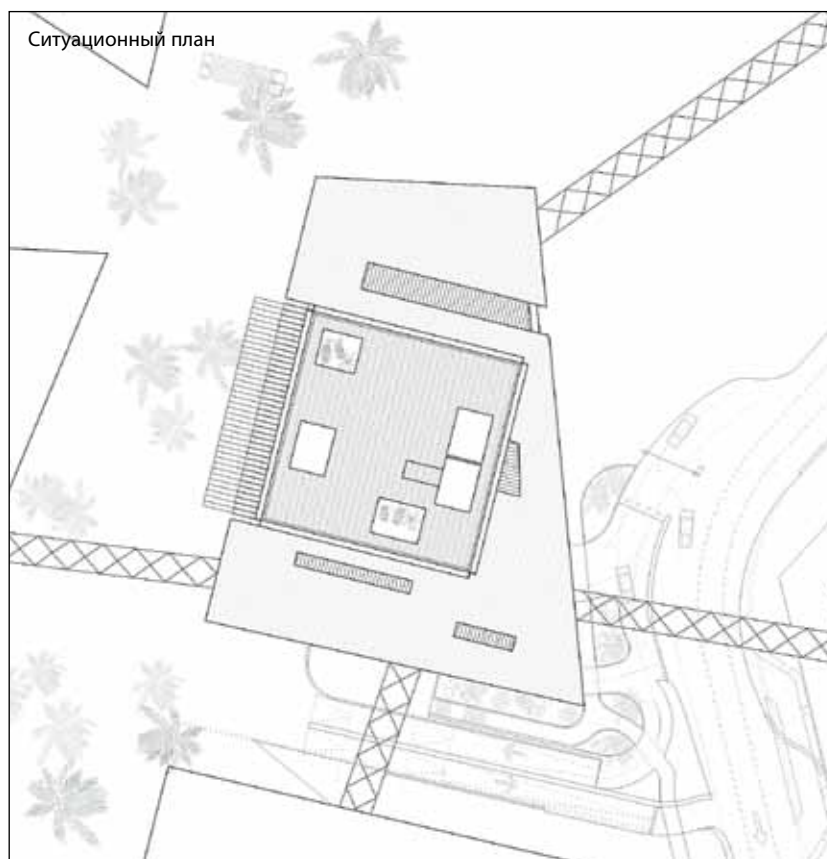
Конструкции и фасады: Thornton Tomasetti

Инженерия: Hoare Lea Consulting Engineers

Количество этажей: 34

Общая площадь: 41 000 м²

Годы строительства: 2009–2013



Этажи со 2-го по 4-й отводятся под магазины. Нижний уровень торговой зоны связан «небесными переходами» (Skywalks) с вади и соседними зданиями, что делает комфортным передвижение жильцов и гостей внутри района. Расположенные выше следующие 14 уровней займут офисные помещения, далее на 12 этажах разместятся 22 квартиры. Венчают же здание тренажерный зал, SPA-центр и терраса на крыше.

Конструктивную систему и фасады для башни Villas in the Sky разрабатывали специалисты компании Thornton Tomasetti Group, которые уже сотрудничали с Henning Larsen Architects при создании таких проектов, как Crystal Towers и Gem Buildings в Эр-Рияде.

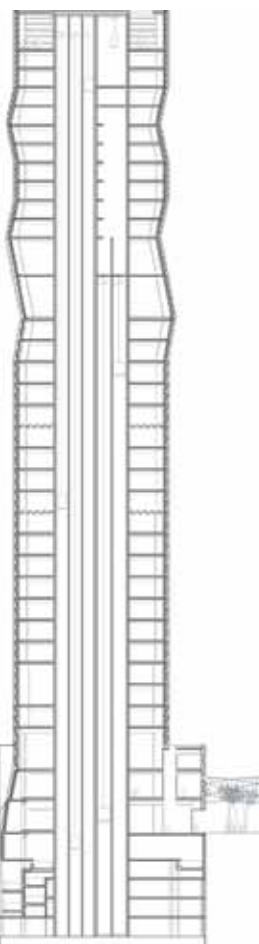
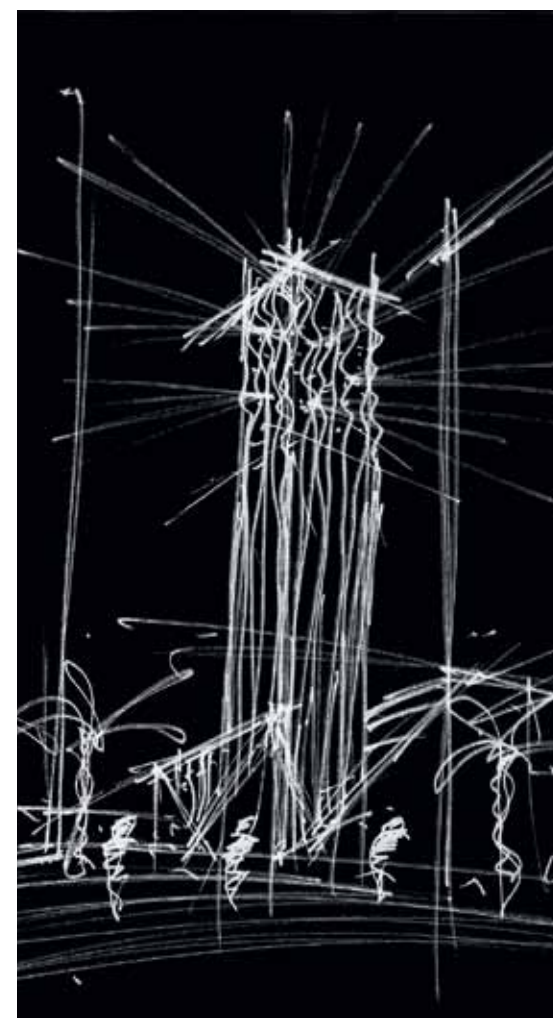
Панели навесного стеклянного фасада расположены под углом друг к другу, что позволяет использовать более прозрачное остекление на нижних уровнях, а поката верхняя сторона имеет облицовку светлого цвета. Нижние прозрачные панели позволяют видеть все, что происходит снаружи, а матовый верхний уровень создает затененное внутреннее пространство, защищая его от раскаленного солнца пустыни и снижая энергопотребление здания.

Подобная конструкция позволяет вписать в структуру фасада смещенные межэтажные плиты

совом районе предусмотрена эксплуатация общественного транспорта, не наносящего вред окружающему пространству – метро и монорельсовой дороги.

Еще один объект этого грандиозного замысла, разработанный специалистами из Henning Larsen Architects, – Villas in the Sky («Виллы в небе»), многофункциональная 34-этажная башня, расположенная в уникальном уголке Финансового района. Участок застройки находится ближе к концу оживленного зеленого вади (арабское название сухих русел рек и речных долин временных или периодических водных потоков, заполняемых, например, во время сильных ливней. – Прим. ред.). Комплекс, занимающий территорию в переходной зоне между общественной площадью и вади, станет яркой местной достопримечательностью.

Башня имеет форму правильного четырехугольника, являя собой идеальный пример классической архитектуры высотного здания. На фоне других небоскребов этого района она выделяется зигзагообразным видом верхней части фасада. Такая структура позволяет создавать очень гибкое внутреннее пространство, которое легко трансформировать под нужды любого заказчика. Строение в верхней части напоминает гармошку, что достигается за счет сдвига плит перекрытий относительно друг друга. Смещенные плиты придают фасаду неровность, визуально деля многофункциональное сооружение на части.



Вертикальный разрез башни

Ночной вид башни





Henning Larsen Architects – это международная компания со скандинавскими корнями, создающая яркие, оригинальные экоустойчивые проекты. Мастерская была основана в 1959 году в Копенгагене Хеннингом Ларсеном (Henning Larsen). Большое внимание в бюро уделяется разработке экологически «правильных» объектов, для чего применяются комплексные энергоэффективные решения. Проекты, разработанные бюро, отличаются также высокой степенью социальной ответственности. Это касается не только использования чистых материалов и производств, но также и создания больших пространств для общественных мероприятий, которые способствуют развитию взаимодействия между людьми. Свои идеи архитекторы черпают из общения с клиентами, жителями и партнерами, что помогает им создавать долговечные здания, соответствующие критериям экономного и разумного потребления. Этот подход является главным элементом дизайна многочисленных строительных проектов бюро по всему миру – начиная с создания сложного генерального плана и заканчивая зданиями, занимающими свое оригинальное место в силуэтах городов. Бюро имеет филиалы в Осло, Мюнхене, Стамбуле, Эр-Рияде.



Villas in the Sky



Входная зона



Интерьеры зоны отдыха

на верхних этажах, придающие ему пилообразную форму, которая была задумана, чтобы затенить остекление и тем самым уменьшить поступление солнца и радиации внутрь помещений. Это позволяет снизить затраты энергии на кондиционирование.

При разработке проекта характеристикам энергоэффективности здания уделялось большое внимание, что позволяет разработчикам надеяться на получение для башни сертификата LEED.

При работе над этим объектом активно использовались BIM-технологии, которые обладают рядом таких преимуществ, как высокая скорость моделирования сложной геометрии здания; легкость координации действий членов проектной группы; быстрое выявление и устранение недостатков конструкций; возможность создания их 3D-проекции для более эффективного представления клиенту. К другим преимуществам системы BIM относятся более высокое качество рабочих чертежей, совместимость проектных платформ и гибкость дизайна. В результате команда специалистов была удостоена премии Bentley Systems Award за новаторство в традиционном проектировании.

Применение систем Bentley Architecture и Generative Components позволило компании рассмотреть несколько архитектурных решений для



Хеннинг Ларсен, которого специалисты называют «мастером света», родился в 1925 году в Видебэке, в датской провинции Ютландия, скончался 22 июня 2013 в Копенгагене. Он закончил школу Архитектурной ассоциации в Лондоне в 1951 году, затем датскую Академию

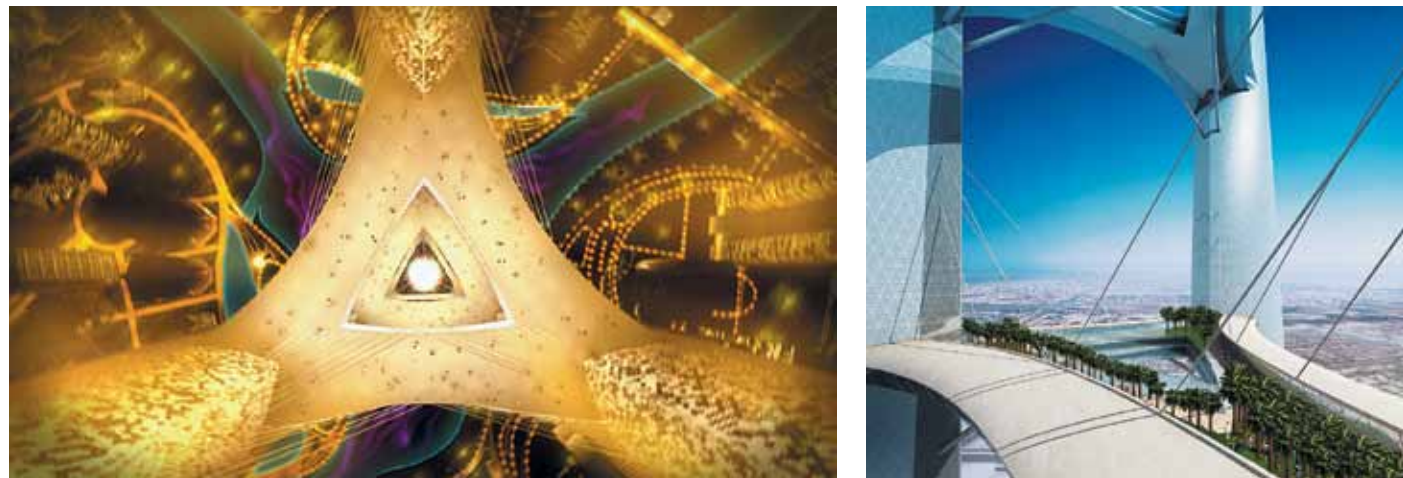
художеств, работал в мастерской архитектора Арне Якобсена (Arne Jacobsen). В конце 1952-го Ларсен отправился в США для учебы в Массачусетском институте технологии в Бостоне. После его окончания работал в бюро Grassold & Johnson в Милуоки. В 1956-м вместе с Гердтом Борнебушем (Gehrdt Bornebusch), Максом Брюлем (Max Brühl) и Йёргеном Сельхау (Jørgen Selchau) основал архитектурную мастерскую Henning Larsens Tegnestue в Копенгагене. Отличительной чертой проектов Ларсена является особое внимание к естественному освещению. Самые известные его работы – здание министерства иностранных дел в Эр-Рияде, публичная библиотека в Мальмё, оперный театр Копенгагена и национальный театр Дании. Хеннинг Ларсен является лауреатом многих национальных и шведских наград в области архитектуры. Кроме того, в 2012 году он получил Императорскую премию (Praemium Imperiale), учрежденную Ассоциацией искусств Японии и присуждаемую деятелям искусств «за их достижения и международное влияние».

строительства оригинального объекта стоимостью 68 млн долларов США. Это обеспечило стабильность и высокое качество на протяжении всего процесса выполнения работ – начиная с эскиза до детальной проработки чертежей. Кроме того, использование системы Bentley помогло большой проектной группе, которая была собрана в срочном порядке, достичь целей быстро и эффективно. ■

ОРИГИНАЛЬНОЕ ТРИО

Строительство первой очереди района Jumeirah Gardens в Дубае планировалось завершить в текущем году, однако экономический кризис внес свои коррективы: в 2009 году его реализация была приостановлена.

Материалы предоставлены Adrian Smith + Gordon Gill Architecture



Одним из главных небоскребов этого уникального района должен был стать 1 Dubai, который мог пополнить верхние строчки списка самых высоких зданий в мире.

Собственно, 1 Dubai – это три разных по высоте башни (каждая около 600 метров), расположенных в шахматном порядке на едином основании. Его треугольная форма создает грандиозный арочный свод над водным каналом, вокруг которого раскинется оазис. Оттуда зрители будут иметь возможность смотреть вверх, через большой атриум, образованный в пространстве между тремя башнями. В ночное время, проходящий через атриум гигантский луч света создаст виртуальную четвертую башню, становясь ярким ориентиром для центра города.

Водное пространство под аркой при необходимости можно превращать в одно из самых уникальных в мире мест для проведения различных мероприятий с плавучей сценой, окруженной баржами, служащими зрительным залом. Дополнительные эффект создадут ультрасовременные музыкальные световые шоу с гигантскими голограммами, проецируемыми в пространство и на саму мозаичную обшивку здания из стекла и алюминия. Башни соединяют несколько трехъярусных подвесных крытых мостов («поднебесные улицы») конусной



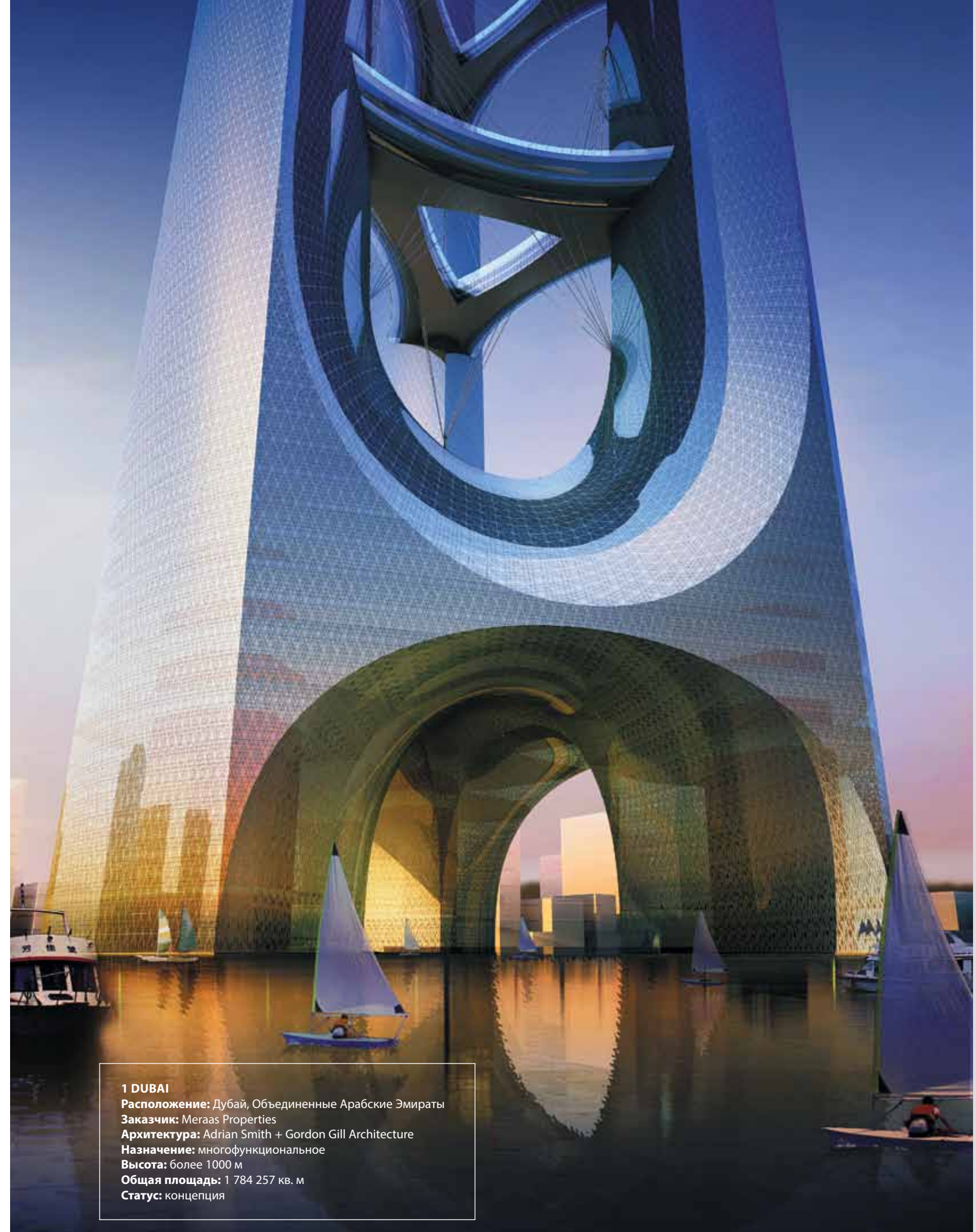
формы. Помимо придания устойчивости сооружению, они выполняют функцию переходов, откуда можно наслаждаться захватывающими видами на город и залив.

В комплексе 1 Dubai планировалось разместить две гостиницы мирового класса (пять и шесть звезд), офисы и торговые площади, а также несколько самых высотных в мире кондоминиумов, на последних уровнях которых во всех трех башнях предполагалось наличие эксклюзивных двухъярусных пентхаусов.

Чтобы жильцы угловых апартаментов могли без помех любоваться открывающейся панорамой, несущие колонны были отсюда убраны. В самой высокой башне также намечалось открыть один из самых эксклюзивных в мире клубов с обустроенными смотровыми площадками. Кроме того, два этажа отводилось под торговый центр высотой 8,4 метра (18 футов); в зданиях планировалось также разместить танцевальные и конференц-залы, SPA-центр, а также полноценные баскетбольные и волейбольные площадки и бассейн олимпийских стандартов.

При разработке проекта 1 Dubai архитекторы серьезное внимание уделяли передовым технологиям, позволяющим бережно использовать природные ресурсы и экономить энергию, здания планировалось оснастить фотогальваническими устройствами для преобразования солнечного света. ■

Схема фасада



1 DUBAI

Расположение: Дубай, Объединенные Арабские Эмираты

Заказчик: Meraas Properties

Архитектура: Adrian Smith + Gordon Gill Architecture

Назначение: многофункциональное

Высота: более 1000 м

Общая площадь: 1 784 257 кв. м

Статус: концепция

КОРЕЙСКИЙ АККОРДЕОН

Материалы предоставлены бюро Adrian Smith + Gordon Gill Architecture

Столица Южной Кореи, Сеул – современный, красивый город с развитой инфраструктурой, который хорошо известен не только удивительной архитектурой прошедших веков. Последние годы его облик дополняется новыми постройками: возводится множество зданий и мостов, культурных и спортивных объектов, разбиваются парки и сады. Недавно здесь завершилось строительство офисного здания, в котором расположится штаб-квартира Корейской промышленной федерации (Federation of Korean Industries) – FKI Head Office Building, высотой 240 метров.



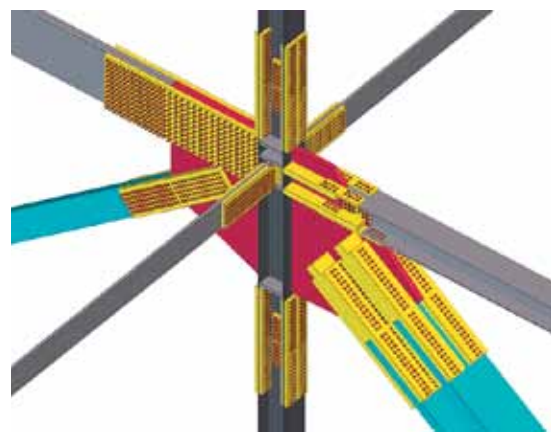
Проект небоскреба для Federation of Korean Industries (FKI), объединяющей 500 национальных компаний, включая такие крупные как Samsung, LG и Hyundai Motors, разработали архитекторы из Adrian Smith + Gordon Gill Architecture (AS + GG), получив право на его дизайн в 2009 году, победив в международном тендере. Башня войдет в список самых высоких зданий Кореи и займет свое символическое место на горизонте Сеула. В ней сочетаются четкость силуэта, высокие эксплуатационные качества и внешний облик, который полностью вписывается в окружение. Общая площадь небоскреба, вместе с подземной парковкой и подсобными помещениями, составляет 170 000 квадратных метров; 110 000 из них приходится на наземную часть. В отдельно стоящей трехмерной стеклянной постройке свободной формы, расположенной у основания строения, находится конференц-зал площадью 6000 квадратных метров, из которого по пешеходному мосту можно попасть в саму башню.

В проекте, который создан в соответствии с принципами экологического строительства, будет использоваться инновационная внешняя стена, разработанная специально для FKI Head Office Building. Эта конструкция должна уменьшить необходимость в кондиционировании и отоплении помещений и аккумулировать и производить энергию за счет интеграции фотоэлектрических

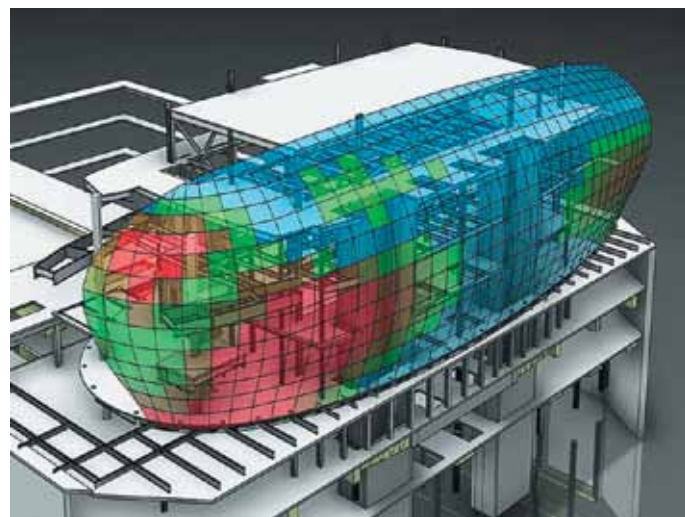
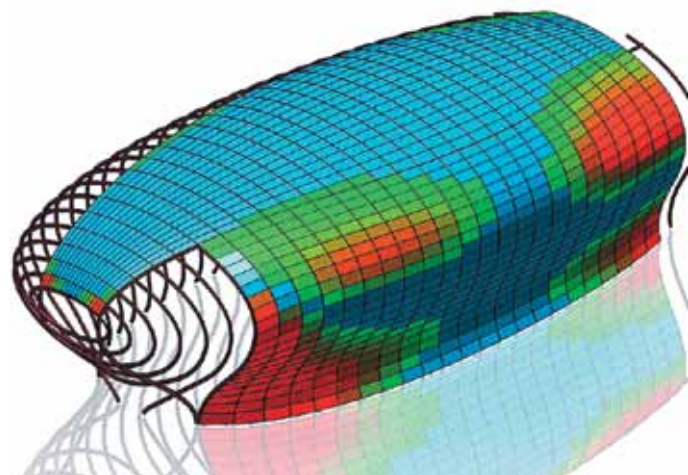
панелей в спандрели на юго- и северо-западной сторонах фасада, куда в течение дня попадает значительное количество прямого солнечного света. Спандрели размещены под углом 30 градусов вверх по направлению к солнцу, что позволяет улавливать максимальное количество света встроенными в них фотопанелями.

Чуть ниже, под углом 15 градусов к земле, располагаются окна; они сводят к минимуму количество попадающих внутрь прямых солнечных лучей и бликов. Это чередование спандрелей и окон придает фасаду живой, гофрированный вид. Несущая стена башни такой формы – это не просто интересный дизайнерский ход. Размещение интегрированной фотоэлектрической системы здания (ИФСЗ) на наиболее освещенных юго- и северо-западной сторонах комплекса, позволяет значительно увеличить объем собираемой на поверхности фасада энергии, которой хватит для функционирования электрических систем в центральной части башни и офисных помещениях. При этом снижается приток тепла в нижней, полностью остекленной части постройки. Сплошное остекление также имеют и несколько этажей в верхней секции здания, что позволяет разрушить однообразие внешних стен и обеспечивает более глубокое проникновение света в помещения. Общая стоимость строительства подобной конструкции была не намного выше, чем монтаж обычного фасада, но благодаря его эффективности, эти затраты быстро окупятся для владельцев здания.

Напоминающий по форме аккордеон «Фасад Смита» – это простая конструкция, которую можно легко использовать и в других проектах. «Это довольно распространенное решение для крыш, но редкость для стен башен, – говорит архитектор и основатель AS + GG Эдриан Смит (Adrian Smith), добавив, что не стоит приписывать авторство идеи ему. – Мы все стараемся улучшить эксплуатационные характеристики зданий. И у нас нет никаких патентов. Мы надеемся на то, что FKI Head Office Building станет новым, долговечным и знаковым элементом на карте Сеула. Его дизайн демонстрирует силу точного, эффективного стро-

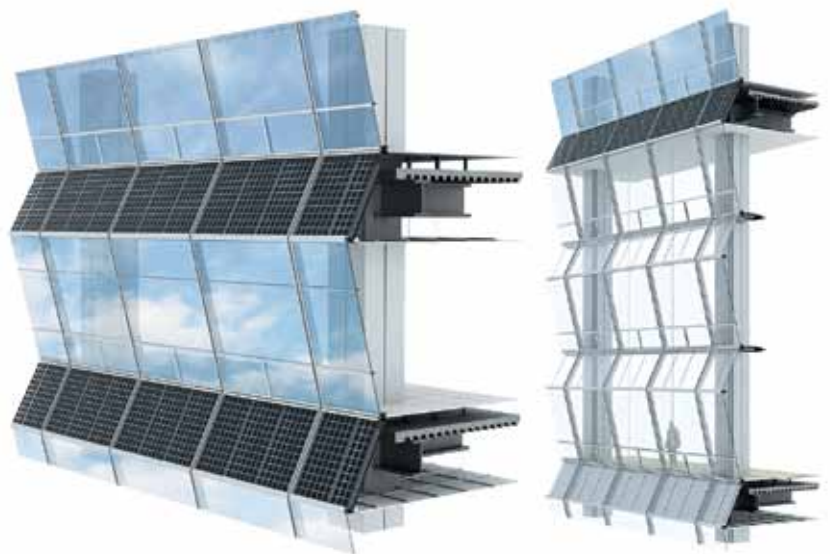


Конструирование подиумной части с применением BIM-технологий



FEDERATION OF KOREAN INDUSTRIES HEAD OFFICE BUILDING (FKI HEAD OFFICE BUILDING)
Расположение: Сеул, Южная Корея
Заказчик: Federation of Korean Industries
Архитектура: Adrian Smith + Gordon Gill Architecture
Назначение: офисное
Высота: 244 м
Количество наземных этажей: 50
Количество подземных этажей: 6
Конструкции: Thornton Tomasetti, DongYang Structural Engineers
Инженерные системы: Environmental Systems Design, Inc.
Площадь: 176 000 м²
Статус: построено

FKI Head Office Building



Структура фасадной конструкции

ИФСЗ. Стоимость определенного объема солнечной энергии, которую необходимо использовать, чтобы здание соответствовало экологическим стандартам, в семь раз выше, чем цена обычной электроэнергии. Специалисты AS + GG выяснили, что встраивая фото-панели в спандрели на двух самых солнечных сторонах здания, они смогут собрать необходимый объем энергии. «Это первый случай применения ИФСЗ в башне с такой степенью эффективности», – заявил Эдриан Смит. В результате, оно становится не только экологически прогрессивным, но и визуально выделяется на фоне других конструкций и подчеркивает архитектурную оригинальность башни по сравнению с окружающим городским контекстом.

С точки зрения экологически чистого строительства здание напоминает качественно настроенный музыкальный инструмент. Выбор каждого элемента его дизайна был обоснован повышением энергоэффективности и эксплуатационных характеристик башни, лучшего соответствия ее функциональному назначению. Использование такой передовой технологии, как HDL-система автоматизации объекта, обеспечивает эффективное управление его освещением и способствует энергосбережению. В проекте задействовано множество продуктов HDL KNX, таких как блоки питания с монтажом на рейке DIN, 12-канальные релейные блоки, датчики движения и LUX-сенсоры.

Чтобы разрушить монотонность внутреннего и внешнего убранства, архитекторы создали трехэтажные атриумы за фасадом здания, расположив часть из них по углам, а некоторые – по центру. В спандрелях атриумов используется энергосберегающее стекло, что позволяет им отчетливо читаться на стене как днем, так и ночью, а правильная организация внутреннего пространства обеспечивает попадание дневного света даже на уровень пола.

Оригинальным дополнением к прямоугольной башне стал полукруглый подиум, в котором располагаются ресторан для персонала и конференц-зал. «Это придаст многоплановость очень простому прямолинейному объему, – заявил Э. Смит. – И станет визитной карточкой здания». В подиуме, который будет находиться в основном в тени, фотоэлектрических устройств не предусмотрено. Его часть выходит на центральную улицу – Yeoi-Daero Avenue, что позволяет усилить общественную значимость постройки.

Работая над проектом, бюро AS + GG сотрудничало с инженерными фирмами Thornton Tomasetti и Environmental Systems Design, а также местной компанией Changjo Architects.

Конструктивная система башни, разработанная Thornton Tomasetti, состоит из железобетонного каркаса со стальными аутригерами и пояса ферм по периметру. На ее наружных стенах располагаются ребра, которые являются частью архитектурного замысла и позволяют максимально использовать встроенные в здание фотоэлектрические панели. Уникальная структура фасада снизит риски возник-

ительства, которое учитывает стиль окружающего пространства».

«В состав FKI входят более 500 корейских компаний, и это здание будет отражать их общее стремление сделать его главным символом экологически чистого строительства, – добавляет его партнер Гордон Гилл (Gordon Gill). – Мы создали инновационную многогранную систему внешних стен, которая, как мы надеемся, станет новой моделью высокоэффективной постройки».

Экологическая устойчивость проекта была одной из целей, которые старались достигнуть как заказчик, так и архитекторы. Для этого им пришлось обосновать дополнительные расходы на монтаж



Интерьеры холла



Лифт-холл

новения завихрений, не позволяя сильным ветровым потокам образовываться вдоль стен башни призматической формы.

Для разработки внешней конструктивной системы подиума в Thornton Tomasetti проводились подробные исследования геометрии его структурных ребер и возможности использовать панели для остекления, что позволило применить систему холодного гнутого профилей в стеклопакетах. Это привело к значительной экономии средств.

При разработке методов строительства несущей стены и фасада Thornton Tomasetti и архитекторы бюро AS + GG использовали цифровые технологии моделирования, что дало возможность проработать проект системы остекления в мельчайших деталях. Создатели здания применили параметрическое моделирование и для оптимизации геометрии панелей для криволинейных внешних стен подиума. Все проектные документы были разработаны при помощи программного обеспечения информационного моделирования зданий Revit и Tekla.

Не забыт и уровень комфорта сотрудников офисов. В башне имеется большое пространство для сада с хорошим естественным освещением, что должно улучшить условия работы персонала и способствовать высокому качеству жизни ее жителей, поддерживать комфортность пребывания в ней на уровне мирового класса.

А в свободные минуты отдыха персонал компаний сможет полюбоваться прекрасными видами на расположенные по соседству Yeouido Park, реку Хан и сам город. ■

МНОГОГОЛИКИЙ ARDMORE RESIDENCE



Материалы предоставлены UNStudio

Остров, река, город и государство Сингапур, где слились три культуры, – одно из самых необычных мест на Земле. Здесь устремляются в небо стрелы небоскребов и сказочных суперсовременных зданий, возведенных по проектам зодчих из разных стран мира, а по соседству располагаются дома в эклектичном стиле колониального периода или построенные в национальной манере. Недавно горизонт этого удивительного города-государства пополнился еще одним оригинальным строением – жилым зданием Ardmere Residence, возведенным по проекту известного голландского архитектурного бюро UNStudio, возглавляемого Беном ван Беркелем (Ben van Berkel).

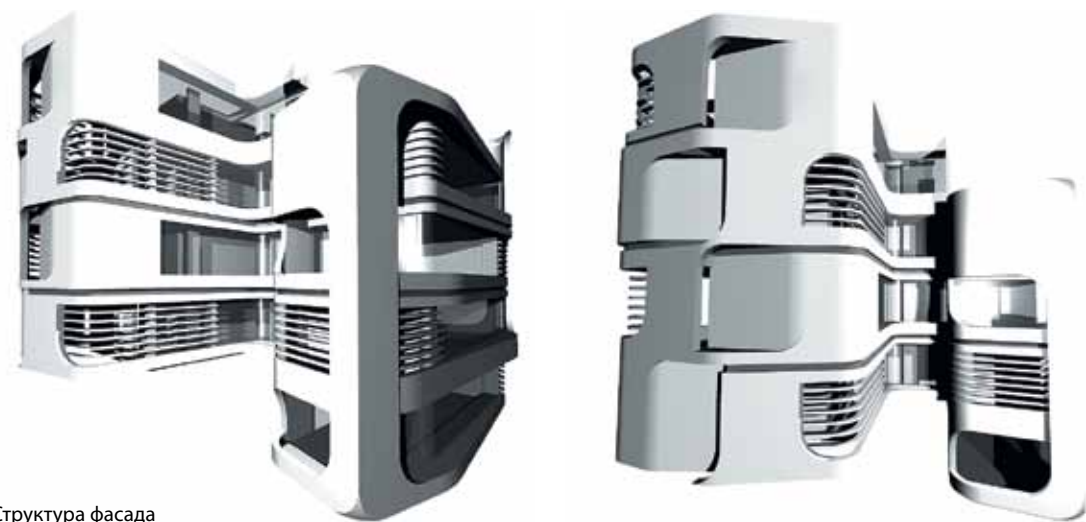
ВБЛИЗИ ОТ ORCHARD ROAD

Комплекс Ardmere Residence удачно расположился в непосредственной близости от Orchard Road – главной торговой улицы Сингапура, где находятся самые дорогие магазины. Жилая башня, благодаря своей архитектуре, разительно отличается от соседних построек квартала. 36-этажное здание с эркерами и двухсветными балконами опирается на 4 дополнительные мегаколонны, под которыми сквозь открытое пространство просматривается улица. При взгляде издали возникает ощущение доминирования силуэта башни в окружающей застройке, однако при близком рассмотрении внимание жителей и гостей комплекса Ardmere Residence концентрируется на мельчайших подробностях и деталях ее дизайна, начиная с изогну-



Ardmore Residence, 2013 © Iwan Baan

ARDMORE RESIDENCE
Расположение:
 7 Ardmore Park,
 Сингапур
Заказчик: Pontiac Land
 Group
Назначение: жилое
Архитектура:
 UNStudio
Местное архбюро:
 Architects 61, Сингапур
**Управление
 строительством:**
 Pontiac Land Group
Конструкции: Web
 Structures, Сингапур
**Инженерные
 системы:** J Roger
 Preston, Сингапур
Фасады: Ove Arup,
 Сингапур
Участок: 5595 кв. м
Высота: 135,7 м
Количество этажей:
 36
Площадь здания:
 15 666 кв. м жилья,
 4400 кв. м парковка
Статус: построено



Структура фасада

тых линий внутренних стен и колонн и заканчивая засеянной травой подъездной дорожкой.

В этом комплексе, общей площадью 17 178 квадратных метров, размещаются 58 роскошных 4-комнатных квартир площадью от 260 до 372 квадратных метров. Некоторые большие апартаменты будут занимать целый этаж. Кроме того, одна 4-комнатная квартира, дуплекс, пентхаус и супер-пентхаус получат в свое распоряжение частные плавательные бассейны. Площадь этих апартаментов варьируется между 390 и 1022 квадратными метрами.

Основной целью строительства Ardmore Residence было создание высококачественного жилого пространства с замечательными панорам-

ными видами на город и максимальным уровнем естественного освещения апартаментов, что прекрасно удалось воплотить в жизнь ее создателям. Из окон квартир можно любоваться не только Сингапуром, но и большими зелеными зонами его ближайших западных и восточных окрестностей.

Первый жилой уровень комплекса располагается на 8-м этаже здания. При этом открытый каркас приподнятой у основания части башни создает ощущение полной связанности и проницаемости для взгляда озелененной придомовой территории и бытовых помещений на нижних уровнях. Так как строительные нормы и правила в Сингапуре ограничивают как высоту, так и площадь небоскребов,

подобный дизайн Ardmore Residence позволяет оптимально задействовать имеющийся у башни потенциал, оптимизировать конструктивное решение и одновременно создать полностью интегрированный ландшафт и комфортные условия для проживания и отдыха обитателей комплекса.

ФАКТУРНЫЙ ФАСАД

Оригинальность внешнему виду Ardmore Residence придает рисунок фасада, который состоит из мелких элементов конструкции, сплетающихся части здания, такие как эркеры и балконы, в одну сплошную линию. Узор на внешней стене повторяется через каждые четыре этажа, что позволяет визуально размыть горизонтальные границы уровней, а стекла с закругленными углами создают сплошные участки, объединяя внутренние помещения с внешними балконами. Переплетающиеся линии и поверхности окутывают пространства, незаметно переходя в солнцезащитные экраны, за счет чего интерьеры апартаментов и дизайн стен образуют единое целое. Все это обеспечивает создание уникальной среды обитания, в которой за счет «обрамления» достигается ощущение уединенности и открытости, и одновременно защищенности от слепящих лучей заходящего солнца. Таким образом, архитекторы смогли создать для жильцов высокой уровень комфорта и дать возможность им получить оригинальный опыт жизни.

Издали может показаться, что контуры башни разительно отличаются, если смотреть на нее из разных точек города, в то время как вблизи из-за наличия полостей в бетонных панелях стен создается ощущение естественных трансформаций и преобразования, происходящих по мере движения вокруг здания. «Фактурность внешнего облика Ardmore Residence созвучна с организацией интерьеров отдельных квартир, в которых в наличии как большое количество дневного света внутри жилого помещения, так и открывающиеся панорамные виды на весь город, – говорит автор проекта Бен ван Беркель. – Кроме того, фасад способствует уникальному восприятию здания в застройке этого района, так как его многослойные силуэты выходят за грани четырехстороннего фасада и содержат различные контуры и проекции».

Конструкция фасада состоит из 30-метровых монолитных мегаколонн со стыковочными строительными балками между ними. Остальную его часть составляют железобетонные панели сборного типа, некоторые из которых являются несущими.

Острые кромки получаются за счет использования элементов, наполненных стеклоцементом, которые крепятся к панелям блочного типа. Сам фасад окрашен текстурированной силиконовой краской, чтобы сократить количество его разных оттенков и добиться эффекта гладкой поверхности.

ИННОВАЦИОННАЯ КОНСТРУКЦИЯ

Комплекс Ardmore Residence был построен с использованием железобетона и требовал большого количества изготовления и монтажа сборных конструк-



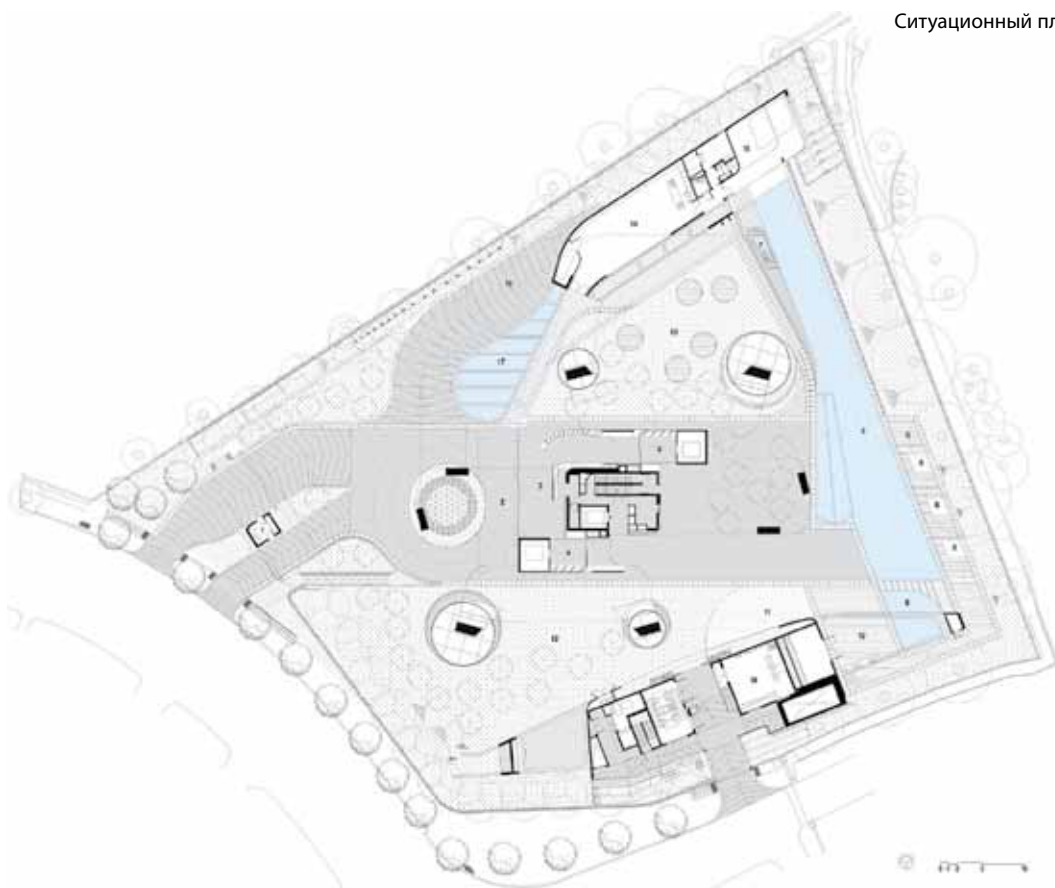
Комплекс Ardmore Residence

Ardmore Residence, 2013 © Iwan Baan

Детали структуры балконов



Ситуационный план



Поэтажный план



Ландшафтный дизайн прилегающей территории

ций. В основании здания располагаются четыре мегаколонны, что оставляет пространство под ним открытым, на уровне 7-го этажа находится переходная зона, а уровни с 8-го и выше занимают квартиры.

Чтобы воплотить в жизнь идеи архитекторов бюро UNStudio, команда Web Structures разработала инновационную систему соединений стен.

Консольные стены жесткости, размещенные в шахматном порядке по всей высоте башни, создают ощущение, будто она изгибается и переплетается определенным образом. Они одноэтажные и располагаются на консолях вдоль внутренних стен каркаса, одновременно поддерживая один этаж снизу и один этаж сверху. Эта система, которая должна создать эффект изгиба и переплетения элементов здания, была разработана специально для данного проекта.



Г-н Хуссейн Резаи (Hossein Rezaei), директор подразделения Web Structures, заявил: «Здание, возведенное по проекту UNStudio, стало одним из наиболее ярких объектов Сингапура. Это была идея, которая поставила перед нами ряд структурных и инженерных вопросов. Конструкция над уровнем, где в башне находится переходная зона, выполнена за счет интересной системы соединения. Это действительно была захватывающая работа, и в ней мы задействовали все инновационные технологии, которыми владеют в Web Structures, чтобы превратить замыслы известных архитекторов в реальный строительный объект».

Строительство комплекса от начала до завершения заняло три года.

ЖИВОЙ ЛАНДШАФТ

Основная идея создания Ardmore Residence – многогранный архитектурный ответ естественному пейзажу, присущему зеленому Сингапуру, который часто называют городом-садом (Garden City). Эта ориентированная на ландшафт концепция отражается в дизайне комплекса с помощью четырех крупных элементов: членения фасада, на котором за счет многочисленных деталей создаются органические текстура и узоры; наличия панорамных видов на город, получить которые стало возможным благодаря обширным застекленным частям комплекса, эркерам и двухсветным балконам; концепции внутреннего «живого ландшафта», используемой для дизайна двух типов квартир, и применение идей прозрачности и взаимосвязанности на нижних уровнях, где располагаются сады, за счет приподнятости части конструкции, опирающейся на открытый каркас.

Концепция «живого ландшафта» применялась и при создании планировок апартаментов и квартир. Их функциональное пространство полностью изменяется и расширяется в рамках данной идеи, тем самым предоставляя жильцам широкий спектр универсальных возможностей. Подобная идея связи внутренних и внешних зон достигается за счет использования больших окон и двухсветных вертикально ориентированных балконов во всех квартирах. Они словно добавляют к площади апартаментов разнообразные виды на Сингапур, а балконы еще и компенсируют горизонтальность интерьеров. Интеграция террас в повседневную жизнь закрытых помещений позволяет концепции «жилого ландшафта» создавать целостные пространства. Эркеры на фасаде обеспечивают затенение, снижая тем самым перегрев, что даст жильцам возможность выращивать на балконах и террасах различные растения.

Планировка этажей также позволяет увеличить количество поступающего дневного света во все 58 квартир, максимально включив в их интерьеры панорамные виды, чтобы создать ощущение простора. Подобные поэтажные планы основаны



Интерьер квартиры

на анализе вилл времен эпохи Возрождения и подпадают под понятие «курд онер» (почетный двор), который создает в пространстве визуальную взаимосвязь между отдельными частями одного и того же дома. При проектировании Ardmore Residence архитекторы видоизменив данную концепцию, использовали ее, для создания таких корреляций и в интерьерах квартир. Таким образом, эта идея помогла усилить ощущение уединенности в спальнях комнатах, но при этом придать всему зданию четырехмерную ориентацию в пространстве, позволив отдельным участкам башни функционировать автономно, предоставляя различные услуги и работая в разное время суток.



Душ на балконе

УСТОЙЧИВЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Здание Ardmore Residence возводилось в соответствии с действующими в Сингапуре нормами зеленого строительства Green Mark. Здесь предусмотрены высокий уровень естественной вентиляции и хорошие показатели инсоляции жилых и общественных зон. Не забыто и создание микроклимата в помещениях, для чего смонтирована энергосберегающая мультizonальная VRV-система кондиционирования воздуха. В здании установлены регуляторы водопотребления и водосберегающие фитинги, а также датчики движения в служебных помещениях комплекса. Расположенные на балконах кабины летнего душа снабжены системой сбора дождевой воды и подключены к общедомовой канализации. Полностью убираемые жалюзи позволяют регулировать поступление солнечного

света. Озелененные кровли подсобных помещений оснащены автоматической сенсорной ирригационной системой.

Во внутренней отделке также использовались натуральные материалы, такие как мрамор, римский травертин, американский дуб для настила полов. Потолки покрыты штукатуркой или окрашены, а для отделки стен также применялась штукатурка, римский травертин и мрамор. Для VIP-персон резиденции предусмотрен частный лифт, поднимающий их в фойе верхних этажей. К услугам гостей и жильцов хорошо оборудованный тренажерный зал, бассейн, детская площадка, SPA-комната, террасы для обеда на свежем воздухе и барбекю. Кроме того, работает 24-часовая служба безопасности и подземная парковка с достаточным количеством машино-мест. ■

WARSAW

Первое письменное упоминание о столице Польши относится к XIV веку, но известное современникам название сложилось только к XVI. Подобно другим крупным историческим центрам, Варшава раскинулась на берегах реки, которая делит ее на две части: левый занимают старые кварталы, правый – современные жилые массивы. Существует несколько версий возникновения имени города, одна из них гласит, что название появилось в результате соединения имени рыбака Wars и русалки, прозванной Sawa. Ее образ и стал символом Варшавы.





Центр Варшавы представляет собой микс из современной архитектуры, индустриальных «пропешин» и фешенебельных жилых районов. На его настоящем виде отразилось разрушение зданий во время Второй мировой войны (примерно 80%), а затем реконструкция, перестройка и расширение. Даже Старый город в действительности совсем не старый. Там до мелочей были восстановлены фасады, но интерьеры и дворы адаптированы к современным стандартам.



Уже десятки лет Варшава является крупнейшей строительной площадкой. Здесь возводятся посольства, административные и общественные здания, небоскребы. В послевоенные десятилетия, невзирая на нужду, нехватку материалов и излишнюю бюрократию, было построено много привлекательных и новаторских зданий. Часть из них была недавно отремонтирована, а другие только ожидают модернизации, которая подчеркнет их красоту.



Варшава – это произведение XX и XXI веков, но здесь достаточно примеров высококлассных построек предыдущих эпох. Архитектура города – разнородный коктейль стилей и талантов: современные здания соседствуют с восстановленными и оригинальными историческими памятниками. Однако наиболее впечатляющим является то, что город развивается и меняется, каждый раз открывая своим гостям что-нибудь новое.



«НЕВИДИМЫЙ» СИМВОЛ ЮЖНОЙ КОРЕИ

Материалы предоставлены GDS Architects

Корейская архитектурная студия GDS Architects получила разрешение на строительство 450-метровой Tower Infinity, которая должна стать национальным символом Южной Кореи. Она расположится вблизи международного аэропорта Инчхон, неподалеку от Сеула. Это будет первая в мире «невидимая» и третья по высоте смотровая башня.

Право на разработку проекта студия GDS Architects получила в результате победы на международном конкурсе, в котором приняли участие 146 организаций из 46 стран мира. В работе над этим объектом принимали участие также бюро Samoo Architects, A&U и инженер-конструктор Кинг-Ле Чанг (King-Le Chang).

ИДЕЯ

Созданная как символические «новые ворота», открывающие доступ динамичной мировой экономике в Северо-Восточную Азию, Tower Infinity должна олицетворять собой еще и «душу» современной Кореи. Согласно концепции, башня не концентрируется на самой себе, а подчеркивает ценность мирового сообщества. В основу дизайна ее силуэта лег самоанализ корейской нации, ее народа: каким он был, а самое главное, как он видит свое место в современном мире, а также то, как его воспринимает международное сообщество.

В наше время термин «башня-символ» частенько свидетельствует о стремлении страны выставить

напоказ уровень своего экономического процветания и технологических достижений. Вместо того чтобы конкурировать с уже существующими знаковыми мировыми достопримечательностями или создать очередную версию «самой высокой смотровой башни», авторы этого проекта сконцентрировались на том, чтобы подчеркнуть силу «отсутствия» и мощь «ничто», на которые ссылался Луис Кан (Louis Kahn). «В этом плане восприятие Tower Infinity парадоксальным образом усиливается ее невидимостью, и в этом вакууме мы находим надежду для человечества, которое разрывается между дерзостью и скромностью. Можно только верить, что результатом наших стараний станет эмоциональное или духовное путешествие, которое выходит за рамки типичного кратковременного впечатления, о котором скоро забудут, – говорит директор проекта от GDS, представитель Американского института архитекторов, Чарльз Ви (Charles Wee). – Благодаря высоким темпам индустриализации послевоенной Кореи и тому, что сегодня она является 12-й экономикой мира, страна продолжает бороться за возможность

объединить укоренившиеся традиции и стремление к современному развитию. Сосредоточив все внимание на том, что «исчезающая» башня станет «зеркалом» развития корейских технологий, поражая своей необычностью, следует также уделить больше внимания и истинной идее вклада народа Кореи в развитие человечества через призму понимания природы бесконечности и возможности неизвестного. В этом и заключается шанс показать миру самый важный аспект наших идеалов, как народа в целом, так и отдельных людей, которые постоянно ищут неизвестное и невидимое. Я искренне надеюсь, что этот проект будет символизировать «коллективную душу» корейского народа, а также выявит значимые вопросы его развития, став наследием для следующего поколения, так как каждый человек стремится наполнить жизнь смыслом и не быть ослепленным тем, что, как ему кажется, он видит.

Вместо того чтобы позиционировать объект как самую высокую и совершенную башню в мире, мы стремимся создать первую невидимую конструкцию и продемонстрировать инновационные корейские технологии. Мы рады, что годы проектирования, проверок и согласований привели нас к важному этапу – началу строительного процесса. Мы стремимся обеспечить Корею и весь мир абсолютно новой моделью смотровой башни. С самого первого дня работы нашим искренним желанием было переосмыслить идею того, какой она должна быть. Вместо того чтобы остановиться на типичной высокой платформе на столбе, напоминающей леденец на палочке, мы хотели создать





Вид на башню с реки

что-то волшебное, что могло бы объединить такую прогрессивную страну, как Корея, и подчеркнуть ее технологическое мастерство».

«Мы рады, что Tower Infinity будет признана третьей самой высокой смотровой площадкой в мире и станет первой «невидимой» башней за счет использования сложной светодиодной фасадной системы с оптическими HD-камерами», – добавляет Майкл Коллинз (Michael Collins), директор GDS.

Подиумом для башни будет служить островок на середине реки

ЛИФТ С ВИДОМ НА МИР

Главная идея создания Tower Infinity, которая отражена в принципе «в отсутствии материи заключается надежда», позволила переосмыслить то, как следует планировать, проектировать и подчеркивать самобытность настоящего культурного центра, который стимулирует получение сложного образовательного опыта корейской молодежью и зарубежными туристами. Дизайн проекта позволяет выйти за рамки понимания, что такое город

Чеонг-на в частности и Корея вообще; в нем предлагается рассказать о самобытности и культуре всех национальностей планеты, как если бы они сидели за одним столом и делились друг с другом историями из жизни. Идея рассказать о других, чтобы лучше понять себя, была движущей силой восприятия комплекса; она заложена в таких проектах как «Виды мира» и «Детский фонд ООН».

Общая вера авторов проекта в обязанность общества обучать и наставлять молодежь, а также твердая решимость отказаться от идеи использования типичных клише тематического парка позволили создать более вдохновляющие и полезные для посетителей места. Это можно увидеть и в «Видах мира», где по мере подъема лифта вместо стен будут возникать картины окрестностей разных стран планеты, как если бы вы поднимались на известную высотную достопримечательность. За короткое время этой поездки в лифте, даже ребенок сможет познакомиться с захватывающими видами пустыни Гиза, которые открываются с Великих пирамид; или на Елисейские поля – словно вы сейчас находитесь на Эйфелевой башне; полюбоваться Шанхаем из «Восточной жемчужины». Практически, вы получаете возможность посмотреть на достопримечательности, находящиеся в разных точках планеты с одного места. Эти спроецированные впечатления никоим образом не должны заменить реальных ощущений, но они призваны вдохновить людей на путешествия по этим местам, развить больший интерес к другим культурам.

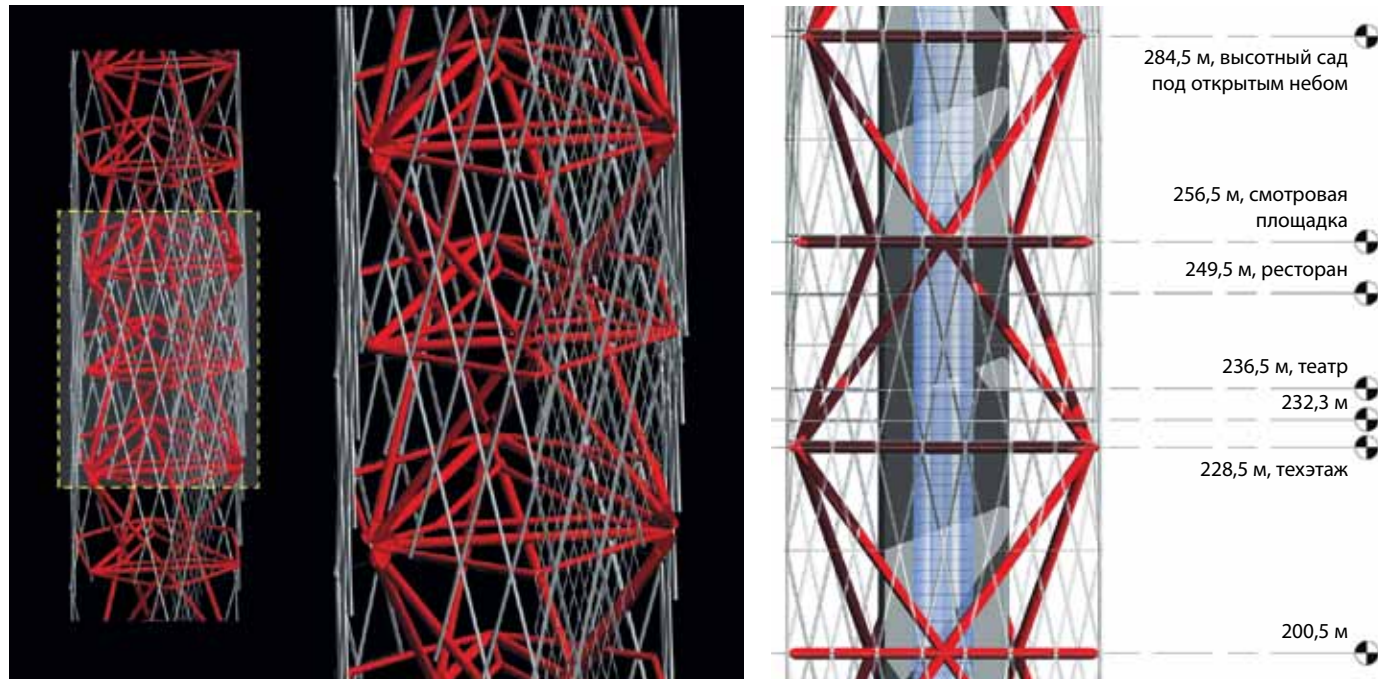
В «Детском фонде ООН» разработчики стремились создать официальную площадку, где дети, которые могли бы каждые полгода посещать конференции и обсуждать со своими сверстниками проблемы, с которыми те сталкиваются на родине, и, тем самым, начать свободный от политики диалог, чтобы побудить другие расы и народы понять проблемы, с которыми сейчас сталкива-



Ночная подсветка Tower Infinity



Расположение комплекса на местности



Конструктивная схема башни

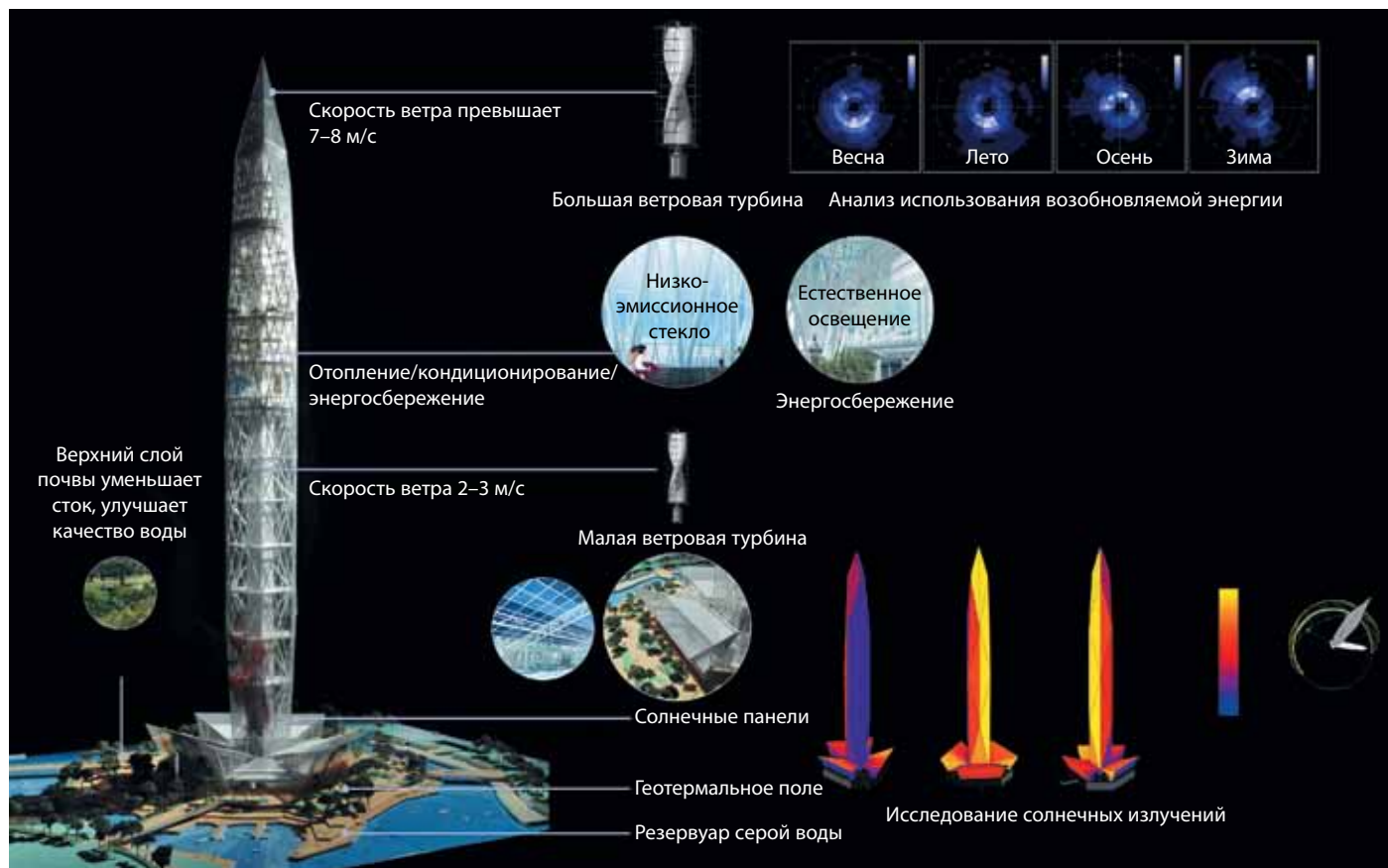
ется молодежь по всему миру. Это стимулирует глобальное пробуждение многих людей.

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

Уникальной является даже форма здания. Оно напоминает кристалл, установленный на специальном подиуме, которым станет островок в реке. Основой здания послужит центральное несущее ядро, окруженное 28-метровыми стальными треугольными модулями. Вместо

того чтобы пытаться скрыть сооружение за сложным фасадом, проектная группа сосредоточилась на создании простой, но при этом элегантной конструктивной системы, которая не скрывает подобную компоновку архитектурных масс башни, а делает ее абсолютно прозрачной. Применение технологий параметрического моделирования BIM обеспечило оптимальную устойчивость здания на местности и точную стыковку ключевых узлов кон-

Экологическая составляющая проекта

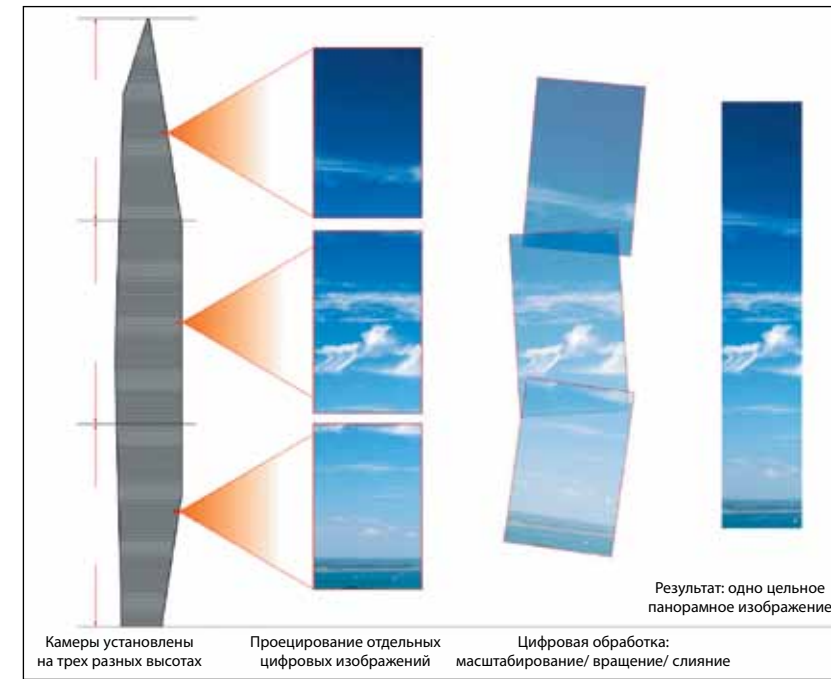


струкции, а также создание общей архитектурной компоновки башни. Кроме того, позволило правильно рассчитать структурную схему и проведение строительных работ. В результате получилась конструктивная система, состоящая из 28-метровых треугольных модулей, расположенных вертикально и горизонтально, которые соединяются наподобие двойной спирали. Эти стальные диагональные мегасвязи служат основной структурой башни. К ним крепится система первичных решетчатых перекрытий, которые распределяют это 28-метровое вертикальное пространство между горизонтальными элементами конструкции. Они, в свою очередь, делятся на равные по размеру ромбовидные формы и создают дополнительный слой диагонально-сетчатых средников, из которых и будет состоять фасадная система. В результате башня состоит из последовательно соединенных уменьшающихся ромбов: от очень больших до очень маленьких.

Для того чтобы снизить аэродинамическую нагрузку на конструкцию, дизайнеры сотрудничали с инженером-строителем Кинг-Ли Чангом и компанией RWDI. В результате проведенных расчетов и испытаний были разработаны специальные открытые секции и предусмотрен демпфер резонансных колебаний, который планируется установить на высоте более 411 метров.

«НЕВИДИМЫЙ» ФАСАД

Еще одной особенностью поистине головокружительного строения станет... полупрозрачность, практически граничащая с невидимостью. Зрительный эффект будет необыкновенным! Зодчие обещают, что при взгляде на сооружение будет складываться впечатление, что строение растворяется в воздухе. «Невидимый» фасад



Камеры установлены на трех разных высотах

Проецирование отдельных цифровых изображений

Цифровая обработка: масштабирование/ вращение/ слияние

Результат: одно цельное панорамное изображение

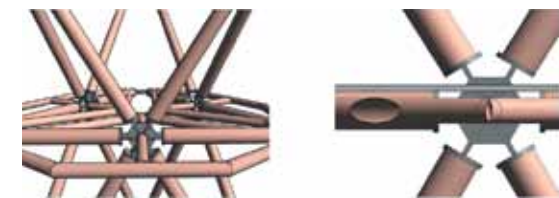


Схема восприятия здания с разных высот

Стыковочные узлы конструктивной системы

башни планируется оборудовать тщательно продуманной системой LED-подсветки и 18 водонепроницаемыми оптическими камерами, которые и будут создавать впечатление невидимости башни под определенным углом зрения. Эта же технология позволяет ей стать 450-метровым рекламным щитом и фокусной точкой города для всех прибывающих в Инчхон. При этом конструкция не представляет абсолютно никакой опасности для самолетов благодаря применению красных проблесковых маячков и тому, что они будут подлетать к близлежащему аэропорту Инчхон через стандартные воздушные коридоры. Известно, что «типичные» стеклянные здания представляют собой серьезную угрозу и для птиц: конструктивная система, четко читающаяся на фасаде этого сооружения, на самом деле станет еще одним фактором предупреждения птиц, что будет сделано также и за счет использования установки низкочастотной инфразвуковой системы, которая будет отпугивать приближающихся птиц. Ту же технологию применяют сейчас во многих аэропортах на взлетно-посадочных полосах.

Кроме того, на башне будут установлены солнечные батареи, ветряные двигатели и приспособления для добычи геотермальной энергии. Небоскреб будет оборудован всеми необходимыми для жизни и развлечений достопримечательностями – театрами, садами, ресторанами, кафе и барами. ■

ДВА ЭЛЕМЕНТА TELUS SKY



Калгари – удивительный город: рядом с современными небоскребами здесь располагаются уникальные исторические памятники, музеи и галереи. Развитие нефтяной и газовой промышленности превратило его в корпоративную столицу Канады, а это повлекло за собой строительство штаб-квартир ведущих фирм отрасли. История возведения высоток здесь началась с создания зерновой биржи (1910), гостиницы Fairmont Palliser (1914) и Центра Эльвдена. До начала 1970-х годов их было не так много, но после 70-х и по 1990-е Калгари пережил бум строительства небоскребов.

Материалы предоставлены Bjarke Ingels Group

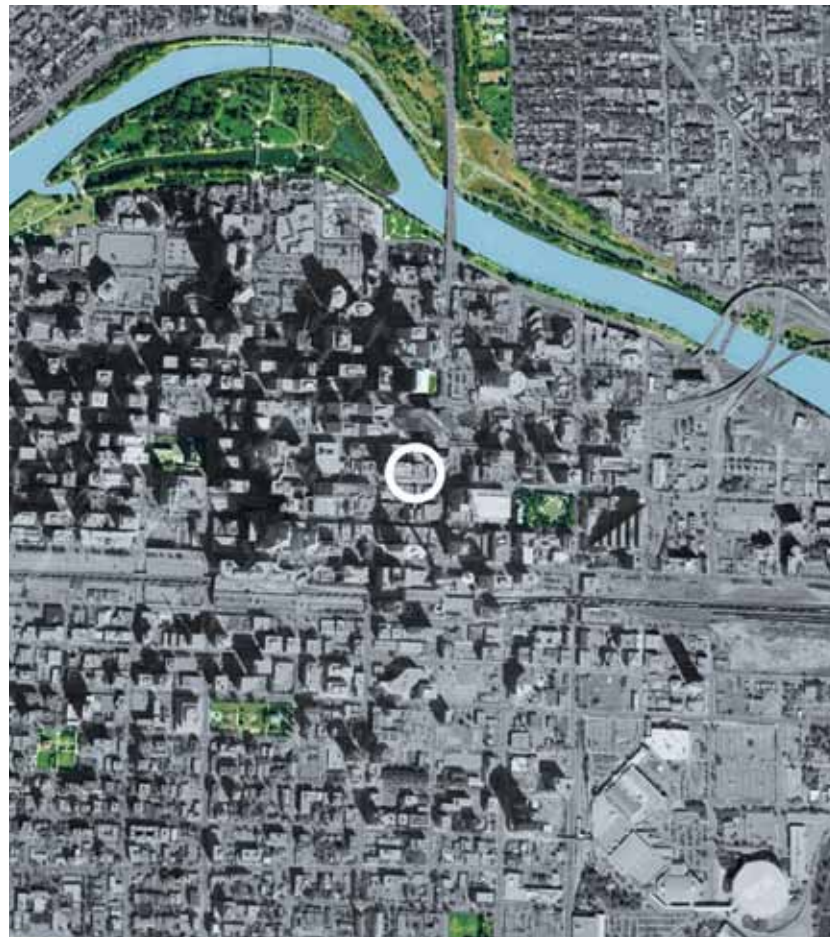
Самым высоким зданием в городе на сегодня является 236-метровая башня The Bow, недавно возведенная по проекту бюро Foster + Partners. В ближайшие годы компанию ей составят еще несколько объектов, среди которых представлен датской архитектурной фирмой Bjarke Ingels Group (BIG) проект небоскреба Telus Sky. Он был разработан для телекоммуникационной компании Telus, и над его созданием вместе с архитекторами BIG трудились специалисты из местного архбюро Dialog, а воплощением в жизнь займется застройщик Westbank и ипотечный инвестиционный траст Allied Properties.

Telus Sky планируется возвести в центре Калгари, на Седьмой авеню. Чтобы освободить место для застройки, придется снести расположенный здесь Центр искусств Art Central. Компания Telus заявляет, что новое здание превратит силуэт города в «архитектурное чудо, создав динамичный союз жилого и рабочего пространства». Дирекция фирмы также планирует превратить весь район Седьмой авеню в «один из наиболее технологически инновационных и экологически чистых мест» в Северной Америке.

227-метровое 58-этажное Telus Sky будет вторым по высоте зданием города, уступив лишь 20 метров расположенному неподалеку небоскребу The Bow. В яркой многофункциональной высотке, площадь которой составляет 69 680 кв. м, распо-

TELUS

Telus – ведущая национальная телекоммуникационная компания в Канаде, годовой доход которой составляет 11 миллиардов долларов. Компания предлагает широкий спектр коммуникационных продуктов и услуг, в том числе беспроводную связь, интернет-протокол (IP), голосовую связь, телевидение, развлекательные передачи и видео.



Ситуационный план

ложатся офисы, магазины розничной торговли и жилые помещения. Офисные пространства займут 39 950 кв. м, 13 936 кв. м из них предназначено для компании Telus.

Комплекс, строительство которого планируется завершить осенью 2017 года, обеспечит работой около 250 жителей Калгари, а также предоставит площадки для местных торговых компаний и небольших фирм. Отведенные под магазины помещения площадью 1394 кв. м займут в основном второй этаж. Они будут соединены с соседними строениями системой «Plus 15». (В центре Калгари большинство зданий объединяют пешеходные переходы, образующие целую систему так называемых «небесных дорожек». Она создавалась для удобства горожан – чтобы природные катаклизмы не мешали свободному перемещению людей по городу. Эта система переходов получила название «+15», или «Plus 15», поскольку расположена на высоте 15 футов (4,6 м) над проезжей частью. – Прим. ред.) В башне также разместится уникальная публичная галерея площадью 511 кв. м, где планируется выставлять работы местных художников. Для создания офисных пространств отводятся 26 нижних этажей, а на 32 верхних расположится 341 жилая квартира. Разработчики надеются, что после строительства Telus Sky получит Платиновый сертификат LEED.

В середине прошлого века в проектировании городов господствовала тенденция разделения

DIALOG
Компания Dialog занимается полным спектром работ: архитектурой, строительством, городским дизайном, планировкой и дизайном интерьера. В разработке Telus Sky принимают участие архитекторы Брюс Хейден (Bruce Haden), Роберт Джим (Robert Jim) и Даг Синнамон (Doug Cinnamon), которые известны своими проектами восстановления заброшенных городских кварталов и приверженностью к проектированию экологических объектов.

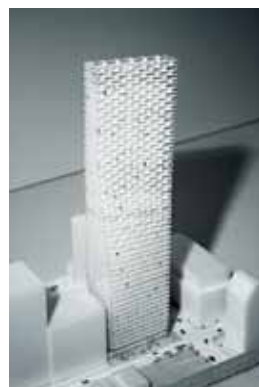
пространства на функциональные зоны. Калгари, как и большинство североамериканских агломератов, долгое время развивался именно в соответствии с этими канонами: в центре возводились небоскребы различных корпораций, а в некотором отдалении размещались пригородные кварталы с низкой плотностью населения. При такой структуре автомобиль – неотъемлемая часть повседневной жизни. Функциональная однородность зданий в центре приводит к тому, что по вечерам, когда люди возвращаются домой, он пустеет. Сегодня наметилась обратная тенденция, которая предлагает объединить в одном месте различные функции.

В проекте BIG выражена идея создания многофункционального пространства (рабочего, жилого, торгового), способствующая трансфор-



Telus Sky лишь немного уступит по высоте The Bow

Вид на башни из Старого города



Нижние этажи отведут под торговые зоны



Сад на крыше башни

WESTBANK

Фирма была основана в 1992 году; стоимость ее завершенных и реализуемых объектов составляет более 5 миллиардов долларов. Компания Westbank активно работает на всей территории Канады и предлагает разнообразные виды продукции: роскошные кондоминиумы, квартиры и офисы внаем, магазины, отели, нежилую и промышленную недвижимость. Основное внимание Westbank уделяет большим комплексам со смешанным видом эксплуатации. Хорошо известно, что Westbank является ведущим застройщиком элитного жилья в Канаде, а также владельцем и разработчиком лучших отелей. К некоторым из самых известных относятся Shangri-La в Ванкувере, Shangri-La в Торонто, Fairmont Pacific Rim и проект реконструкции Woodward.



Балконы на фасаде жилой зоны



мации среды обитания человека. Это отражает и желание инвесторов из Telus – сделать городской центр более доступным для пешеходов. Располагая жилье в офисной башне, архитекторы BIG стремятся создать концептуально другой город, в котором жизнь не стихает в течение суток, не зависит от наличия автомобиля, а люди имеют возможность постоянного взаимодействия.

Устремляющаяся в небо Telus Sky создает живой союз рабочего и жилого пространства на пересечении монорельсовых и дорожных магистралей в самом сердце города, превращая центр Калгари в место, где царит множественность функций и где пешеходы чувствуют себя не менее комфортно, чем автомобили. Комплекс спроектирован так, чтобы переход из рабочей зоны в жилую был максимально простым и ком-

Здание возведут рядом с дорожной магистралью



Вертикальный сад атриума

фортным. Меняется при этом и конструктивная схема башни: большие по площади плиты перекрытий офисных этажей сменяются меньшими в зоне, занимаемой квартирами. Аналогичным образом устроена облицовка фасада: гладкое остекление, которое окружает рабочие уровни, трансформируется в трехмерную массивность балконов жилых этажей. Две концепции объединены в одну. В результате башня обретает силуэт, рациональные прямые линии которого образуют плавную форму, напоминающую женскую фигуру. Жилое пространство, созданное в соответствии с потребностями каждой семьи и с идеальной высотой межэтажных перекрытий, сочетается с высокоэффективным, простым и свободным от колонн офисным. При этом два элемента сливаются в однородную форму. Для комфорта обитателей башни предусмотрены и зеленые насаждения: на крыше расположится сад, а еще один, вертикальный, займет пространство атриума в вестибюле, который одновременно служит соединительным элементом с соседним строением.

С появлением Telus Sky компания Telus станет крупнейшим в Северной Америке арендатором пространств, отмеченных Платиновым сертификатом LEED. Для того чтобы проектируемая башня соответствовала самым высоким экологическим стандартам, при ее строительстве и оборудовании

BJARKE INGELS GROUP (BIG)

BIG – корпорация, главные офисы расположены в Копенгагене и Нью-Йорке, в которой работают архитекторы, дизайнеры, строители, а также специалисты, занимающиеся исследованиями и разработками в области архитектуры и градостроительства. Всемирно признанный лауреат различных премий, архитектор Бьярке Ингельс (Bjarke Ingels) является ведущим дизайнером проекта Telus Sky. Энергичные и качественные новые конструкции Ингельса продолжают оживлять облик городов по всему миру, от Шанхая до Нью-Йорка. В 2011 году Wall Street Journal присудил ему звание «Иноватор года» в архитектуре и назвал его одной из восходящих звезд мировой архитектуры.

будут использоваться технологии нового поколения. В Telus Sky смонтируют систему регулирования ливневого стока, которая станет перерабатывать дождевую воду для ее последующего использования в туалетах и для полива, что позволит снизить ее потребление на миллионы литров в год. Энергопотребление Telus Sky также будет на 35% ниже, чем в зданиях аналогичного размера. В перспективе ее энергоэффективность планируется усовершенствовать, чтобы потребление энергии уменьшилось еще на 80%.

Город Калгари продолжает развиваться и не стоит удивляться, если в нем станет появляться все больше и больше проектов многофункциональных комплексов для его центра. И если хотя бы половина из них будет столь же прекрасной, как Telus Sky, то через некоторое время его горизонт приобретет очень интересные очертания. ■



SHANGHAI TOWER как зеркало IT-революции

О завершении основных строительных работ на Shanghai Tower было объявлено в начале августа. Самая высокая искусственно созданная точка Китая расположена в центральной части бизнес-района Pudong в Шанхае. О том, какие инновационные технологии использовались при ее проектировании и возведении, нашему журналу рассказал Цин Гэ (Qing Ge), главный инженер по строительству, заместитель генерального директора компании Shanghai Tower Development.

Текст: ОЛЕГ ДАНАЕВ, фото предоставлены Shanghai Tower Development и Autodesk



Цин Гэ (Qing Ge), главный инженер по строительству и заместитель генерального директора компании Shanghai Tower Development: «Я отвечаю за организацию строительства и общетехническую часть проекта. Чтобы быстрее и лучше справляться с этими ответственными обязанностями, я взял в помощники BIM, и время показало, что это очень эффективно. Без такого серьезного помощника у меня просто не было бы времени посетить Москву!»

Какие процессы идут в строительном бизнесе Китая, насколько он трансформируется? Происходит ли переход на новые технологии в сфере проектирования сооружений?

Строительная отрасль играет очень важную роль в технологической революции страны, которую мы наблюдаем на протяжении более 30 лет. Сейчас происходит революционный переход от традиционных методов проектирования и возведения зданий к информационным технологиям, среди которых особое место занимает информационное моделирование зданий (Building Information Modeling).

Обязательно ли к использованию в Китае информационное моделирование, особенно на государственных проектах?

Пока стандарты и механизмы его внедрения в Китае отсутствуют. Но сейчас уже идет начальный этап популяризации использования информационного моделирования зданий. В частности в Шанхае, при реализации проектов с государственным участием эта технология активно продвигается. Китайское правительство начинает внедрять стандарты применения BIM, и строительство Shanghai Tower помогло создать набор типовых требований для формирования в будущем государственных нормативов.

Скажите, пожалуйста, какие еще известные китайские высотные здания проектировались и строились с использованием информационного моделирования зданий.

Такие примеры уже есть: оно применялось при разработке проекта и возведении 580-метрового здания в Пекине, причем с достаточно высоким уровнем детализации. С использованием инструментов информационного моделирования, в порядке эксперимента, строится башня высотой более 600 метров в Шеньчжэне.

В Китае сейчас более 10 проектов небоскребов высотой около 600 метров, разработка которых в той или иной степени ведется при помощи создания информационной модели строения, но в проекте Shanghai Tower они применяются максимально широко, что позволило проработать проект даже в мелочах.

Хотелось бы более детально познакомить наших читателей с основными характеристиками здания: какова его высота, количество этажей и площадь башни и каким экологическим стандартам оно соответствует?

Общая высота Shanghai Tower составляет 634 метра, в нем 120 этажей площадью

около 570 тыс. кв. метров. Небоскреб имеет многофункциональное назначение: в нем разместятся офисные помещения, бизнес-центр и конференц-холл, отель, смотровые площадки, рестораны и места отдыха. Сейчас завершаются основные строительные работы – уже установлена крыша, окончательно башню планируется сдать к концу следующего года. Shanghai Tower проектировалась и возводилась как зеленое здание, она соответствует американским стандартам LEED и имеет 3 звезды (самый высокий уровень) по китайским экологическим стандартам (China Green Building).

Башня задумана как небольшой автономный город, где можно было бы жить и работать. Нам известно, что Shanghai Tower – очень сложный в исполнении проект как с точки зрения строительства, так и эксплуатации. С какими проблемами вы столкнулись при проектировании и возведении сооружения? Как информационное моделирование помогло разрешать возникающие трудности?

Shanghai Tower – это действительно очень сложная архитектурная конструкция, и основная ее особенность – большая высота. Трудности возникали как при проектировании, так и при строительстве, в том числе и в управлении всеми этими процессами. Сложности возможны и в ходе эксплуатации здания.

Небоскреб имеет сложную форму морской ракушки с двойным фасадом. Для остекления как внутренней, так и внешней его части потребовалось установить более 20 тыс. пластин листового стекла. И из-за нестандартной формы башни возникли сложности при изготовлении и установке этих модулей. С помощью компьютерных программ мы смогли смоделировать форму и размеры стеклянных блоков, что позволило ускорить работы непосредственно на стройплощадке и за день возводить один этаж, устанавливая около 140 стеклянных модулей навесных фасадных систем.

Еще один пример. Shanghai Tower строится по технологии environment-friendly (экологически чистые), при помощи моделирования ситуационного плана мы смогли оценить риски для окружающей среды и минимизировать их.

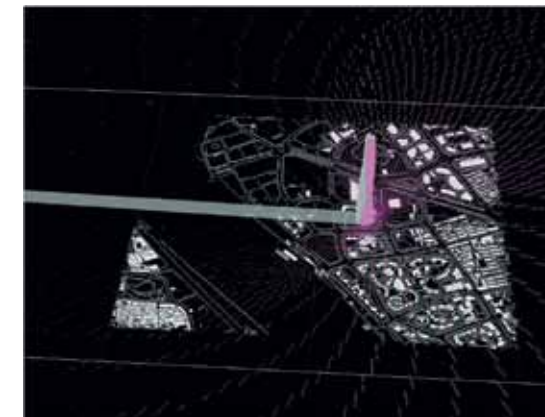


Схема решения управленческих задач при помощи технологии BIM

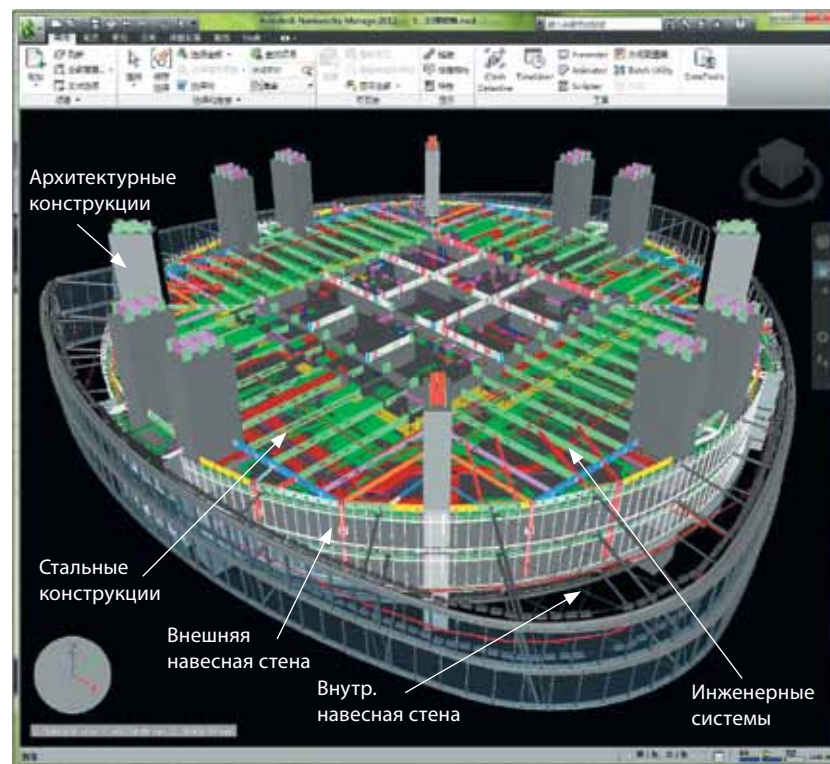
Эти технологии мы планируем использовать на протяжении всего цикла реализации проекта: от разработки чертежей, изготовления деталей конструкций, сборки, монтажа и до сдачи объекта в эксплуатацию. Поэтому управляющей компании будут переданы все документы, которые позволят комфортно и безопасно работать в здании, поддерживать его жизнеобеспечение, осуществлять мониторинг состояния и самого строения, и окружающей среды.

Sustainable Building – сейчас в Китае это очень модное понятие. При проектировании и строительстве Shanghai Tower также были поставлены определенные задачи по соответствию этому термину. Помогла ли этому информационная модель здания?

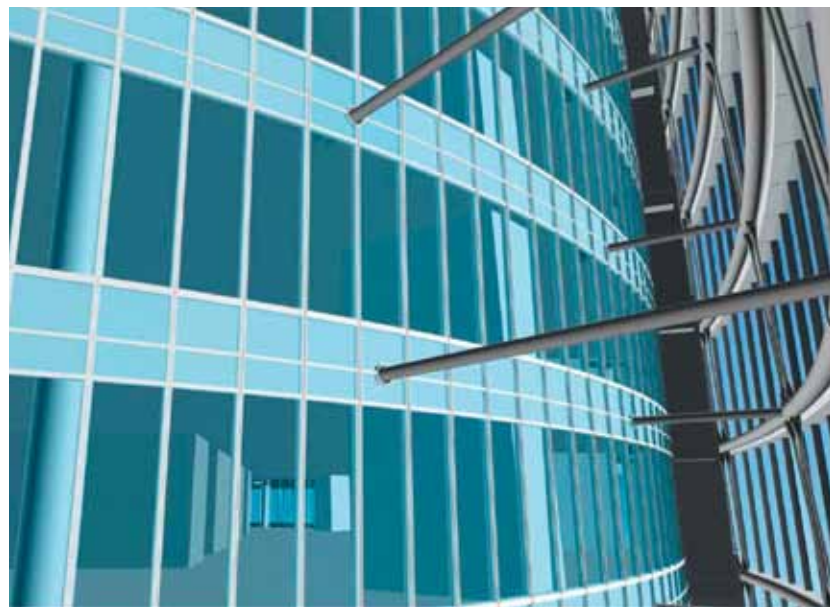
Проектирование этого объекта произведено полностью с учетом концепции Green Building (зеленое строительство). Китай – огромная промышленная страна с большим количеством населения. Здесь строится много городов, что заставляет предъявлять жесткие требования к эффективному использованию земельных ресурсов. В этих условиях ключевым условием правильного и долгосрочного развития отрасли является возведение экоэффективных зданий. Это включает снижение энергопотребления, экономию земельных, водных



Анализ светового загрязнения в ПО Autodesk



Моделирование взаимодействия нескольких строительных дисциплин в NavisWorks



Технология информационного моделирования сооружений (BIM) представляет собой нечто большее, чем может показаться на первый взгляд. Это достаточно новый и однозначно самый перспективный подход к реализации всех этапов жизненного цикла объекта, от создания концептуального проекта до поддержки здания в процессе его эксплуатации. Информационное моделирование позволяет рассматривать сооружение и все, что с ним связано, как единый объект за счет комплексной работы со всеми архитектурно-конструкторскими, экономическими, технологическими данными о здании со всеми внутренними и внешними взаимозависимостями и связями.

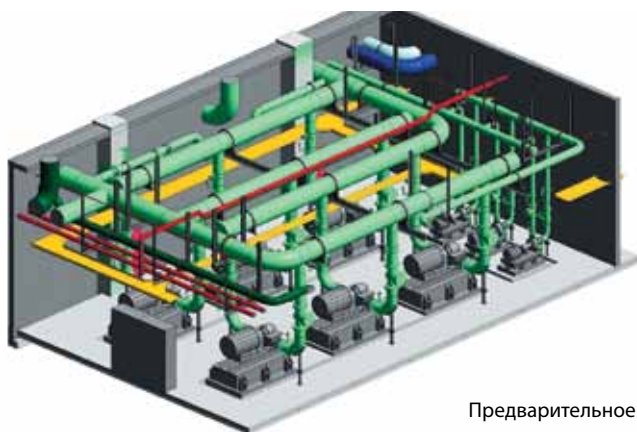
и воздушных ресурсов, как на этапах строительства, так и эксплуатации. В решении таких задач очень помогают современные компьютерные программы. Например, на их основе можно анализировать и моделировать влияние процесса строительства и самого здания на окружающую среду. Мы смогли имитировать разные аспекты этого воздействия на природу – вплоть до отражений солнечных лучей от наружных стекол (световое загрязнение). При помощи цифрового моделирования можно не только просчитать уровень этого воздействия, но и внести в проект коррективы: изменить форму и состав стекла, даже иначе расположить здание.

Так же мы построили модель в внутренней среде: определили оптимальную температуру и влажность в помещениях, и на основании этих данных разработали систему кондиционирования и отвода воздуха. Также были проведены расчеты на соответствие здания национальным стандартам по естественному освещению.

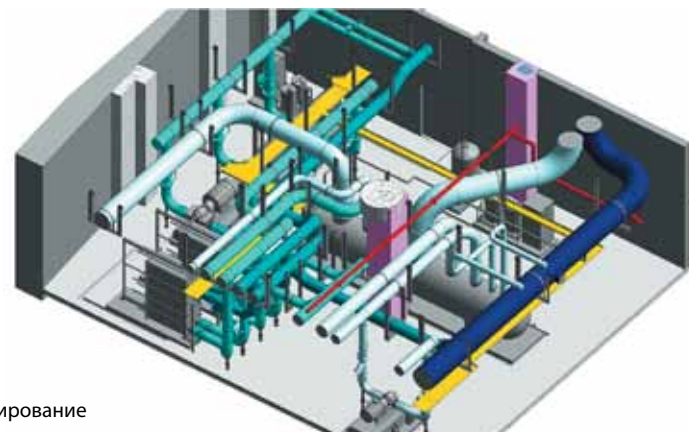
Применялись ли технологии 4D- и 5D-моделирования для учета временной и финансовой составляющих?

Да, 4D-моделирование использовалось для проверки выполнимости сроков реализации проекта, его общей стоимости. А для контроля себестоимости строительства будем использовать уже 5D-моделирование.

Сейчас мы укладываемся в разработанный бюджет, выполнение которого очень сложно отсле-



Предварительное моделирование инженерных систем здания



дить на больших объектах, поэтому наша цель – увеличить эффективность и контролируемость этого процесса. Мы уже ведем расчеты по стоимости эксплуатации небоскреба, смотрим сроки его окупаемости. Надеемся, что она будет хорошей. Реализация проекта началась в 2008 году, что совпало с экономическим кризисом, который сыграл нам на руку, так как упали цены на материалы. Правда потом они выросли, но нам все же удалось уложиться в сметы, и мы полагаем, что на этапе эксплуатации будут хорошие, оптимистичные экономические показатели.

Господин Гэ, какую роль в проекте играет компания Shanghai Tower Development?

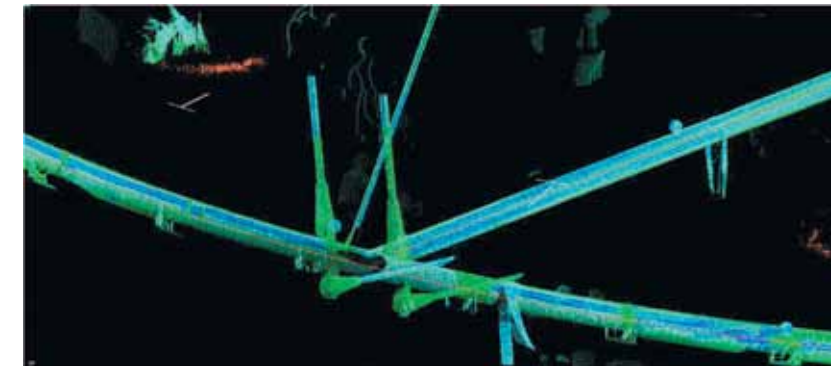
Shanghai Tower Development выступает как организатор и автор концепции строительства этого здания: его проектирования, возведения и последующей эксплуатации, то есть она – компания-девелопер. Мы организаторы собственного бизнеса. Кроме того, в наш консорциум входит четыре фирмы на правах акционеров этой стройки; под их началом работает генподрядчик и субподрядчики, которых более сотни. В результате одновременно на строительстве трудится свыше 3 тыс. человек. Конечно, в таком проекте роль управляющей компании, собственника, заключается в том, чтобы руководить всеми процессами. Учитывая комплексность, долгосрочность, привлечение множества сторон в проект, для контроля сроков его реализации, себестоимости и управления процессом строительства, мы как организаторы с самого начала использовали компьютерные технологии.

Как создание информационной модели способствует взаимодействию с таким количеством подрядчиков?

Специалисты компании Shanghai Tower Development разработали полномасштабную модель здания и просчитали ее по разным позициям. И только когда мы поняли, что учли практически все нюансы будущего здания и процесса строительства, рабочие чертежи и документация пошли к генподрядчику и другим участникам. И, конечно, для этого мы использовали как продукты Autodesk, в частности Revit и NavisWorks, так и других компаний. Для того чтобы гарантировать точность воплощения разработанной модели, мы смогли объединить процесс управления ее участками, в том числе созданными на разных платформах.

Повлияло ли применение компьютерных программ на себестоимость проекта?

Да, конечно. Польза от них многоплановая. Можно говорить об увеличении эффективности работ и повышении их качества. Приведу пример – есть аналогичное здание площадью 380 тыс. кв. метров, на его возведение ушло 70 месяцев. Shanghai Tower почти в два раза больше, но на ее строительство уйдет всего 72 месяца. Наглядно видно, насколько



Мониторинг стройплощадки при помощи лазерного 3D-сканирования и информационного моделирования

сократились сроки работ, потому что уменьшилась занятость подрядчиков и повысилась эффективность их труда. Что касается качества, то использование информационного моделирования приводит к большей точности рабочей документации, более ритмичному труду на стройплощадках, так как исключены непредвиденные остановки, а доработки чертежей и деталей сведены к минимуму. Мы сделали предварительную оценку: только за счет сокращения сроков работ на площадке экономия составила около 100 млн юаней (582,7 млн руб.).

В чем, по вашему мнению, заключаются преимущества работы с Autodesk при реализации проекта?

Компания Autodesk предоставляет наиболее комплексный и всесторонний пакет ПО, поэтому она привлекалась как эксперт на всех этапах использования продуктов. Сотрудники фирмы оказали консультационные услуги по формированию стандартов проектирования, внедрению процессов и комплексному использованию платформ и систем информационного моделирования. ■

GENSLER & THORNTON TOMASETTI, INC. САМЫЙ СОВЕРШЕННЫЙ НЕБОСКРЕБ

Спроектированное компанией Gensler, одним из мировых лидеров в области архитектурного дизайна, здание небоскреба Shanghai Tower будет обладать не только более чем запоминающимся внешним обликом, но и иметь все необходимые характеристики для получения сертификата LEED Gold. Строительство супервысокой башни полностью завершится в 2014 году. Высота этого 121-этажного сооружения составит около 634 метров, а общая площадь помещений – 380 000 кв. метров.

Текст: ДМИТРИЙ СКВОРЦОВ, фото Thornton Tomasetti, inc. и архитектурное бюро Gensler

В дизайне Shanghai Tower, органично вписывающейся в окружающий городской пейзаж, изобилующий сверхвысотными зданиями, воплощены богатое культурное наследие Шанхая и символика процветания одного из крупнейших коммерческих центров Восточной Азии – финансовой и торговой зоны Луцзяцзуй (Lujiazui Finance and Trade Zone). Объединив в себе лучшие достижения экологически устойчивого строительного проектирования, она являет пример супервысотных зданий нового поколения.

Однако гораздо более важным и сложным в воплощении проекта стало не выдающаяся высота этого строения, а не имеющие себе равных инновационные архитектурные и конструктивные проектные решения, которые выражены в закручивании здания вокруг собственной оси и его необычной кристаллической форме. К заслуживающим внимания элементам проекта также можно отнести членение сооружения на вертикальные зоны с соответствующим разграничением и многообразием их функционального назначения. К ним стоит отнести и общедоступные сады, компактно расположенные по всей высоте конструкции, а также применение уникальных экологических технологий и передовых усовершенствованных процессов производства и строительства.

Башня разделена по вертикали на девять участков, каждый из которых включает от 12 до 15 этажей. Внутренняя цилиндрическая часть всех зон имеет связь с внешним каркасом. На границе смежных поясов располагаются технические этажи, высотой в два обычных этажа здания. Это пространство используется для размещения механического, электрического, сантехнического оборудования, отсеков пожарной безопасности и камер аварийного жизнеобеспечения, а также для установки аутриггерных ферм. Перечисленный комплекс оборудования создает базу для успешного функционирования расположенной непосредственно над техническим этажом атриумной

Слева направо: По Фу, партнер TTG, Нью-Йорк; Цинвэй Конг, председатель Shanghai Center; Арт Генслер, основатель Gensler; Йи Чжу, управляющий партнер TTG, руководитель офиса в Шанхае





Конструктивная модель здания легла в основу информационной модели BIM

зоны, а аутригерные системы позволяют усовершенствовать конструктивную схему здания.

Каждая из девяти вертикальных частей представляет собой своеобразную самодостаточную единицу с собственным вестибюлем и наполненными светом атриумами, где устроены сады, создающие чувство общности и позитивного настроения. Также каждый блок будет оснащен достаточным количеством многофункциональных сервисов, предназначенных для удовлетворения самых разнообразных потребностей арендаторов и посетителей здания. Высотные промежуточные вестибюли функционируют по принципу традиционных городских площадей.

Об особенностях конструктивной системы Shanghai Tower мы попросили рассказать руководителя Московского отделения компании Thornton Tomasetti Леонида Зборовского.

Господин Зборовский, компания Thornton Tomasetti была привлечена для проектирования

и расчета строительных и опорных конструкций фасадных систем Shanghai Tower. Что представляет собой принципиальная конструктивная схема здания и как достигается его максимальная устойчивость?

Принципиальная конструктивная схема представляет собой центральное ядро приблизительно 30 × 30 м и мегараму, которая, в свою очередь, состоит из четырех спаренных суперколонн, располагающихся по ортогональным осям, и четырех суперколонн, идущих по диагональным осям (под углом в 45 градусов к ортогональным осям), связанным через каждые 15 этажей двойными опоясывающими фермами и аутригерами. Опоясывающие и аутригерные фермы расположены в пределах технических этажей и равномерно распределяют ветровые и сейсмические нагрузки между центральным ядром и суперколоннами. Также фермы служат опорами для промежуточных колонн и одновременно опорами для атриумных зон. Двойные фермы были установлены на основе сделанных расчетов для придания жесткости распределительной системе. Центральное ядро выполнено из железобетона, аутригеры и двойные опоясывающие фермы – из конструктивной стали марки 390 мпа (ASTM A-55). Остальные конструкции сделаны из стали марки 345 мпа (ASTM A-50). Суперколонны имеют композитную структуру с включением в бетон стальных вертикальных секций, которые являются ключевым элементом надлежащего выполнения соединительных связей и, следовательно, обеспечения надежности и устойчивости всей конструкции.

Какие факторы приходилось учитывать вашим специалистам при разработке столь нестандартной конструктивной системы? Каким образом здание будет воспринимать основные нагрузки? Проектирование поставило перед конструкторами много сложных и ответственных задач. Необходимо было учесть важные факторы, такие как соответствие местным строительным нормативам, создание жесткого центрального ядра и устойчивого каркаса для выносных суперопор, а также прочных фундаментных конструкций, способных воспринимать огромные нагрузки от собственного веса здания и внешних сил.

Решая такие вопросы, как сопротивление ветровым нагрузкам и сейсмической активности в зоне строительства, а также учитывая, что основание здания будет располагаться в типичной для дельты реки глинистой почве, – инженеры-проектировщики в то же время стремились максимально упростить конструктивную часть башни.

Ветровые и сейсмические нагрузки на здание гасятся взаимодействием центрального ядра и аутригерных ферм с внешним мегакаркасом, состоящим из суперколонн, включая ортогональные и диагональные колонны, двойных ферм, опоясывающих каждую техническую зону и являющихся опорами для промежуточных стальных колонн над каждым

вертикальным блоком. Аутригерные фермы и опоясывающие двойные ферменные конструкции поддерживают также технические этажи и камеры аварийного жизнеобеспечения.

Горизонтальные конструкции, передающие давление ветра на основные несущие системы здания, представляют собой сжатые стержни (compression struts), связанные X-образными диагоналями, обеспечивающими дополнительную жесткость. Опоясывающие конструкции представляют собой тубинги трубчатого сечения, жестко связанные со сжатыми стержнями. Для восприятия перемещений опоясывающих тубингов, связанных с температурными изменениями, разработано самосмазывающееся муфтовое соединение системы «Любрайт».

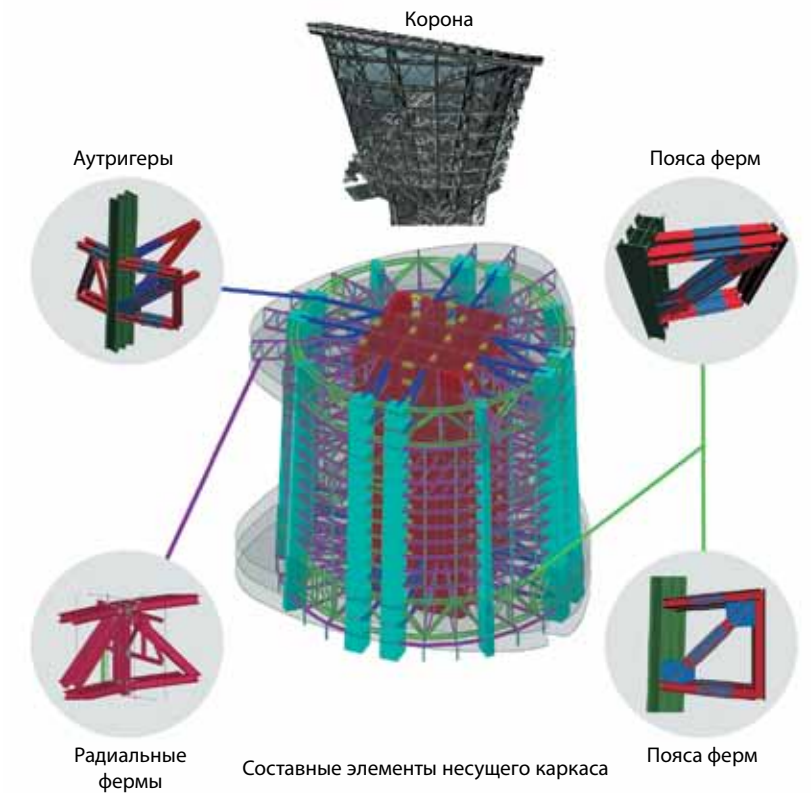
Какую роль в конструкции сооружения играют соединения элементов?

Соединение элементов несущих конструкций строго по их осям играет важную роль в структурном решении башни. Главные оси суперколонн снабжены вставными стальными элементами составного сечения, совпадающими с осью аутригеров для простоты их соединений. В ортономрированном направлении опоясывающие фермы соединяются с суперколоннами в несколько ином русле из-за того, что располагаются по окружности. В вставные элементы суперколонн вварены поперечные ребра жесткости, которые установлены перпендикулярно поясам ферм. Любое незначительное отклонение соединения оси элемента относительно оси пояса ферм контролируется этими ребрами жесткости внутри встроеного стального профиля. Аналогичная конструкция используется и на пересечении центрального ядра и выносных опор аутригеров. В месте их пересечения вертикально располагаются короткие встроены стальные колонны для облегчения соединения. Горизонтальные соединительные балки совмещаются с верхними и нижними поясами аутригеров, в местах прохода через несущее ядро. Исходя из специфики соединения суперколонн с аутригерами и поясными фермами, основной упор делался на непрерывность передачи нагрузок и восприятия усилий. Совместная работа железобетона и стального сердечника элементов центрального ядра обеспечивается посредством стад-болтов, приваренных к листам стального сердечника. Высокопрочные болты имеют диаметры 25 и 30 мм (марка стали ASTM 372). Соединения работают на трении. Для улучшения коэффициента трения ($K_{тр\ max} = 0,5$) соединительные элементы подвергались пескоструйной обработке.

Заливка бетона колонн производилась способом непрерывного бетонирования.

Отсутствие пустот и каверн объясняется тщательным вибрированием уложенной смеси. Бетон заливался вокруг сплошных листов стали и вокруг металлоконструкций.

Напряженно-эластичная совместная работа бетона и стали моделировалась в ПК «Абакус» по теории конечных элементов.





Shanghai Tower – самое высокое здание в Китае

Что собой представляет фундамент здания? Как тип грунта данной местности повлиял на его выбор?

Почвенный профиль в Шанхае обусловлен сложными сейсмическими условиями, которые определяются в китайском Строительном кодексе как тип IV, а согласно Международному строительному кодексу (IBC) приближены к классу F. Поэтому башня имеет свайно-плитный фундамент, который состоит из буронабивных, висящих в твердых глинах свай, диаметром в 1,2 метра и длиной от 60 и более метров ниже его подошвы. Максимально допустимая несущая способность основания (по материалу) – 1000 тонн обусловлена максимально допустимыми требованиями. Сваи жестко заделаны в плиту-ростверк.

Конструкции здания опираются на сплошную железобетонную армированную фундаментную плиту шестиметровой толщины, опирающуюся, в свою очередь, на 947 буронабивных свай. Нагрузка на плиту от веса здания – около 500 т/м². Ребра жесткости за пределами ядра высотой во всю подземную часть башни равномерно распределяют ее вес на плиту.

Заливка плиты производилась непрерывным бетонированием, без строительных швов в течение 42 часов.

Здание имеет 5 подземных этажей и 25-метровую глубину котлована. Вначале по окружности башни в грунте была устроена временная стена толщиной 1,2 метра, которая представляла собой жесткое кольцо диаметром 33 метра (compression ring). Эта жесткая конструкция позволила возвести нулевой цикл в условиях сухих грунтов снизу доверху. Подземная часть стилобата строилась методом сверху вниз (top-down), а его перекрытия служат жесткими диафрагмами как распорное крепление постоянной стены в грунте по периметру котлована.

Как решался вопрос сейсмической безопасности здания, учитывая особенности данного региона? Предполагается ли использовать демпфирующие устройства?

Для решения задачи сейсмоустойчивости башни были смоделированы семь серий графиков динамики изменения сейсмической активности, которые соответствовали почвенному профилю Шанхая и интенсивности землетрясений в этом регионе.

На основе данных проектного анализа были сделаны следующие выводы:

- Среднее соотношение максимального сдвига в любом направлении имеет соотношение меньше чем 1/130. Это соответствует предельно допустимому значению (1/100), указанному в Строительном кодексе Китая.

- Напряжения в несущих стенах упругие, за исключением некоторых ограниченных участков.

- Большинство основных шарнирных балок стен демонстрирует абсолютно упругие деформации, а упругое вращение стержня все еще остается в пределах ограничений, установленных нормативами «Безопасности жизнедеятельности».

- Большинство опорных и поясных ферм остаются в диапазоне упругого деформирования.

- Включенные стальные элементы суперколонн и несущих стен также остаются в диапазоне упругого деформирования.

- Уровень производительности и эффективности здания Shanghai Tower полностью соответствует нормативам «Безопасности жизнедеятельности», определенным в китайском Строительном кодексе.

Демпфирующее устройство, TMD (Tune Mass Damper), используется только для контроля ускорения колебаний и создания комфортной обстановки для обитателей. Для контроля частот колебаний оно не требуется.

Расскажите об особенностях фасадной системы Shanghai Tower?

Shanghai Tower станет одним из самых совершенных небоскребов в мире в плане экологии и энергоэффективности. Главной особенностью проекта стал прозрачный двойной фасад, который оборачивает все здание. Вентилируемые атриумы способствуют не только поддержанию комфортной температуры внутри помещений, но и экономии энергии путем ее естественной модуляции. Это пространство выступает в качестве буфера между улицей и интерьером, подогревая идущий снаружи прохладный воздух в зимнее время и отводя теплый изнутри помещения – в летнее.

Уникальный дизайн двойного навесного фасада, образующего полое пространство между внутренней и внешней частями, сделал его воплощение в жизнь крайне сложной технической задачей. Гибкая навесная фасадная система является частью внешней опорной конструкции стены и, в силу своей функциональной нагрузки, должна удовлетворять одновременно нескольким установленным требованиям. Крепления, поддерживающие фасады вертикальных

элементов, – это простые растянутые подвески с аутригерных ферм, канаты которых выполнены без напряжения.

Внутренняя фасадная система представлена стандартными стеклопакетами с низкоэмиссионным покрытием и вмонтированными механическими устройствами для контроля интенсивности естественного освещения. Двойной фасад создает эффект тяги, обеспечивая естественную вентиляцию и охлаждение помещений. Пространства между внутренней и внешней частями фасада помогают регулировать взаимодействие здания и окружающей его природной среды, а также используются для сбора и повторного использования дождевой воды.

Применялась ли при проектировании технология математического моделирования башни?

Конструктивная система небоскреба разрабатывалась с учетом требований технических условий проектирования, обусловленных потребностями практической деятельности (PBD) и сейсмических норм, принятых в Китае. Для того чтобы сделать это, нужно было определить нелинейные упругопластические свойства конструктивных элементов и их соединений. Это было достигнуто с помощью программы трехмерного моделирования и прочностного анализа – Abaqus. В результате были проработаны не только включения элементов стали в бетон, но и сама опалубка. В Abaqus бетонные элементы моделируются как оболочка, а стальные – как балочные. Китайский строительный регламент предусматривает поступательное поведение стали и бетона.

При проектировании ядра здания строго определенное расположение вертикальных стальных элементов, использующихся для облегчения соединения выносных опор (аутригеров), также было определено при помощи анализа трехмерного моделирования и прочностного анализа. Помимо этого, с помощью программного пакета Abaqus были рассчитаны жесткость каркасной конструкции, воздействие осевой силы и степень скручивающей деформации фасада. Основываясь на полученных путем анализа данных, выполненного функциональными программами Perfor 3D и Abaqus, рабочие характеристики и эксплуатационные качества первичной несущей конструкции были разработаны с учетом графика динамики изменения сейсмической активности, сходного с нужным участком грунтового профиля.

За счет чего удалось решить столь сложные задачи по проектированию здания?

Воплощение в жизнь подобного проекта стало возможным благодаря внедрению новейших дизайнерских идей, технологий и инструментов, включая инновационную платформу BIM, которая применялась по обоюдному решению заказчика и команды дизайнеров. Процесс создания проекта протекал с использованием ряда современных программ параметрического моделирования, что позволило команде разработчиков подбирать лучшие варианты дизай-



Структура наверху башни

на и последовательно совершенствовать сложную конфигурацию проекта. Параметрическая платформа сыграла ключевую роль в определении уникальной формы башни, фасадных и несущих конструкций, а также экологической составляющей проекта.

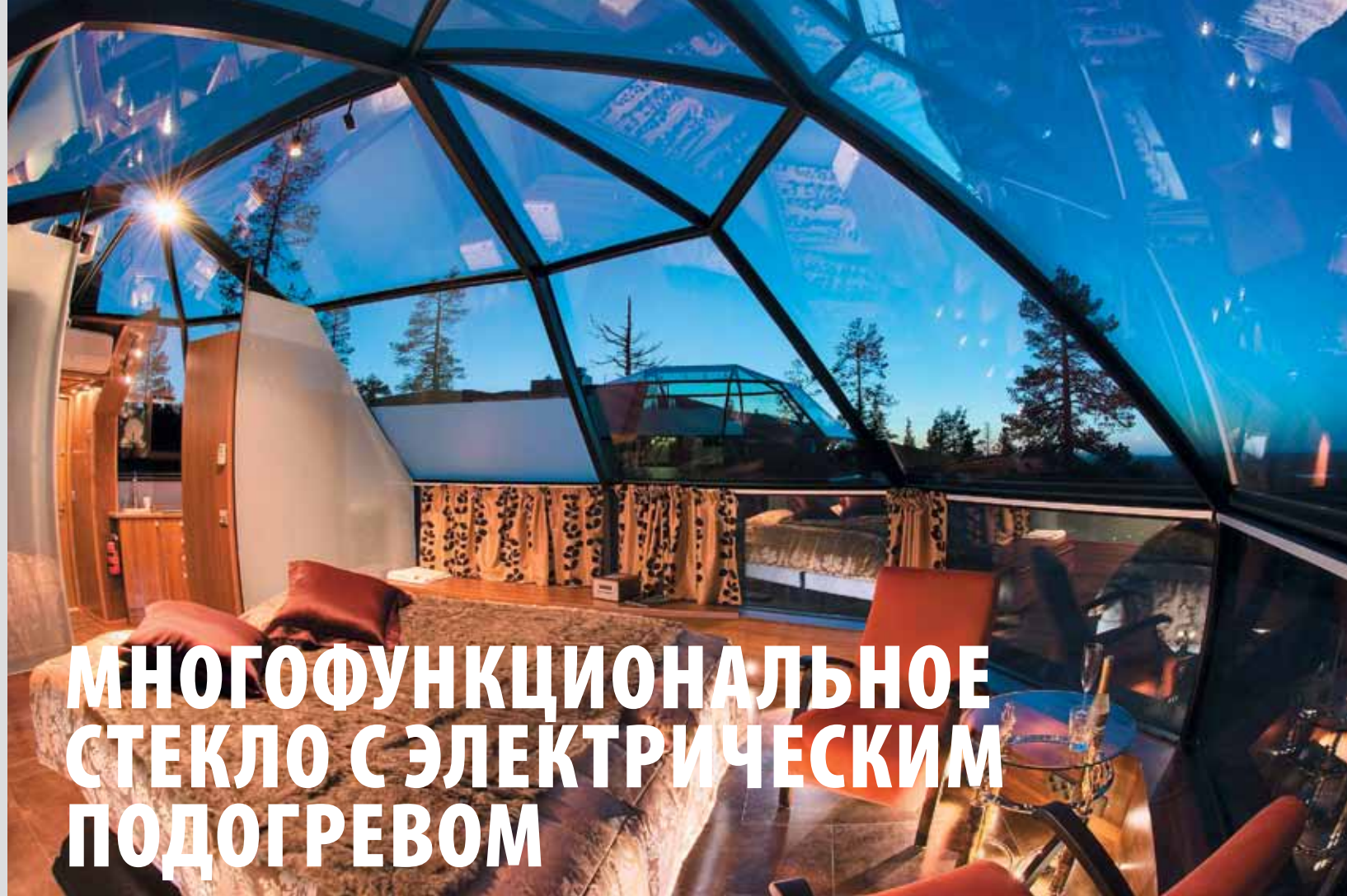
В результате, компания Thornton Tomasetti разработала простую, безопасную и экономически эффективную структурную систему, позволяющую творчески реализовать сложную архитектурную форму. Внешне Шанхайская башня представляет собой скручивающуюся клиновидную конструкцию из стекла и стали, сужающуюся по мере набора высоты. Ее внутренняя часть, состоящая из 9 цилиндрических блоков, уложенных один на другой, обернута полупрозрачной стеклянной «накидкой» второго фасада.

Специалисты Thornton Tomasetti также создали рациональный и продуктивный дизайн суперколонн и расходящихся опор, действующих по принципу «лыжных палок», обеспечивающих устойчивость закрученной формы здания и стабилизирующих его в случае сильного ветра, землетрясения и тайфунов, то есть климатических явлений, характерных для этой области. Аутригерные фермы и суперколонны, а также внутренняя несущая конструкция центрального ядра обеспечивают сооружению необходимую жесткость, а также эффективное сопротивление ветровым и сейсмическим нагрузкам.

Шанхайская башня – это не просто небоскреб. Она представляет собой олицетворение нового подхода к проектированию и созданию городов, а также пример преодоления колоссальных трудностей, с которыми сталкиваются сегодня разработчики проектов супервысоких зданий. Объединившая в себе самые передовые технологии экологически рационального проектирования и органично вписывающаяся в окружающую городскую ткань Shanghai Tower не только станет символом растущего благосостояния горожан, но и образцом переосмысления роли высотных зданий на десятилетия вперед. ■

Ход монтажа наверху башни





МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СТЕКЛО С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОДОГРЕВОМ

Текст: ТИМО САУККО, ЛАУРИ ЛЕЙНОНЕН, КИРИЛЛ ЗУЕВСКИЙ, Saint-Gobain Glass Finland Oy

Современные высотные здания имеют большие площади остекления. Однако климатические условия в северных странах ставят вопрос об эффективности таких конструкций. Поэтому мы предлагаем рассмотреть три основных аспекта применения электрообогреваемого стекла. В статье речь пойдет о стеклянных крышах и возможных преимуществах от использования электрообогреваемого стекла как способа борьбы с накапливающимся снегом, его применения в качестве источника тепла в помещении и об энергоэффективности подобного решения. Кроме того, проанализируем данный тип стекла как фактор борьбы с образованием конденсата на внутренней поверхности стеклопакетов, например в помещениях с повышенной влажностью.

• ЭЛЕКТРООБОГРЕВАЕМОЕ СТЕКЛО В КРОВЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Итак, рассмотрим некоторые типичные технические проблемы, которые могут возникнуть в остекленном здании во время отопительного сезона, такие как потери тепла, накопление снежного покрова и образование конденсата. Когда остекление расположено горизонтально или почти горизонтально, накопление снега на стеклянной крыше может вызвать серьезные проблемы, которые можно снять за счет ее соответствующей конструкции и надлежащего технического решения. Одним из самых экономически эффективных и надежных вариантов является использование стеклопакетов EGLAS с электрообогревом.

Энергоэффективность крыши атриума во время отопительного сезона

Несмотря на рост цен на тепловую энергию и требования строительных норм и правил для структурного остекления, в соответствии с которыми в отапливаемых помещениях светопрозрачная кровля должна состоять из двухкамерных стеклопакетов, на многих объектах до сих пор используют однокамерные, которые могут применяться только при остеклении неотапливаемых помещений.

Так как остекление из однокамерных стеклопакетов позволяет передавать (терять) значительно больше тепловой энергии в течение отопительного сезона, чем двухкамерное, важно, чтобы люди, проектирующие крыши атриумов, и те,

кто впоследствии будут платить за отопление здания, понимали разницу потребления энергии при использовании однокамерных и двухкамерных стеклопакетов в долгосрочной перспективе.

Для этого мы приводим сравнение энергопотребления при эксплуатации крыши атриума, площадью 1000 м² во время отопительного сезона с применением однокамерных и двухкамерных стеклопакетов. Расчеты показывают, что при стоимости энергии 0,10 €/кВтч в течение 30 лет в северных странах на отопление крыши атриума, выполненной из однокамерных стеклопакетов, потребуется на €250 000 больше, чем на аналогичную, остекленную двухкамерными. Необходимо учитывать, что эта разница может быть даже

выше, так как цена тепловой энергии, скорее всего, продолжит расти.

Теплопотери крыши атриума

Количество тепла, которое крыша может потерять, зависит главным образом от величины теплопередачи (U-Value) стеклопакета, значения Uw профильной системы и воздухопроницаемости крыши.

Значение теплопередачи (U-Value) стеклопакетов

Согласно европейской норме EN673, значение U дано для центральной зоны вертикальных стеклопакетов. Значение U стеклопакетов, установленных горизонтально или под углом ≤ 20°, значительно выше, чем у вертикальных стеклопакетов (рис. 1).

Значение теплопередачи (U) краевой зоны стеклопакетов

Значение U для краев стеклопакета на 0,1 – 0,3 Вт/(м² × К) выше, чем для его центральной области, в зависимости от типа используемой дистанционной рамки. Эффект от наиболее часто устанавливаемых рамок ухудшает значение U для краев стеклопакетов на 0,2 Вт/(м² × К) по сравнению с центральной областью. В зависимости от форм и размеров стеклопакетов структурного остекления, краевая зона составляет примерно 2–4% от всей площади поверхности крыши.

Значение Uw профильной системы

Значения теплопередачи хороших профильных систем обычно колеблется в диапазоне 1–1,5 Вт/м², а их доля в общей площади поверхности также зависит от формы и размеров ячеек. В среднем, на профильную систему приходится такая же доля от общей площади поверхности крыши атриума, как и на краевую зону стеклопакетов, и составляет 2–4%.

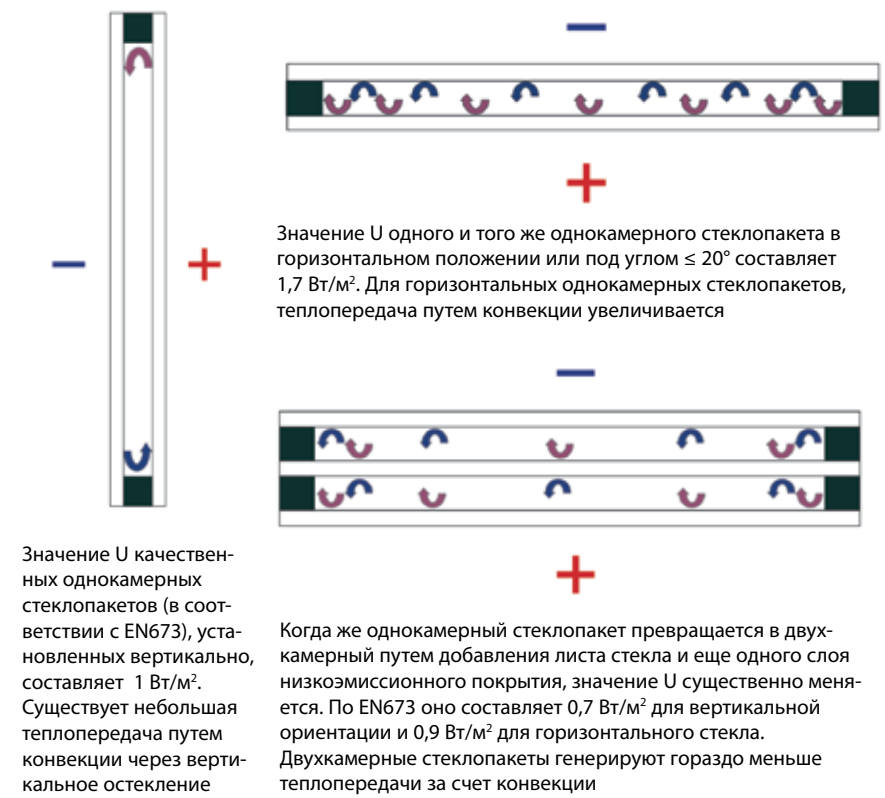
Влияние воздухопроницаемости крыши на значение U

Так как большинство крыш строятся с применением структурного или полуструктурного остекления с использованием герметиков, их проницаемость по воздуху часто настолько мала, что на его долю приходится незначительный процент потерь тепловой энергии.

• ПОТЕРЯ ЭНЕРГИИ ВО ВРЕМЯ ОТОПИТЕЛЬНОГО СЕЗОНА

В северных странах здания должны ота-

Рис. 1. Сравнение теплопередачи стеклопакетов в зависимости от угла установки



пливаться, когда среднесуточная температура на улице ниже +10 °С. Например, в Южной Финляндии такие температуры устанавливаются с октября по апрель, в результате чего средняя продолжительность отопительного сезона составляет семь месяцев (точнее, это 212 дней, или 5088 часов). В Центральной Финляндии, отопительный сезон длится примерно семь с половиной месяцев (226 дней, или 5424 часов), а в Северной Финляндии продолжается в течение восьми месяцев и более.

Значение e_{ref} тепловой энергии, передаваемой через крышу атриума (т. е. потери тепла) можно рассчитать по формуле: e_{ref} = U_{avg} × (T₁ – T₂) × A × h, где U_{avg} является средним значением U для крыши атриума, учитывающим показатель U центра стеклопакета в его настоящем положении (то есть с реальным углом установки), умноженным на его долю площади поверхности (94%). Краевой эффект стеклопакетов (например, значение U стеклопакета +0,2 Вт/м²К) масштабируется по его доле в площади поверхности (3%) плюс значение U профильной системы (1,2 Вт/м²К), масштабируемое на ее процент от площади поверхности (3%):

$$U_{avg} = U_{ins} \times \% A_{ins} + U_{edge} \times \% A_{edge} + U_{prof} \times \% A_{prof}$$

T₁ – внутренняя температура под крышей атриума, в кельвинах (294 K = 21 °C); T₂ – средняя внешняя температура на улице за весь отопительный сезон: для Южной Финляндии – 273 K (0 °C), для Центральной Финляндии – 268 K (-5 °C); A – площадь поверхности крыши атриума; h – отопительный сезон, в часах.

Когда крыша построена из однокамерных стеклопакетов, сделанных из двух стекол, одно из которых с низкоэмиссионным покрытием и камерой 16 мм, заполненной 90% аргоном, его значение U с вертикальной ориентацией составляет 1,0 Вт/м²К. Установленный горизонтально или под углом < 20°, такой стеклопакет имеет значения U = 1,7 Вт/м²К. Рассчитав U_{avg} для крыши атриума с однокамерными стеклопакетами, получаем: 1,7 Вт/м²К × 0,94 + 1,9 Вт/м²К × 0,03 + 1,2 Вт/м²К × 0,03 = 1,691 Вт/м²К, округляем в соответствии с EN673, U_{avg} = 1,7 Вт/м²К.

Когда же крыша построена из двухкамерных стеклопакетов с низкоэмиссионным покрытием наружных и внутренних стекол и двумя камерами по 12 мм, заполненными на 90% аргоном, значение U



стеклопакета с вертикальной ориентацией составляет $0,7 \text{ Вт/м}^2\text{К}$. Установленный горизонтально или под углом $< 20^\circ$, он имеет теплопередачу $0,9 \text{ Вт/м}^2\text{К}$. Рассчитав U_{avg} для крыши из подобных двухкамерных стеклопакетов, получаем: $0,9 \text{ Вт/м}^2\text{К} \times 0,94 + 1,1 \text{ Вт/м}^2\text{К} \times 0,03 + 1,2 \text{ Вт/м}^2\text{К} \times 0,03 = 0,915 \text{ Вт/м}^2\text{К}$, это означает, что округленный в соответствии с EN673 $U_{\text{avg}} = 0,9 \text{ Вт/м}^2\text{К}$.

Используя эти значения U_{avg} , получаем количество тепловой энергии, необходимой для обогрева крыши площадью 1000 м^2 за весь отопительный сезон в Южной и Центральной Финляндии. Южная Финляндия: крыша из однокамерных стеклопакетов: $e_{\text{ref}} = 1,7 \text{ Вт/м}^2\text{К} \times (294\text{К} - 273\text{К}) \times 1000\text{м}^2 \times 5088\text{ч} = 181\,641 \text{ кВтч}$; крыша из двухкамерных стеклопакетов: $e_{\text{ref}} = 0,9 \text{ Вт/м}^2\text{К} \times (294\text{К} - 273\text{К}) \times 1000 \text{ м}^2 \times 5088 \text{ ч} = 96\,163 \text{ кВтч}$. Центральная Финляндия: крыша из однокамерных стеклопакетов: $e_{\text{ref}} = 1,7 \text{ Вт/м}^2\text{К} \times (294\text{К} - 268\text{К}) \times 1000 \text{ м}^2 \times 5424 \text{ ч} = 193\,636 \text{ кВтч}$; крыша из двухкамерных стеклопакетов: $e_{\text{ref}} = 0,9 \text{ Вт/м}^2\text{К} \times (294\text{К} - 268\text{К}) \times 1000 \text{ м}^2 \times 5424 \text{ ч} = 102\,513 \text{ кВтч}$.

Как видно из расчетов, крыша атриума с однокамерными стеклопакетами под углом 20° или меньше теряет вдвое больше энергии отопления, чем крыша с остеклением из двухкамерных стеклопакетов.

Стоимость потерь тепла

Рассчитаем стоимость теплопотерь 1000 м^2 крыши в течение одного отопительного сезона. Предположим, что 1 кВтч стоит $\text{€}0,10$, стоимость потерь тепла крыши с

однокамерными стеклопакетами составляет $\text{€}18\,164$ в Южной Финляндии и $\text{€}19\,363$ в Центральной, а для крыши атриума из двухкамерных стеклопакетов она будет равна $\text{€}9616$ на юге и $\text{€}10\,251$ в центре страны. Разница в стоимости потерь тепла между однокамерным и двухкамерным стеклопакетами за время полного отопительного сезона составляет $\text{€}8548$ в Южной Финляндии и $\text{€}9112$ в Центральной. Когда мы рассматриваем стоимость теплопотерь с учетом срока службы крыши атриума, скажем, 30 лет при цене 1 кВтч тепловой энергии равной $\text{€}0,10$, остекление из двухкамерных стеклопакетов обеспечивает экономию затрат в размере $\text{€}256\,440$ в Южной Финляндии и $\text{€}273\,360$ в Центральной по отношению к однокамерным стеклопакетам. Тем не менее, экономия за подобный срок службы, несомненно, будет выше, потому что цена на тепловую энергию, скорее всего, продолжит расти.

Накопление снега на крышах из двухкамерных стеклопакетов

При устройстве светопрозрачной крыши под углом $< 20^\circ$ и использовании двухкамерного остекления со значением теплопередачи ниже $1 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ выпадающий снег не тает, а скапливается на поверхности стекла, потому что тепловые потери недостаточны. Рассмотрим условия эксплуатации крыши атриума, расположенной в Южной Финляндии.

Постоянный снежный покров в районе Kaisaniemi, Хельсинки устанавливается в среднем 30 декабря, а сходит 6 апреля (по данным метеонаблюдений за 1981–2010 гг.). Его средняя продолжительность составляет 98 дней. При этом в 2011 году в сто-

личном регионе было 23 дня, в которые уровень выпавшего снега был более 3 см.

Так как заснеженные крыши атриума блокируют передачу дневного света в помещение, пространство под ними требует гораздо больше искусственного освещения в зимний период. Снег и лед, накапливающиеся на крыше повреждают ее, в частности швы между стеклопакетами, что значительно снижает срок службы системы. Для крыш с малым уклоном, оснащенных двухкамерными стеклопакетами (со значением U-Value $1 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ или менее), не имеющих функции снеготаяния, атриум может в конечном итоге быть покрыт снегом в течение 3–4 месяцев в году в Южной Финляндии и в течение 5–6 месяцев в году на севере страны.

Удаление снега с крыши из двухкамерных стеклопакетов

Механическое удаление снега с крыш атриума сложная и дорогая работа, стоимость ее в Хельсинки составляет 10 €/м^2 и более как приобретаемая услуга. Это означает, что за уборку и транспортировку снега с крыши площадью 1000 м^2 нужно заплатить не менее $\text{€}10\,000$. В зимы с сильными снегопадами его придется удалять 2–4 раза, в результате затраты на производство работ составят от $20\,000$ до $40\,000$ тыс. евро за зиму.

Но снег может быть растоплен и на крыше атриума, если она построена с применением двухкамерных стеклопакетов E-GLAS с функцией электрообогрева. Мощность, необходимая для эффективного таяния снега, составляет около 350 Вт/м^2 . Хотя электрическое снеготаяние может показаться дорогим решением, количество энергии, расходуемое

на этот процесс, на самом деле является чрезвычайно малым. Система управляется с помощью датчиков снежного покрова и поверхностных термостатов, включающих ее только тогда, когда снег падает на крышу, это гарантирует, что он не будет там накапливаться. Вместо этого, крыша остается прозрачной в течение всей зимы и защищенной от возможных повреждений, вызванных тяжестью снега и льда.

Пример энергопотребления для крыши с обогреваемыми стеклопакетами E-GLAS

Стеклопанель площадью 550 м^2 культурного и конференц-центра Verkatehdas в городе Хямеенлинна в Южной Финляндии делится поровну на пять зон снеготаяния, каждая по $34,2 \text{ кВт}$, для которых нагрев активируется по очереди. За зиму 2011/12 года при сильных снегопадах обогрев велся 204 часа. За это время система потребила $6942,6 \text{ кВтч}$ электроэнергии. Расход электроэнергии на квадратный метр крыши за зиму составил: $6942,6 \text{ кВт} / 550 \text{ м}^2 = 12,6 \text{ кВтч/м}^2$. Для таяния снега на всей крыше потребовалось: $6942,6 \text{ кВт} \times 0,1\text{€/кВт} = 694,2\text{€}$ за зиму. Так как погодные условия могут варьироваться, можно округлить потребление электроэнергии на обогрев крыши на примере объекта Verkatehdas до 20 кВт/м^2 за весь зимний период. Потребление электроэнергии для обогрева крыши площадью 1000 м^2 за зиму с сильными снегопадами в данном случае составит $20\,000 \text{ кВтч}$. Произведя нехитрый расчет стоимости электроэнергии, мы получаем $\text{€}2000$ за зиму на полностью автоматическую и автономную работу системы электрообогрева стеклопакетов.

Это означает, что за отопительный сезон и при обильных снегопадах суммарное потребление энергии для крыши из двухкамерных электрообогреваемых стеклопакетов площадью 1000 м^2 составит $96\,163 + 20\,000 \text{ кВтч} = 116\,163 \text{ кВтч}$ в Южной Финляндии и $102\,513 + 20\,000 \text{ кВтч} = 122\,513 \text{ кВтч}$ в Центральной Финляндии. В малоснежные зимы, потребление электроэнергии для растапливания снега может быть меньше половины от приведенного выше значения. Соответствующие расчеты энергозатрат для эквивалентной крыши, но на базе необогреваемых однокамерных стеклопакетов дали значения $181\,641 \text{ кВтч}$ в Южной Финляндии и $193\,636 \text{ кВтч}$ в Центральной Финляндии.

РЕЗЮМЕ

Крыша, площадью 1000 м^2 с углом менее 20° , выполненная из двухкамерных электро-

обогреваемых стеклопакетов, используется для снеготаяния, экономит не менее 55% тепловой энергии по сравнению с аналогичной, сооруженной с применением обычных однокамерных стеклопакетов. Стоимость работы автоматической системы снеготаяния для такой крыши составит около $\text{€}2000$ в самую снежную зиму, в то время как на механическое снегоудаление будет затрачено от $20\,000$ до $40\,000$ тыс. евро. Похожие климатические условия (температура, количество снега) и продолжительность отопительного сезона, конечно же, существуют и за пределами Финляндии: в других странах Северной Европы, на основной территории России, Аляске, в Канаде и горных районах Центральной Европы.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ УСЛОВИЯ В НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ БЛИЗОСТИ ОТ ОКНА И СТЕКЛО С ЭЛЕКТРООБОГРЕВОМ

В данной части статьи, обогреваемое стекло рассматривается как часть стеклопакета с функцией электрообогрева, в котором тепло вырабатывается в покрытии и направлено в помещение. В частности, исследуются вопросы управления тепловым режимом в непосредственной близости от окон и стеклянных фасадов и связанные с этим перспективы развития. Кроме того, проводится оценка потребления энергии электрообогреваемым стеклом, а также возможности его применения в различных системах остекления.

Вводная информация

С уменьшением теплопроводности стеклоизделий существенно увеличилась температура на внутренней поверхности стекла (окна). Исходя из этого, пришло время оценить температурные условия в помещении в зоне окна и стеклянных фасадов.

Исследования показали, что более низкая температура на внутренней поверхности стекла, чем температура воздуха в помещении, вызывает асимметричное излучение в зоне окна. Если их разница достаточно велика, то возникает феномен холодного излучения («эффект холодной стены»). Высокий перепад температур заставляет воздушный поток опускаться вдоль стекла, вызывая сквозняк, хотя прямого тока воздуха с улицы не наблюдается. Здесь рассматриваются оба аспекта, которые используются для оценки выгоды применения электрообогреваемого стекла. Температура поверхности различных стекол была рассчитана для различных внешних температур и нескольких значений теплопроводности стекла. Уровень конвекции воздушного

потока определили исходя из разницы температур поверхности стекла и воздуха в помещении. Полученные показатели были сопоставлены с результатами предыдущих исследований и рекомендации. Эти данные также сравнивались с показателями других проведенных исследований и оценивались с точки зрения финансовых затрат и восприятия людей.

Температура внутренней поверхности стекла

Поверхностные температуры были рассчитаны в соответствии со стандартом EN673 [1]. В дополнение к программным методам было выполнено сравнение этих результатов с реальными замерами [2] и с измерениями VTT [3]. Это показало, что полученные данные когерентны и поэтому могут считаться надежными.

В таблице 1 представлен расчет температуры внутренней поверхности стекла в зависимости от различных значений теплопроводности и температур наружного воздуха при температуре в помещении 20°C . Расчет был сделан по центральной зоне стекла, краевые зоны и профильные системы не учитывались.

Таблица 1. ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ СТЕКЛА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ СНАРУЖИ

Теплопроводность U-Value, Вт/(м²×К)	Температура воздуха на улице, °C			
	-30	-20	-10	0
	Температура поверхности стекла, °C			
0.60	16.2	16.9	17.6	18.3
0.90	14.4	15.4	16.4	17.5
1.30	11.9	13.4	14.9	16.5

При нынешних улучшенных показателях теплопроводности стеклоизделий разница температур поверхности внутреннего стекла и воздуха в помещении снизилась. Тем не менее, она все еще существует. Разница температур и возникновение воздушных потоков, вызываемых их перепадом, а также возникающие последствия были изучены в ряде исследований [4–14]. Чаще всего, скорость воздушного потока рассчитывается с помощью следующей формулы:

$$V_{\text{max}} = k \times (h \times \Delta T)^{0,5}, \text{ где}$$

V_{max} – максимальная скорость потока воздуха (м/с) в самом низу поверхности окна;

k – коэффициент, значение которого колеблется от $0,055$ до $0,1$ в различных исследованиях;



h – высота стекла (стеклянной стены), в м;

ΔT – разница температур между стеклом и воздухом внутри помещения, в К.

Стоит отметить, что значения коэффициента k отличаются в разной литературе. Это обусловлено тем, что не унифицированы как приборы, так и условия измерений. На результаты теста также влияют высота стеклоизделия, размеры помещения, возможные горизонтальные профили. Для надежности в данной статье используется минимальное значение k , хотя на практике скорость воздушного потока может быть выше. В реальной ситуации, беря во внимание краевые зоны и профильную систему, можно предположить, что значение теплопроводности (U-Value) будет приблизительно на 0,2 Вт/м² выше, чем в центральной зоне, следовательно, и средняя температура поверхности будет пропорционально ниже, а скорость воздушного потока выше, как представлено на диаграмме. Теплопроводность фасада в целом зависит от размера стеклоизделий и используемой системы.

Диаграмма показывает изменение скорости воздушного потока при изменении разницы температур как функцию от высоты остекления. Использован коэффициент $k = 0,055$.

Температура поверхности стекла в таблице 1 дает значение ΔT , путем вычитания из комнатной температуры. Диаграмма показывает, что скорость воздушного потока в нормальный зимний день может иметь величину 0,2–0,25 м/с, в зависимости от теплопроводности окна. Используя больший коэффициент k , как представлено в некоторых исследованиях, соответственно, мы получим более высокие значения скорости потока.

В соответствие со стандартом ISO7730, зимой средняя скорость воздушного потока не должна превышать 0,15 м/с [15]. Система S1 2008 (классификация микроклимата) разрешает максимальное значение на уровне 0,14 м/с при температуре 21 °С, но температурная разница воздушных потоков не учитывается. Если температура потока воздуха ниже, чем температура воздуха в помещении, тогда и его разрешенная скорость ниже. Область, затрагиваемая холодными воздушными потоками, принята на расстоянии до 2 метров от поверхности стекла [9]. Индекс Фангера (PPD) также часто используется для оценки условий. Исследование Эррки Кяхкенена обнаружило, что если по показателю Фангера (PPD) меньше 13% людей заболевают от сквозняка, то в реальности практически каждый на него жалуется. В исследовании Кяхкенена скорость потока варьируется в пределах 0,04–0,016 м/с. Экспериментально было замечено, что в условиях, когда температура потока ниже температуры в помещении на 1,5–2,0 °С, а его скорость составляет 0,1 м/с, такое помещение воспринимается как некомфортное. Значение в 0,1 м/с, возможно, должно рассматриваться как верхний предел на практике, хотя и это значение является достаточно высоким по исследованиям Кяхкенена.

Конвективный поток воздуха от окон и стеклянных стен и его воздействие на тепловой комфорт не следует путать с распределением воздуха через клапаны системы кондиционирования, потому что в них и происходит его смешивание [16].

Было отмечено, что 90% жалоб на рабочую атмосферу в офисе относится именно к температурным условиям [17]. Анкетирование большого числа людей в

США, Канаде и Финляндии показало, что существует много возможностей для улучшения температурного комфорта [18].

Тестирование выявило следующие цифры, при изменении температуры на 2 °С в сторону комфортной, можно увеличить производительность труда на 5% [19]. Данные исследования профессора Дерекы Дж. Клементс-Крума показывают, что гораздо дороже нанимать новых сотрудников, чем поддерживать в оптимальных условиях собственную недвижимость [20]. Таким образом, наиболее экономически эффективным решением является создание комфортных рабочих условий и, в частности, поддержка нужного температурного режима в помещении, поскольку это тот фактор, на несоблюдение которого поступает наибольшее количество жалоб. Улучшение условий труда увеличит производительность на 4–10%, а даже это небольшое повышение может принести весьма ощутимые результаты для компании. Согласно выводам проведенного эксперимента, повышение производительности на 3,8% покрывает затраты на проектирование, строительство и эксплуатацию здания. Соотношение 1:5:200 часто упоминается в Европе [21], где 1 представляет расходы на строительство, 5 – на эксплуатацию (вода, отопление, обслуживание и т. д.) и 200 – операционные расходы и зарплаты. В Финляндии такое соотношение оценивается как правильное, по крайней мере применительно к возведению офисных зданий. Это же соотношение приводится как пример во многих учебных пособиях и лекциях. На основе вышеупомянутых исследований [18, 22], когда речь идет об офисах, при правильном тепловом режиме здание становится бесплатным, включая эксплуатационные расходы. Таким

образом, повышение производительности труда окупает постройку и эксплуатацию здания. Неудивительно, что США и Европа проявляют большой интерес к этому вопросу, так как он экономически важен при строительстве офисных помещений.

Относительно конвективных воздушных потоков: наиболее значимым является то, что верхние пределы показателей, как рекомендуемые стандартами, так и основанные на результатах исследований, превышаются текущими и будущими значениями уровня теплопроводности окна в финском климате. Самым простым в данной ситуации было бы использование маленьких окон и радиаторов под ними. Но, с другой стороны, такое решение не подойдет как с эстетической точки зрения, так и с психологической, поскольку уменьшится количество естественного света. Исследования показывают, что связь с природой положительно влияет на психологическую атмосферу в офисе [22]. Кроме того, радиаторы ограничивают использование пространства.

В условиях, когда люди проводят время вблизи поверхности окна, будет целесообразным устанавливать подогреваемое стекло, чтобы избежать воздействия на человека холодного излучения и конвективных потоков воздуха. Это особенно важно, если учитывать преимущества увеличения производительности труда. В этом случае, более высокая цена за стекло не столь важна, если сравнивать ее с полученными выгодами. Когда температура поверхности подогреваемого стекла при помощи электрического регулятора приведена в соответствие с комнатной, отсутствует конвективный поток воздуха. Эффект холодного излучения также исчезает. Вследствие этого комнатную температуру можно немного снизить. Поэтому лучше всего такое стекло применять для ресторанов, отелей, фойе и бизнес-центров.

Когда температурные условия под контролем, использование пространства легче оптимизировать, рабочие места можно размещать вблизи окон, что позволит сократить застраиваемую площадь пола или лучше использовать уже имеющуюся.

Возможности применения подогреваемого стекла в системах остекления

Подогреваемое стекло уже долгое время используется в деревянных, дерево-алюминиевых и алюминиевых окнах, а также в различных фасадных системах. Оно также подходит для структурного остекления, но клиент должен быть уверен, что стекло про-

Таблица 2. ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ИЗОЛЯЦИИ [14]. РАЗЛИЧНЫЕ МЕТОДЫ ОТОПЛЕНИЯ

Способ отопления	Требования по теплоизоляции		
	1970 г.	2010 г.*	Пассивный уровень
Подогрев пола, уровень потребления за год, кВтч	15320	2220	1520
Подогрев пола, максимальный уровень энергопотребления, кВт	8.64	1.82	1.44
Вентиляционный обогрев + стекло с обогревом, кВтч/А	8900	1790	1040
Доля стекла с обогревом, кВтч/А	230	80	40
Доля вентиляционного обогрева, кВтч/А	8670	1710	1000
Вентиляция и стекло с обогревом, максимальное энергопотребление, кВт	4.88	1.77	1.34

*Уровень 2010 года можно считать сравнительным показателем при использовании обогреваемого стекла для функции теплового комфорта

изведено и установлено в соответствии с ETAG [23], а также имеет сертификат CE.

Энергетическая перспектива

Оценка потребления энергии является сложной задачей, так как форма, уровень теплоизоляции и объемы остекления в каждом здании значительно отличаются. Однако в проекте VVT, направленном на обеспечение энергоэффективности и теплового комфорта в зданиях, было смоделировано энергопотребление при различных уровнях теплоизоляции (по нормам 1970 года, существующим сегодня стандартам и требованиям, применяемым к пассивному дому) на базе RADTEST. Результаты моделирования представлены в таблице 2. В ней сравниваются полы с обогревом и комбинированный обогрев за счет окон и вентиляции при различных уровнях теплоизоляции.

Таблица 2 показывает, что стекло с функцией электрообогрева может ассоциироваться с энергосберегающими технологиями. Кроме того, был сделан вывод, что комнатную температуру можно немного уменьшить без потери уровня комфорта. Однако нужно быть внимательным в расчете энергопотребления и учитывать форму и площадь остекления в зданиях. Трудно сделать универсальную оценку энергопотребления, даже несмотря на различные обнадеживающие исследования.

• ВЫВОДЫ

Несмотря на уменьшение уровня теплопроводности современных светопрозрачных конструкций, температурные

условия в непосредственной близости от стекла все еще отличаются от температуры в помещении, что приводит к охлаждению воздуха. Возникающие конвективные потоки воздуха приводят к образованию сквозняка. Даже с применением разрабатываемых технологий остекления скорость воздушного потока будет выше 0,1 м/с. Так как тепловой комфорт является ключевым фактором для увеличения производительности труда, то применение стекла с функцией электрообогрева может быть рекомендовано при строительстве и реконструкции офисных помещений.

В гостиничной индустрии и ресторанах комфорт гостей играет важнейшую роль, так как именно посетитель генерирует денежный поток. Поэтому создание комфортных температурных условий является одной из ключевых задач. При использовании стекла с электрообогревом столики в ресторане можно расположить непосредственно у окна, а в гостиничном номере – увеличить площадь остекления без потери уровня комфорта. В определенных ситуациях можно рассматривать электрообогреваемое стекло, как энергосберегающую технологию.

Продолжение следует. ■



МАКСИМАЛЬНЫЙ ПРЕДЕЛ ОГНЕСТОЙКОСТИ

С вступлением в силу Федерального закона №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» изменилась система оценки пожарной опасности строительных материалов. В рамках гармонизации российской нормативной базы и с учетом требований федеральных законов был актуализирован ряд других нормативных документов, регламентирующих их применение в системах отопления, вентиляции и кондиционирования. Так, был переработан Свод правил (СП) 7.13130-2009 «Отопление, вентиляция, кондиционирование. Требования пожарной безопасности», а СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция, кондиционирование» в последующей редакции заменен на СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

Материал предоставлен компанией Изотек Восток



ISOTEC Wired mat 80

В соответствии с законом любому теплоизоляционному материалу обязательно присваивается класс пожарной опасности – КМ, от самого безопасного КМ0 до наиболее пожароопасного КМ5. Определение класса пожарной опасности складывается из целого ряда характеристик, таких как горючесть, воспламеняемость, дымообразующая способность. Не так давно был добавлен еще один параметр, который ранее не фигурировал в нормах: степень токсичности про-

дуктов горения, обозначаемый буквой «Т». Таким образом, составы, признаваемые негорючими (НГ), получили самый безопасный класс КМ0.

А как же остальные материалы с более высокими показателями пожарной опасности? Ранее теплоизоляционные материалы, применяемые в инженерных коммуникациях зданий и сооружений, включались в проект на основе единственного показателя пожарной опасности – группы горючести. Например, продукты с показателем Г1 (трудногорючий) широко использовались в системах приточно-вытяжной вентиляции, за исключением воздуховодов с нормируемым пределом огнестойкости. Для трудногорючих строительных материалов другие показатели пожарной опасности, такие как воспламеняемость, дымообразующая способность, распространение пламени, определялись, но не принимались во внимание при проектировании. Здесь есть один важный момент: низкую степень горючести состава можно получить и «искусственным путем», например: добавлением антипиренов в синтетически вспененный полиэтилен или каучук. В результате и каучук, и минеральная вата, кашированная алюминиевой фольгой, с точки зрения старых норм (группа горючести у обоих продуктов Г1) имеют равное понимание того, насколько они опасны (или безопасны), что на самом деле далеко не соответствует действительности. Если посмотреть на другие пожарные характеристики «синтетики», то воспламеняемость у нее обычно В2–В3, дымообразующая способность Д3.



Техническая изоляция ISOTEC

Как показатель, дымообразующая способность заслуживает отдельного рассмотрения. Упомянув пожаробезопасность продуктов, мы говорим о том, насколько они в целом будут опасны при возгорании, насколько способны ухудшать пожарную ситуацию и повлиять на жизнь и здоровье людей, находящихся в загоревшемся здании.

По статистике МЧС отравление токсичными продуктами горения при пожаре становится основной причиной гибели людей. Сильная задымленность ухудшает видимость в зоне возгорания и приводит к увеличению времени эвакуации, но главная опасность заключается в другом: более 70% от общего числа погибших умирают не от воздействия высокой температуры, а от удушья и отравления токсичными продуктами горения. Известный пожар в ночном клубе «Хромая лошадь» в Перми унес жизни многих, причем причиной смерти большинства стало отравление угарным газом и продуктами горения.

Таким образом, применяемые теплоизоляционные материалы должны быть не только трудногорючими, но и пожаробезопасными.

Известно, что система воздуховодов сама по себе является хорошим распространителем огня при пожаре. Воздушный поток и разрежение внутри воздуховода способствуют переносу огня по зданию с большой скоростью.

Ввиду того что исключить со стопроцентной вероятностью появление и распространение огня невозможно, целесообразно рассмотреть вопрос о повышении предела огнестойкости системы воздуховодов и коробов дымоудаления, чтобы создать запас времени, необходимого для эвакуации из здания людей и материальных ценностей.

Конструкции воздуховодов систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции и транзитных каналов (в том числе воздуховодов, коллекторов, шахт) должны быть огнестойкими и изготавливаться из негорючих материалов.

Для решения подобной задачи компанией «Изотек Восток» был разработан продукт на

основе минеральной каменной ваты. Прошивной мат ISOTEC мат 80 CM испытан и сертифицирован ВНИИПО МЧС как огнезащита воздуховодов со следующими показателями огнестойкости:

- 30 мм – EI 60
- 60 мм – EI 90
- 80 мм – EI 150

Продукт имеет алюминиевое покрытие (фольгу), не влияющее на показатели горючести. Кроме указанного, ISOTEC мат 80 CM выпускается с вариантом покрытия АЛ2 из неармированной алюминиевой фольги с группой горючести НГ!

Прошивной мат удобен в монтаже и имеет технологичный способ крепления к поверхности воздуховода приварными штифтами или бандажными лентами.

Уникальность данного материала заключается в том, что он гарантированно обеспечивает все возможные требования, предъявляемые к системам воздуховодов:

- необходимый предел огнестойкости конструкции
- нормируемую плотность теплового потока
- нормированный уровень шума (шумоизоляция)
- придание конструкции эстетического вида

Фактически один материал решает весь спектр задач. А это существенное удешевление конструкции и монтажных работ. ■

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АУТРИГЕРНЫХ СИСТЕМ

Аутригерные системы играют важную роль в конструкции небоскреба, связывая центральное ядро и наружные колонны. Мы начинаем публикацию материалов, рассказывающих об особенностях проектирования аутригерных систем в высотных зданиях.



ILLINOIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Текст: Хи Сун Чой, Thornton Tomasetti, Inc.; Гоман Хо, Arup Honh Kong Ltd.; Леонард Джоуэф, Thornton Tomasetti, Inc.; Невилл Матиас, Skidmore, Owings & Merrill материалы предоставлены СТБУН и Иллинойским технологическим университетом

НЕОБХОДИМЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ УСТРОЙСТВА АУТРИГЕРНЫХ СИСТЕМ

Все многоэтажные здания имеют, по крайней мере, одно центральное ядро, в котором размещены лифты, лестницы, технические шахты и прочие системы обслуживания. Панорамный обзор, открывающийся с высоты, является одной из привлекательных особенностей высотных строений. Поэтому ядро обычно располагают в центральной части здания, а пространства рядом с внешними стенами отводят под размещение самих обитателей небоскреба.

Подобное расположение центрального ядра «смещает» центр поперечной жесткости ближе к центрам продольной ветровой и боковых сейсмических нагрузок, сводя, тем самым, к минимуму силы скручивания. В районах с повышенной сейсмической активностью многие высотные здания имеют двойную конструктивную систему, иногда называемую «ядро и каркас» или «труба в трубе». Она придает конструкции значительную жесткость на скручивание, но недостаточно противостоит опрокидывающему моменту. Когда поперечное сечение центрального ядра относительно большое, оно может обеспечить достаточное сопротивление опрокидывающему

моменту и, одновременно, препятствовать «дрейфу» здания. Однако работа центрального ядра становится менее эффективной с увеличением соотношения его высоты к поперечному сечению.

Когда данная величина достигает значение коэффициента 8 и работа структуры здания по контролю за его «дрейфом» и сопротивлению опрокидывающему моменту становится чрезмерной, тогда рассматривается вопрос о введении в несущую структуру аутригерной системы. Данная ситуация встречается при проектировании как жилых, так и офисных высотных зданий. Но в жилых небоскребах эта проблема возникает при более низкой высоте постройки. Это связано с тем, что поперечное сечение ядра жилого здания небольшое, так как в нем размещены только лифты и лестницы, тогда как в ядре офисного здания расположено множество технических систем. Для увеличения поперечного сечения ядра жилого небоскреба, с целью снижения величины соотношения высота ядра / поперечное сечение, проектировщики размещают в нем часть жилых помещений. Для придания центральному ядру постоянных свойств по высоте, его сопротивление «дрейфу» от изгиба или опрокидывающих

моментов должно увеличиваться троекратно относительно роста высоты (Lame, 2008). Для поддержания величины соотношения «дрейф» / высота здания ниже определенного значения, при увеличении высоты здания в два раза, жесткость его ядра должна быть повышена в четыре раза. Но простое утолщение стен ядра для придания большей жесткости приводит к уменьшению арендуемой площади. Введение аутригеров снижает зависимость здания от системы центрального ядра и увеличивает полезное пространство между ним и наружными колоннами.

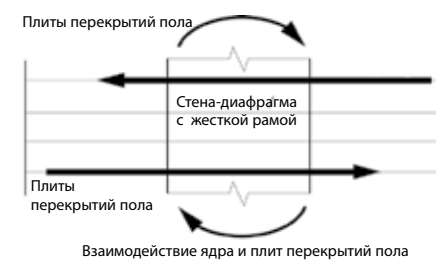
Когда из-за ограниченности пространства или из-за особенности расположения колонн обычные аутригерные стены или фермы использовать нельзя, применяют так называемые виртуальные аутригеры, или опоясывающие ферменные конструкции. В этом случае наружные колонны взаимодействуют с центральным ядром через жесткие опоясывающие ферменные конструкции и диафрагмы потолочных перекрытий, расположенные вровень с верхним и нижним уровнями каждой опоясывающей ферменной структуры. Данный подход устраняет необходимость в устройстве сложных соединений аутригеров с колоннами и центральным ядром. Он сводит к минимуму возможность случайной передачи нагрузок, возникающих из-за неравномерных сокращений между центральным ядром и периметром. Кроме того, опоясывающие ферменные структуры могут быть использованы совместно с обычными аутригерами. Это позволяет задействовать большее количество колонн обычных размеров вместо меньшего числа мегаколонн, что приводит к более равномерному размещению колонн по периметру.

Задействовав большее число колонн по периметру через аутригерную систему, структура становится более жесткой, передает больший опрокидывающий момент от

центрального ядра на периметр и равномернее распределяет опрокидывающие силы по основанию здания. Опоясывающие ферменные структуры являются наиболее эффективными, когда они охватывают весь периметр здания и включают в работу все внешние колонны. Оптимизацию систем, несущих нагрузки от собственного веса конструкции и поперечных сил, рекомендуется производить одновременно на самых ранних стадиях проекта. В этом случае можно создать максимально эффективную аутригерную систему: колонны будут размещены в наиболее оптимальных местах, а опоясывающие ферменные конструкции распределят вертикальные нагрузки между колоннами и фермами. Выбранная система имеет очень большое влияние на сам подход к проектированию. В проекте с использованием мегаколонн вертикальная нагрузка преднамеренно сосредоточена только на тех колоннах, которые соединены с обычными аутригерами. Мегаколонны получают ее от потолочных перекрытий либо через охватывающие фермы, либо через опоясывающие ферменные конструкции между мегаколоннами. Таким образом, собственный вес конструкции компенсирует опрокидывающие силы, а вес материала колонн повышает осевую жесткость. В конструкции строения с использованием обычных аутригеров, с большим числом колонн с каждой стороны здания, появляется необходимость в повышении жесткости диагоналей опоясывающей фермы и колонн по периметру – для равномерного распределения давления от аутригеров между колоннами и для получения максимальной отдачи от их жесткости. В конструкции опоясывающей фермы с виртуальными аутригерами угловые колонны обеспечивают большее сопротивление опрокидывающему моменту, но меньше работают на восприятие вертикальной нагрузки конструкции. Чтобы избежать этого, необходимо уделить особое внимание относительной жесткости всех элементов системы. В идеале элемент одного и того же размера должен одинаково хорошо работать как с точки зрения прочности, так и жесткости. Но использование ферм для перераспределения нагрузок может привести к увеличению количества материала, чтобы здание соответствовало требованиям прочности.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСПРЕДЕЛЕНИЮ СИЛ В АУТРИГЕРНЫХ СИСТЕМАХ

Когда структура с аутригерной системой воспринимает продольные нагрузки, ее аутригеры препятствуют скручиванию цен-



Взаимодействие ядра и плит перекрытий пола

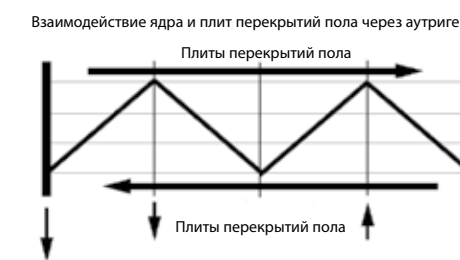


Рис. 2. Виртуальные аутригеры или опоясывающие ферменные конструкции (Источник: Наир, 1998)

трального ядра, так как расположенные по периметру колонны передают усилия в противоположных направлениях (тянут и толкают), тем самым корректируя наклон вертикальной изогнутой линии (рис. 3). Часть опрокидывающего момента, приложенного к центральному ядру, переносится на аутригеры. И наоборот, часть продольной нагрузки (растяжение в наветренных и сжатие в подветренных колоннах) переносится с аутригеров на центральное ядро (рис. 1). Обычно нагрузка от веса конструкции на колонны находится в допустимых пределах. Однако сопротивление растяжению всегда должно проверяться, начиная с нижней части самых верхних аутригеров. Напряжение в бетонных колоннах может привести к появлению трещин и снижению осевой жесткости, что влияет на поведение всей системы.

Величины отклонения и опрокидывающего момента центрального ядра являются функциями нескольких параметров, таких как прочность на изгиб ядра, прочность на изгиб аутригеров, расположение аутригеров по высоте здания, их осевая жесткость и т. д. (Lame, 2008). Те же самые жесткие аутригеры, гарантирующие совместную работу центрального ядра и колонн под воздействием поперечных нагрузок, обеспечивают их взаимодействие и при вертикальных нагрузках.

Аутригеры перераспределяют нагрузки между центральным ядром и колоннами при неравномерных деформациях материала (упругих или пластичных), усадке или изменении его размеров при колебаниях температур.

Вероятнее всего, что от собственного веса конструкции наибольшее напряжение возникает именно в колоннах, а не в стенах центрального ядра. Поэтому в случае, когда ядро и колонны изготовлены из одного и того же материала, аутригеры обычно переносят вес внешних колонн на центральное ядро (рис. 4). Если центральное ядро выполнено из железобетона, а колонны по периметру из стали, то с течением времени эффект меняется. То есть из-за усадки

и текучести материала центральное ядро сжимается больше. Эффект перераспределения нагрузки может быть минимизирован путем контроля последовательности этапов строительства или с помощью использования специальных соединительных элементов.

При использовании виртуальных аутригеров, или опоясывающих ферменных конструкций, аутригерные стены и фермы, напрямую соединяющие центральное ядро с колоннами, не используют, так как они не передают скручивание центрального ядра в виде толкающих и тянущих усилий на расположенные по периметру колонны. Вместо этого усилие скручивания ядра перемещает жесткую диафрагму потолочного перекрытия, соединенную с верхними и нижними соединительными элементами опоясывающей фермы, в горизонтальной плоскости. По мере того как горизонтальное смещение пытается повернуть опоясывающую ферму, она предотвращает этот поворот посредством пары сил в аутригерных колоннах (рис. 2). При этом осевые силы сосредотачиваются по углам здания из-за возникновения эффекта сдвига. Более равномерное участие в работе всех колонн по периметру происходит только тогда, когда наряду с опоясывающими фермами также используются виртуальные аутригеры. Они включаются в работу только при больших изменениях поперечной жесткости по периметру. Опоясывающие фермы также помогают лучше распределить нагрузки от веса конструкции между колоннами по периметру.

Воздействие горизонтальных сил от диафрагмы передается на систему опоясывающих ферм через штифты на их балках или через соединительные элементы бетон – бетон, используя при этом стальную арматуру бетона. Реальная оценка жесткости диафрагмы на сдвиг, в том числе на уменьшение ее жесткости из-за сдвига и трещин вследствие внутренних напряжений, имеет важное значение при прогнозировании поведения виртуальных аутригеров и их влияние на поведение здания в целом.



Рис. 1. Взаимодействие ядра и аутригеров (Источник: Taranath, 1998)



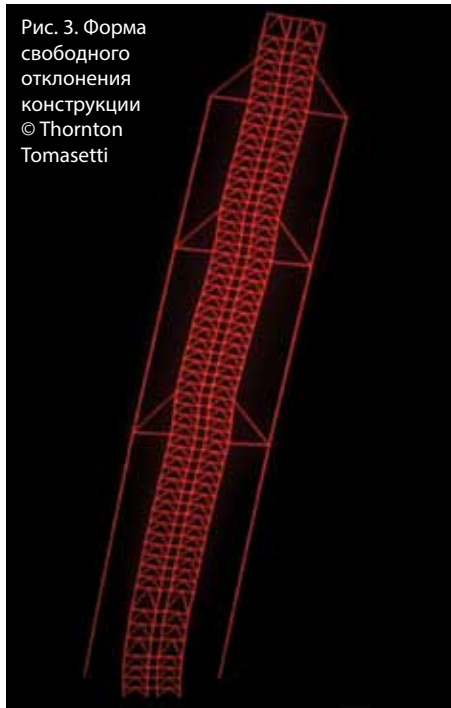


Рис. 3. Форма свободного отклонения конструкции © Thornton Tomasetti

Действие диафрагмы на сдвиг можно представить как стопу плоских панелей, опоясанных веревкой и растягиваемых в разные стороны. В данном случае работающие на сжатие диагональные распорки идут от центрального ядра и упираются в опоясывающие фермы по их периметру. В любом случае, жесткость реальной диафрагмы будет гораздо меньше, чем на то будут указывать общие размеры и свойства бетона.

Одним из главных преимуществ системы опоясывающих ферм является то, что на нее не влияет разница между значениями неупругих вертикальных деформаций ядра и колонн по периметру. Поэтому не происходит никакого переноса вертикальных нагрузок между стенами ядра и колоннами по периметру. Тем не менее, опоясывающие фермы все же могут испытывать перенос вертикальных нагрузок. Это происходит при попытке уравнивать осевые деформации, которые различаются по значению в соседних колоннах, расположенных по периметру.

В регионах с высокой сейсмической активностью использование опоясывающих ферм в качестве как виртуальных

ауригеров, воспринимающих поперечные нагрузки, и одновременно – как систему переноса веса конструкции на колонны, может быть проблематичным. При большом землетрясении опоясывающая ферма или ее элементы могут поддаться и недопустимо сократить или изменить направление распространения нагрузок от силы тяжести конструкции. Решение данной проблемы может заключаться в защите опоясывающей фермы, т. е. следует ограничить ее жесткость в других местах действия поперечных сил или сделать более прочными ее элементы, производя соответствующие расчеты на самых ранних стадиях проекта.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ АУРИГЕРОВ В ЗДАНИИ

Степень, с которой ауригерная система повышает жесткость здания и улучшает его устойчивость, сильно зависит от количества и местоположения ее ауригерных опор. Их расположение и эффективность зависят от четырех условий.

1. Количество ауригеров

Чем больше ауригеров, тем меньше возможность возникновения поперечного скручивающего момента, что, в свою очередь, ведет к повышению устойчивости. Однако установка каждого дополнительного набора ауригеров имеет и свои минусы, так как увеличиваются время и усилия для их возведения. Это также нарушает рабочий ритм, установленный при монтаже типовых этажей. Данные негативные последствия, влияющие на график строительства, могут быть сведены к минимуму применением специальных стратегий, как, например, «отключение стен», которое использовалось при возведении двух небоскребов Международного финансового центра в Гонконге (Two International Finance Centre). Даже если общее количество материала, необходимого для строительства здания, остается неизменным, его распределение между большим количеством ауригеров означает наличие множества деталей. С другой стороны, снижение количества ауригеров для уменьшения числа

возводимых частей и нестандартных этажей может привести к утяжелению элементов, что потребует больших строительных мощностей, более дорогостоящего монтажного оборудования и т. п. Затраты и выгоды должны быть тщательно взвешены. Кроме того, как описано ниже в разделе «Наличие пространства», возможные места расположения ауригеров обычно продиктованы функциональным назначением здания. Ауригеры обычно располагаются только на технических этажах и этажах-убежищах, если такие существуют.

2. Обычные или виртуальные ауригеры

Короткая траектория нагрузки, передаваемой от колонны к центральному ядру, которую обеспечивают обычные ауригеры, делает их жестче и эффективнее. Для достижения аналогичного эффекта жесткости с помощью виртуальных ауригеров (опоясывающие фермы или стены), их необходимо установить на большем числе этажей, чем обычные. Выбор между данными типами ауригеров на деле редко приводит к поиску компромисса, так как конкретные преимущества каждого из них обуславливают их использование при различных условиях строительства. Оба типа могут одновременно присутствовать в одном и том же здании, обеспечивая необходимую, достаточную жесткость и прочность. Но фермы из обычных ауригеров не могут быть размещены на любом этаже. Так, например, дифференцированное сокращение обычных ауригеров на одних этажах бывает более проблемно, чем на других.

3. Расстояние ауригеров от центрального ядра

Рисунок 5 иллюстрирует этот аспект с помощью очень упрощенных примеров. Здесь приведена только одна поперечная сила, приложенная к вершине здания, а центральное ядро, с точки зрения его работы на изгиб, принимается однородным по всей высоте. А также сопротивление ауригеров и центрального ядра на сдвиг приняты равными бесконечности. В данных примерах, при равном числе ауригеров, изменяя только их местоположение, можно уменьшить амплитуду «дрейфа» крыши более чем на 50%. Конечно, для реальных строительных конструкций решения не столь просты, так как там действуют распределенные поперечные силы, свойства центрального ядра изменяются по высоте и т. д.

4. Жесткость ауригерных колонн и ферм

Чтобы противостоять опрокидывающим силам, ауригерные фермы и колонны

должны обладать соответствующей жесткостью и устойчивостью. Достичь необходимой осевой жесткости колонны гораздо легче, если расстояние по вертикали от основания здания до ауригеров небольшое, даже если теоретически нижний уровень их размещения не оптимален. Способы оптимизации, такие как метод модульной нагрузки (Wada, 1990), могут быть очень полезными при определении степени важности различных элементов в обеспечении жесткости ауригерной системы. Общую жесткость системы также можно улучшить за счет значительного укрепления ее части, а не всей целиком.

Примером может служить утолщение ауригерных колонн на цокольном этаже и в вестибюле здания, но не в офисной зоне, где арендная площадь имеет ключевое значение. В случае, если не препятствует габаритная высота, диафрагмы потолочных перекрытий виртуальных ауригерных систем на этих этажах также делаются гораздо толще, чем обычно. Однако у этой стратегии существуют свои ограничения. Колонны ауригерной системы работают как ряд последовательных пружин высотой в этаж. Поэтому, в качестве компенсации за малую жесткость, в некоторых местах возможно понадобится установить их неприемлемо много. Еще одной проблемой является то, что жесткость способна меняться в зависимости от нагрузки, если опрокидывающие силы, передающиеся на ауригеры от ферм или стен, превышают минимальный вес конструкции. Эту проблему решают за счет структуры колонн, создав в местах их сращивания повышенную прочность на растяжение. В железобетонных или композитных колоннах встроенная в них сталь должна выдерживать напряжение на растяжение, а уменьшенная осевая жесткость может рассматриваться при поперечном анализе. Поскольку данный эффект не является линейным, его описание требует нескольких повторных анализов или использования нелинейного программного обеспечения.

НАЛИЧИЕ ПРОСТРАНСТВА

Для большинства зданий этот вопрос доминирует над всеми остальными. В конструкциях современных небоскребов обычно (но не всегда) самые большие технические пространства находятся в верхней части строения. Поэтому и ауригеры располагают здесь, даже если на самой вершине они будут не столь оптимальными из-за изгибов центрального ядра, как на $\frac{2}{3}$ высоты здания. Дополнительные ауригеры, как правило,

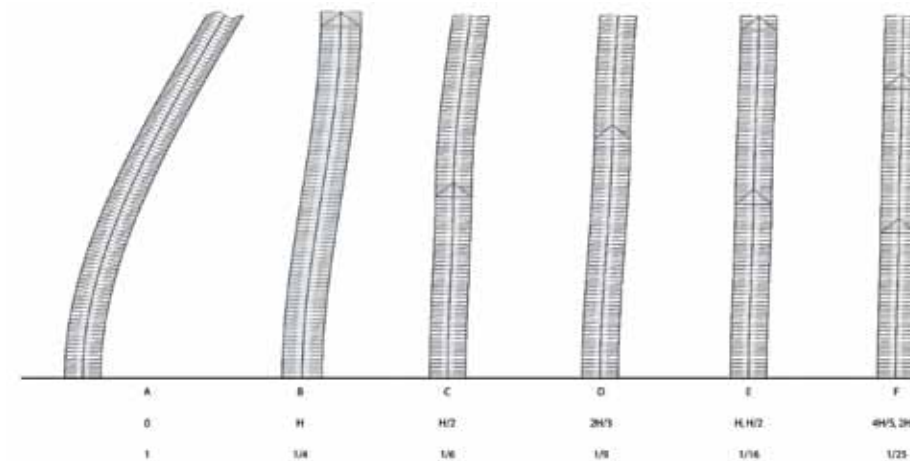


Рис. 5. Влияние ауригеров на амплитуду «дрейфа» крыши © Thornton Tomasetti

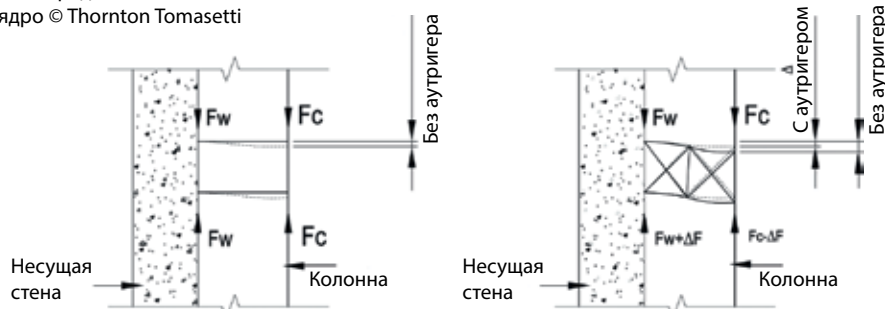
находятся на промежуточных технических этажах или на этажах-убежищах, если такие существуют. Такие пространства, подходящие для размещения ауригеров, могут располагаться через каждые 12–25 этажей (Gerasimidis, 2009). Если на данных этажах пространства для установки ауригеров не хватает, необходимо определить другие, пригодные для этой цели уровни, пользуясь критериями, приведенными в этом разделе.

Исследования по оптимизации размещения ауригеров (Gerasimidis, 2009) показывают, что первый ауригер лучше всего располагать на самом верхнем техническом этаже. Второй, такой же жесткости, было бы идеально расположить на $\frac{1}{2}$ высоты здания. Этот ауригер будет контролировать общий «дрейф» небоскреба. Если жесткость второго ауригера не равна жесткости первого, то его расположение может отличаться от указанного. Если местоположение второго ауригера определено по другим критериям, таким как доступность пространства, то его жесткость должна быть подобрана таким образом, чтобы его работа могла обеспечить максимальную эффективность. Данный подбор жесткости может включать в себя подгонку размеров элементов ауригерных ферм или площади колонн – как под, так и над этажом размещения второго ауригера. Еще одна сложность заключается в том, что ауригерные системы являются неопределенными. То есть жесткость ауригеров на любом уровне здания зависит от работы ферм на данном уровне и от количества колонн, работающих с ауригерами на разных уровнях. В результате, оптимальное местоположение ауригеров и размеры их элементов во многом зависят от характера изменения соотношения размера колонн с высотой.

Таким образом, все рекомендации по расположению ауригеров в высотном здании основаны на ряде предположений

относительно центрального ядра, колонн, жесткости ауригеров, распределения продольных нагрузок и на других параметрах. Исследования показывают, что, если в здании есть только один этаж с ауригерами, его оптимальное местоположение находится на уровне от $\frac{1}{4}$ до $\frac{2}{3}$ высоты здания, считая от земли (рис. 5). Наличие такого широкого спектра потенциально оптимальных уровней демонстрирует всю сложность, присущую процессу поиска места для размещения ауригеров. Например, ауригеры на высоте $\frac{1}{4}$ здания кажутся слишком низко расположенными, чтобы в должной мере разгрузить центральное ядро от опрокидывающего момента. Другое общее руководство по оптимизации конфигурации ауригерной системы с n уровнями гласит, что ауригеры должны располагаться на высотах от $1 / (n + 1)$ до $n / (n + 1)$ (Smith & Coull, 2007; Bayati et al., 2008). При наличии только одного ауригерного этажа его рекомендуется устраивать на $\frac{1}{2}$ высоты здания. При наличии двух ауригерных этажей их оптимальным расположением считаются отметки $\frac{1}{3}$ и $\frac{2}{3}$ высоты здания. Однако если один из ауригерных этажей размещен у самой вершины небоскреба, то оптимальное местоположение второго находится на $\frac{1}{2}$ высоты здания. Другие руководства рекомендуют в данном случае располагать второй ауригерный этаж на уровне 60% от высоты здания. При наличии трех ауригерных этажей их рекомендуется располагать следующим образом: на $\frac{1}{4}$, на $\frac{1}{2}$ и на $\frac{3}{4}$ высоты. Но в случае, если один из них находится у самой вершины здания, два других должны располагаться на $\frac{1}{3}$ и на $\frac{2}{3}$ высоты. Как было отмечено выше, при выборе этажей для размещения ауригеров необходимо учитывать наличие для этого свободного пространства и влияние выбранных размеров элементов фермы на эту неопределенную систему. ■

Рис. 4. Передача силы тяжести с колонн на ядро © Thornton Tomasetti



НЕБОСКРЕБНЫЙ КЕРЛИНГСТРОЙ НА КОРОТКИХ БУРОНАБИВНЫХ СВАЯХ



Особенность возведения небоскребов заключается в том, что их высота значительно превышает горизонтальные размеры, это вовлекает в работу большие по глубине массивы грунтов, которые обязаны обладать устойчивой прочностью и своими осадками не выходить за границы нормируемых пределов.

Текст: ВИКТОР ИРХИН, инженер-строитель, изобретатель

Общеизвестно, что грунтовые основания, помимо скальных, являются наиболее деформируемыми частями высотных зданий, и проблема их обеспечения нормируемыми осадками приходится часто решать за счет примененияисячих свай.

К примеру, для ожидаемой осадки 22,5 см с помощьюисячих свай создано грунтовое основание под возводимую башню «Лахта-центр» в Санкт-Петербурге. Общее количество буронабивныхисячих свай – 260, диаметр свай 2 м.

Каждый, кто в России проектирует свайные фундаменты расчетными методами, являясь пользователем СП 50-102-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов», должен применять табличные значения расчетных сопротивлений грунтов, как по боковым поверхностям, так и под нижними концамиисячих свай.

Однако сравнение расчетных сопротивлений

глинистых грунтов под нижними концами свай в таблицах 7.7 и 7.1 свидетельствует не в пользу применения буронабивных свай.

Так, например, расчетное сопротивление глинистого грунта R с показателем текучести $I_L = 0$ на глубине 15 м для буронабивных свай имеет значение 1800 кПа, а для забивных при тех же грунтовых условиях – 11 700 кПа. Сопоставление этих значений показывает, что буронабивная свая в данном примере использует несущую способность только на 15,4% (1800 × 100 / 11 700). Этот фактор является причиной формирования грунтовых оснований с применением очень длинных свай. К примеру, в основании башни «Лахта-центр» применены сваи длиной 55 и 65 м.

Повысить расчетные сопротивления грунтовых оснований под буронабивными сваями можно только тогда, когда известны нагрузки, увеличивающие осадки до того уровня, когда грунт из-под сваи начнет раздвигаться в стороны от воздействия сформированного по ходу перемещения сваи абсолют-

но жесткого конуса из минеральных частиц (рис. 1).

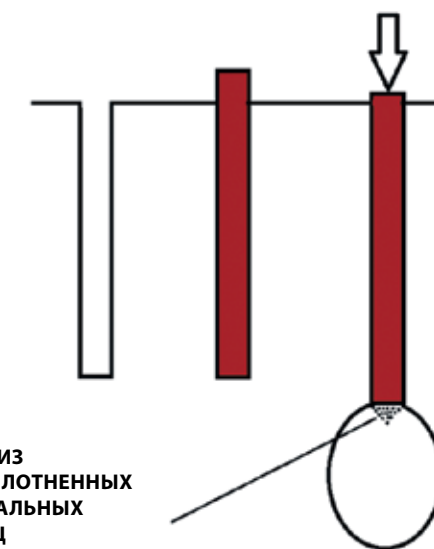
В этих случаях напряженно деформируемые состояния сжимаемого грунта под буронабивными и забивными сваями на одной и той же глубине будут практически одинаковы, а стало быть, такими же будут и расчетные сопротивления.

Определить расчетное сопротивление грунтов под нижним концом сваи можно и с помощью третьего множителя в формуле (5.32) (см. СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений»), но, как показывают многочисленные эксперименты с малоуглубленными фундаментами, эта формула дает заниженные результаты, часто в 1,5–2,5 раза. Наиболее правдоподобные значения расчетных сопротивлений грунтов можно получить по результатам воздействий на плоское дно пробуренной скважины, вдавливаемой сваей-зондом квадратного сечения с цилиндрическим нижним концом. Вдавливаемое воздействие должно осуществляться ступенями с фиксацией на каждой ступени нагрузок и соответствующих осадок.

Предельные значения осадок оснований сегодня нужно рассматривать как искусственное препятствие для эффективного использования несущих возможностей грунтовых оснований. Мы вынуждены ограничивать осадку основания под башней «Лахта-центр» только потому, чтобы не превысить ее предельный крен.

Керлингтехнологии способны регулированием осадокисячих буронабивных свай управлять текущим креном возводимых башен по всей траектории их вертикального движения.

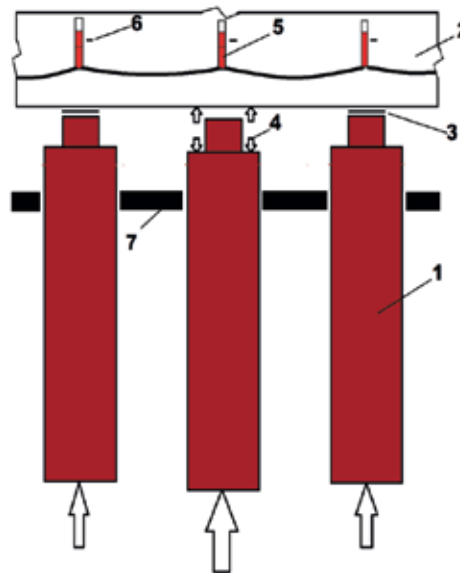
Номенклатура свай (табл. Г.2, СП 50-102-2003) включает в себя различные типы буронабивных свай, но для керлингтехнологий нужны особые типы свай, голова которых должна располагаться на могучих плечах. Плечи могут быть и приставные, бетонируемые совместно с оголовком.



КОНУС ИЗ ПЕРЕУПЛОТНЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ЧАСТИЦ

Рис. 1. Изготовление буронабивной сваи с определением несущей способности грунта под ее нижним концом

Рис. 2. Фрагмент свайной ростверки с домкратным регулированием осадки средней сваи



По керлингтехнологии сваи 1 (рис. 2) устраивают со строительным подъемом. Плечи нужны, чтобы на них устанавливались гидравлические домкраты. Домкратные усилия 4 для дополнительных осадок нужно прикладывать по ходу строительства и только к тем сваям, над которыми уровень жидкости в колбе гидронивелира 5 оказался выше стартовых отметок 6, нанесенных на поверхности подвальных стен или жестких балок 2 после их изготовления.

Плита 7 устраивается до бетонирования стен с тем расчетом, чтобы не препятствовать вертикальным перемещениям свай.

Однако имеется возможность вдавливать сваи через одну, если уровень жидкости в колбе окажется выше стартовой отметки. Только в первом случае ставят дополнительные пластины 3, а во втором их не ставят или они изымаются. Второй случай более рационален, и применять его необходимо на начальном этапе строительства. Так как в недостроенной башне рассчитанные на максимальные нагрузки стены и балки обладают высокой перерас-

пределительной способностью, то для использования этой способности пакеты из пластин нужно закладывать перед их бетонированием. Изымать пластины нужно поштучно, по мере необходимости.

Дополнительная осадка свай с установкой или без установки пластин – это та необходимость, которая должна обеспечивать не только текущий нормируемый крен возводимой башни, но и снижать общие изгибающие моменты в опираемых на сваи конструкциях.

Преимущества:

1) свайное фундаментостроение не зависит от деформационных свойств оснований, потому что регулировать наклоны башни воздействиями свай на нижние поверхности стен и жестких балок можно вплоть до устойчивого равномерного вертикального перемещения башни;

2) отсутствует необходимость устраивать длинные и бареттные (стеновые) сваи. Они должны быть короткими и при необходимости с развитым уширением нижней части ствола.

К недостаткам керлингтехнологии следует отнести работу с тяжелыми гидравлическими домкратами, особенно на стадии завершения строительства, поэтому для их монтажа, демонтажа и транспортирования требуются специальные технические средства.

Ниже приводится расчет сваи с применением СП 50-102-2003, исходя из новых условий.

Исходные данные:

длина сваи – 15 м, диаметр сваи – 2 м, диаметр уширения сваи – 3 м, площадь опирания уширения сваи – 7,07 кв. м, расчетное сопротивление грунта под нижним концом – $R = 11\,700\text{ кПа}$ (табл. 7.1, $l_1 = 0$).

Результат вычислений:

несущая способность грунта под уширением сваи – 82 719 кН (формула 7.8); расчетная нагрузка на сваю – 59 085 кН (формула 7.2).

Данные реализуемого проекта:

вес башни – 5 000 000 кН, количество свай – 260, средняя расчетная нагрузка на одну сваю – 19 230 кН.

Вывод: $19\,230\text{ кН} < 59\,085\text{ кН}$. Занижение в 3 раза.

Это означает, что под башней можно разместить только 87 свай или меньше, если учитывать несущую способность грунта по боковой поверхности, и то, что консистенция вендских твердых глин $l_1 < 0$ (рис. 3).

Расчет будет окончательным, если все сваи разместить в один ряд с определенным шагом под несущими стенами и жесткими балками, иначе придется снова выполнять расчет, варьируя глубиной заложения свай и их уширениями.

Применение керлингтехнологии требует следующих изменений конструктивных решений в нижнем подземном этаже башни (рис. 4):

1) нагрузки от несущих стен и стен лифтовых шахт должны передаваться только на сваи с регулируемой осадками, последние через жесткие балки;

2) нагрузки от колонн должны передаваться на несущие стены с помощью подбалок в уровнях перекрытий подземных этажей, естественно, если нет возможности устраивать под ними стены;



Рис. 3. Схема основания башни «Лахта-центр»

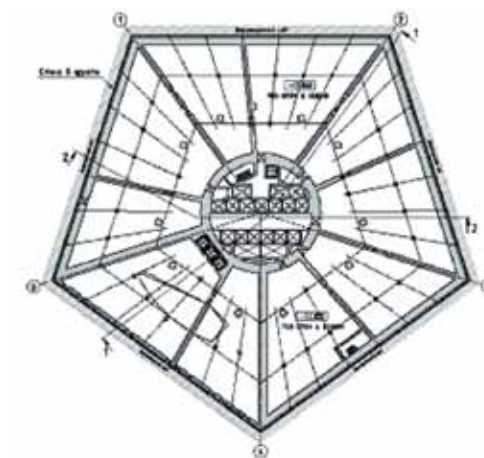
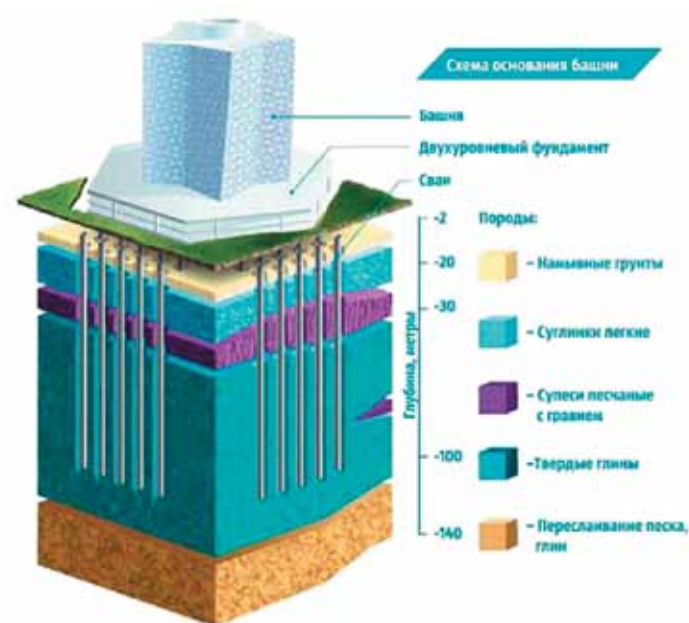


Рис. 4. План нижнего подземного этажа башни «Лахта-центр»

3) вместо фундаментной плиты будет плита, свободная от нагрузок, передаваемых через несущие стены и балки. Она должна закладываться ниже свайных плеч, на глубине, превышающей ожидаемую осадку. Засыпку пазух нужно осуществлять после того, как произойдет текущая осадка башни с сохранением вертикальности, и после того, как зазор между низом стен и плитой заделают легкосжимаемым и водонепроницаемым материалом;

4) растягивающие усилия в местах соединения стен и свай должны восприниматься арматурой с петлевыми выпусками, которые могут временно соединяться стяжными винтами.

Существует устойчивое научное заблуждение, что превышение предельных деформаций оснований фундаментов всегда связано с деформационными конфликтами между основаниями и зданиями. Керлингтехнологии, регулирующие осадки оснований, выявляют другое направление: строить можно не только без деформационных конфликтов, но и со значительным сбережением ресурсов. Путевкой для внедрения керлингтехнологий служит Приложение Д СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений» и его примечание в п. 7, которое дает добро на превышение табличных значений предельных деформаций оснований фундаментов объектов нового строительства. Предельной деформацией основания теперь нужно считать ту осадку, которая возникает под фундаментом, нагружаемым расчетной нагрузкой.

Технические решения по возведению зданий с регулированием осадок отражены в патенте РФ

№ 2167243 «Способ посадки зданий на нескальные основания», действующем на территории России с 1999 года. Но, к сожалению, повлиять на экономику возводимой башни «Лахта-центр» патент не смог, и только потому, что керлингтехнологии в целом не являются продуктом научной мысли. А все, что рождается за стенами научно-исследовательских институтов, не находит прописки в действующих СП, хотя все технологические процессы, входящие в керлингтехнологии, давно известны, апробированы и составляют продукт научных разработок.

В 2013 году в г. Грозном произошла презентация макета башни «Ахмат». Есть надежда на то, что для этой башни среди рассматриваемых различных вариантов фундаментов будет и фундамент на коротких сваях с регулируемой осадками. ■



ПАССИВНАЯ ОГНЕЗАЩИТА

Комплексная противопожарная защита высотных зданий является, пожалуй, наиболее сложной с технической точки зрения. Ее решение требует объединения самых разных компетенций и ответственности всех участников на всех стадиях реализации проекта. Заказчик (владелец здания), архитектурные бюро, проектные, генеральные, субподрядные, монтажные и эксплуатирующие организации – все должны действовать в рамках единой концепции и идеологии эффективности и безопасности.

Текст: АЛЕКСЕЙ ЛЕЙХНЕР, директор по развитию Группы компаний «Пожтехника»



Безопасная эксплуатация высотного здания закладывается еще на стадии проектирования за счет применения пожаробезопасных строительных материалов, специального инженерного оборудования и технических средств, прошедших реальные испытания и, само собой, имеющих все необходимые сертификаты соответствия. Организации, задействованные в проекте, также должны иметь лицензии на проектирование специальных разделов, монтаж, наладку, эксплуатацию и техническое обслуживание противопожарных систем и, что немаловажно, обладать опытом и пониманием специфики противопожарной защиты именно высотных зданий.

Противопожарная защита объекта обеспечивается также за счет комплексных объемно-планировочных решений и конструктивных особенностей здания, установкой систем автоматической пожарной сигнализации, пожаротушения, дымоудаления и подпора воздуха, ограничивающих распространение возможного пожара и обеспечивающих безопасную эвакуацию людей.

К организационно-техническим мероприятиям относится создание на объекте специальной службы, осуществляющей контроль за соблюдением мер пожарной безопасности в здании, эксплуатацией и техническим состоянием систем противопожарной защиты.

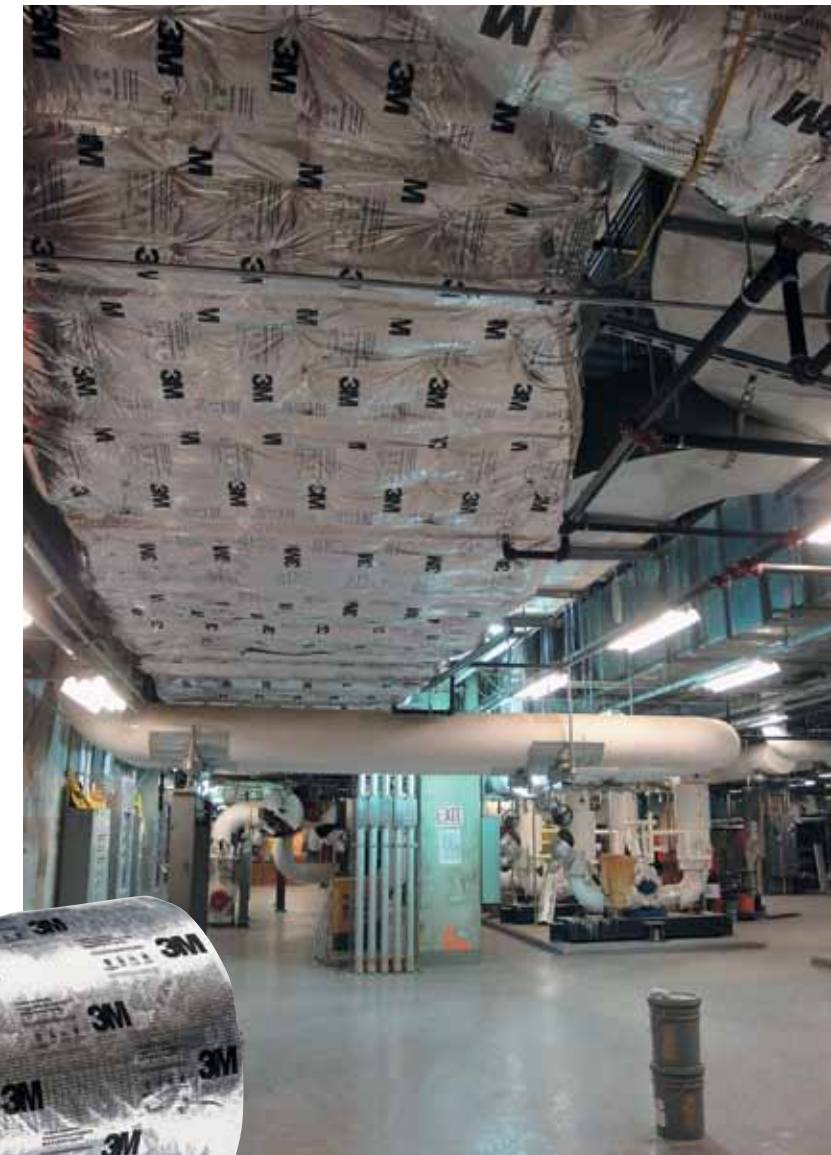


Эффективная система противопожарной защиты состоит из четырех важнейших компонентов:

- нераспространения;
- обнаружения;
- оповещения;
- тушения.

В рамках данной статьи мы рассмотрим первую, базовую, составляющую – обеспечение нераспространения пожара. Речь идет о комплексном решении в области пассивной огнезащиты зданий и сооружений. Основная задача и идеология этих систем – это удержание и локализация возгорания в месте (помещении) его первоначального возникновения, с целью нераспространения продуктов горения и, собственно, пламени на смежные помещения и отсеки здания. Пожарная безопасность – это, в первую очередь, сохранение жизни и здоровья людей, находящихся в зоне риска. Вторая по очереди, но не по значимости задача – минимизация ущерба, причиняемого пожаром, зданию. Сегодня они с успехом решаются при использовании материалов пассивной огнезащиты FireStop производства компании 3M. Эти решения многократно опробованы не только в США – стране, являющейся технологическим лидером в сфере строительства высотных зданий, но и в стремительно взмывающих ввысь мегаполисах Китая, Малайзии, ОАЭ, Саудовской Аравии и других «молодых экономик» современного мира.

Далеко не всем известно, что основным фактором риска для человека во время пожара является вовсе не огонь. Беспристрастная статистика такова, что большинство летальных случаев вызваны не термическим воздействием, а отравлением продуктами горения – дымом и токсичными газами, образующимися при сгорании различных материалов, в первую очередь пластиков и полимеров, применяемых как в конструктивной и инженерной инфраструктуре зданий, так и в отделке помещений, мебели и бытовых приборах.



Изолирующая огнезащита воздуховодов 3M™615+



Огнезащитная мастика CP 25WB+



Огнезащитная закладная гильза

Ключевым фактором в данной ситуации является максимально быстрое тушение пожарных выходов и путей эвакуации. Однако здание может иметь невидимые на первый взгляд, конструктивные недостатки, которые позволят быстро распространиться огню и дыму, что не только усложнит работу пожарных расчетов, но и поставит под угрозу безопасность эвакуирующихся из здания людей.

Наиболее распространенное решение для снижения риска развития большого пожара – это установка спринклерных систем водяного тушения, однако они имеют ряд недостатков и ограничений. Системы спринклерного тушения всегда энергозависимы и есть риск, что, как и любое инженерное оборудование, они могут оказаться частично или

полностью неисправными при запуске. Кроме того, оросители предназначены для локализации, а не тушения, и не гарантируют полного подавления огня, дыма и токсичных газов – продуктов термического распада различных материалов. Их задача – замедлить распространение огня до прибытия пожарных расчетов и не более.

К сожалению, в России практическое использование современных средств пассивной огнезащиты не носит системного характера. Это связано с тем, что наша нормативная база недостаточно быстро реагирует на появляющиеся новые технические решения в этой области. Кроме того, проектные организации не всегда оперативно проводят подготовку своих кадров. Между тем, применение этих систем в строительстве имеет огромное значение, в особенности при возведении высотных зданий, а также всех промышленных, технологически емких объектов и сооружений.

Если строение спроектировано и возведено с учетом всех требований безопасности и вариантов развития пожара, оснащено защитой проемов, кабельных проходок, конструктивных сочленений и разделено на огнеупорные отсеки, то пожарные расчеты имеют больше времени и возможностей для эвакуации людей и эффективного тушения пожара. Само возгорание, благодаря применению комплексной системы пассивной огнезащиты, локализуется в месте его возникновения, не распространяясь на соседние помещения и объекты.

Собственно в этом и заключается концепция пассивной огнезащиты зданий и сооружений.

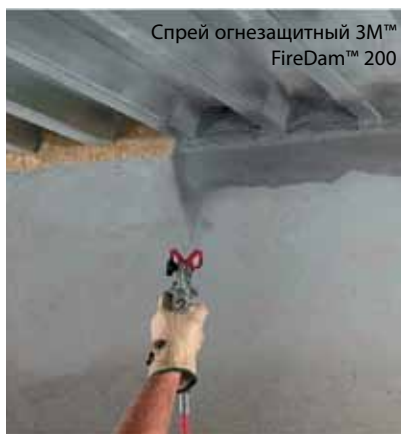
Так каковы же основные технологии и материалы для предотвращения распространения пожара и средства его локализации? Рассмотрим этот вопрос более подробно.

По результатам натурного моделирования пожара определено, что в негорящем помещении, объемом 10 м³, смежном с местом развития пожара, при наличии в стене между ними сквозного отверстия диаметром ≈ 8 мм, через 3 минуты 40 секунд видимость становится почти нулевой. В результате человек не может разглядеть даже собственной вытянутой руки (≈ 0,5 м). Этот тест наглядно демон-

Огнезащитная кабельная гильза



Подушки огнезащитные самофиксирующиеся ЗМ™



Спрей огнезащитный ЗМ™ FireDam™ 200



стрирует важность комплексного применения решений пассивной огнезащиты на всех этапах строительства объектов. Ведь в случае реального пожара человек, оказавшийся в условиях такой задымленности, имел бы весьма скромные шансы быстро покинуть здание без риска отравления токсичными газами и продуктами горения.

Основными путями проникновения огня и дыма в негорящие помещения являются:

- открытые проемы, двери, окна;
- сочленения несущих конструктивных элементов, стены, перекрытия, крыша;
- трубные и кабельные проходки;
- система вентиляции, воздухопроводы.

Какие же средства пассивной огнезащиты применяются для минимизации пожарных рисков?

Решение зависит от механизма действия и физических свойств материалов, которые делятся на следующие четыре группы:

- вспучивающиеся;
- эндотермические;
- абляционные;
- изолирующие.

Рассмотрим их более подробно.

Вспучивающиеся материалы увеличиваются в объеме под воздействием тепловой энергии горения. Процесс начинается при температуре ≈ 100 °С. Реакция проходит с образованием негорючего материала – графита, который, расширяясь, запечатывает открытый проем, останавливая распространение пожара. Максимальное расширение достигается при температуре ≈ 540 °С с образованием жесткого монолитного негорючего состава, который эффективно приме-



Огнезащита кабельных лотков эндотермическим материалом Interam

няется для защиты трубных и кабельных проходок.

Эндотермические материалы абсорбируют тепловую энергию с разрушением собственной структуры. К ним относится гипс, который в своем составе содержит воду в кристаллической форме. В основе эндотермической технологии Компании ЗМ – химически связанная вода, которая, высвобождаясь под воздействием энергии горения, затормаживает процесс теплопередачи на защищаемую структуру. Высвобождение химически связанной воды начинается при температуре 316 °С. Абсорбция тепловой энергии материалом, который находится под термическим воздействием, создает эффект охлаждения на защищаемой структуре. Эта продукция эффективно применяется для защиты несущих металлоконструкций, кабельных трасс, топливопроводов и емкостей с химическими и горючими жидкостями.

Абляционные материалы замедляют процесс передачи тепловой энергии, разрушаясь при горении. Эту группу продуктов представляют замазки и мастики ЗМ, которые в сочетании с другими материалами эффективно применяются для защиты трубных и кабельных проходок, а также открытых проемов. Кроме того, часть из них обладает гидроизоляционными свойствами, что имеет огромное значение при срабатывании системы спринклерного водяного тушения и при проливе помещений пожарными расчетами. Применение мастик ЗМ позволит избежать пролива воды на нижние этажи здания и минимизировать ущерб.

Изолирующие гибкие материалы препятствуют передаче энергии горения, обладают низкой теплопроводностью. Они стабильны при высоких темпе-

ратурах, в отличие от решений на основе стекловолокна, которые в подобных условиях плавятся и теряют структурную целостность. Изолирующие материалы производства ЗМ могут быть из керамического или минерального волокна. Они эффективно применяются для защиты воздуховодов, жироуловителей, вентиляционных коробов.

Рассмотрим применение перечисленных материалов на конкретном примере – использование пассивной огнезащиты для высотного здания.

Многие элементы несущих конструкций и инженерной инфраструктуры небоскреба нуждаются в противопожарной защите. Кабельные трассы, которые являются «нервными проводящими путями» здания, наиболее уязвимы для огня. Даже современные, не поддерживающие горение кабели являются значительной пожарной нагрузкой, не говоря уже о более дешевых, горючих. При этом кабельные проходки становятся «идеальными» путями для распространения огня и

дыма. В качестве примера можно привести пожар на Останкинской телебашне. Кабельные трассы, несущие критическую функциональную нагрузку в системе BMS (система диспетчеризации здания), защищаются гибкими эндотермическими матами FireStop Interam™, обеспечивающими рейтинг огнезащиты от 30 минут и более (до 4 часов). Этого времени, которое выиграно у пожара, достаточно для эвакуации людей, применения средств первичного пожаротушения и прибытия пожарных расчетов. Проходки кабельных трасс закрываются композитными огнезащитными панелями и герметизируются от проникновения дыма и токсичных газов специальной огнеупорной мастикой. То же относится и ко всем трубным проходкам, которые являются «слабыми точками» здания. Повсеместно применяющиеся в системах водоснабжения, отопления и канализации полимерные трубы также несут значительную пожарную нагрузку, а выгорая, открывают путь распростра-

нению огня и дыма. Здесь применяются специальные вспучивающиеся огнезащитные материалы, которые, увеличиваясь в объеме в несколько раз, запечатывают отверстие трубной проходки, останавливая таким образом развитие пожара.

Есть еще один путь, по которому очень быстро распространяется горение внутри здания, – это система вентиляции. Здесь эффективным барьером огню могут стать изолирующие материалы на основе минеральных или керамических волокон, которые имеют рейтинг огнестойкости до 3 часов.

Современные высотные здания в обязательном порядке обеспечиваются аварийными системами резервного электропитания. Собственно, это дизельные генераторы, имеющие запас горючего и «обязанные» системой топливопроводов, идущих от емкостей с топливом к генераторам. Для их защиты идеально подходят эндотермические маты, которые не допустят нагрева горючей жидкости внутри резервуара. В самом помещении дизель-генераторной целесообразно предусмотреть установку системы активного пожаротушения, например компактную автоматическую установку газового пожаротушения на основе безопасного ГОТВ Noves-1230™ также производства ЗМ.

И последнее. Современные высотные здания это сталь и бетон. Высокопрочная сталь несущих металлоконструкций очень уязвима перед огнем. При нагреве свыше 500 °С металл утрачивает структурную целостность, что приводит к разрушению несущих конструкций. Согласно выводам специальной комиссии правительства США, сделанным по итогам скрупулезного расследования событий 11 сентября 2001 года, стремительный коллапс башен-близнецов Международного торгового центра в Нью-Йорке произошел, в основном, из-за быстрого расплавления несущих стальных конструкций, которые практически не были защищены (слой огнеупорной краски долго не обновлялся и к моменту трагедии в значительной мере утратил свои свойства). Если бы для защиты стальных конструкций применялись эндотермические маты типа FireStop Interam™, то урон этим зданиям ограничился бы разрушениями на верхних этажах, полученными в результате непосредственных ударов от врезавшихся в них авиалайнеров. Но при отсутствии должной защиты металлоконструкций, даже локальное возгорание в любой (!) точке высотного здания способно привести к аналогичным последствиям. Поэтому чрезвычайно важно, чтобы несущие конструктивные элементы небоскребов были надежно изолированы от подобного риска за счет современных, долговечных, легких в применении материалов. Защита несущих колонн и балок осуществляется таким же эндотермическим материалом FireStop Interam™, который обезопасит их на срок до 4 часов и более в зависимости от количества его слоев, при углеводо-



Топливопровод до монтажа огнезащитного покрытия



Огнезащитный эндотермический мат Interam



Поверхности обработаны огнезащитным спреем ЗМ™ FireDam™ 200



Применение огнезащитной мастики CP 25WB+ и композитного листа CS-195+

родном, целлюлозном и реактивном горении с температурой до 1200 °С (!).

Подводя итог, важно еще раз отметить, что противопожарная защита – это специальная область знания; наука, состоящая из комплекса технических решений, которые не подменяют, но дополняют друг друга. Использование активных систем пожаротушения, таких как спринклерные системы или установки газового пожаротушения, не отрицает и не избавляет от необходимости применения пассивной огнезащиты. Важно системное использование всех решений, в совокупности дающих гарантию безопасности людей и сохранности зданий и имущества.

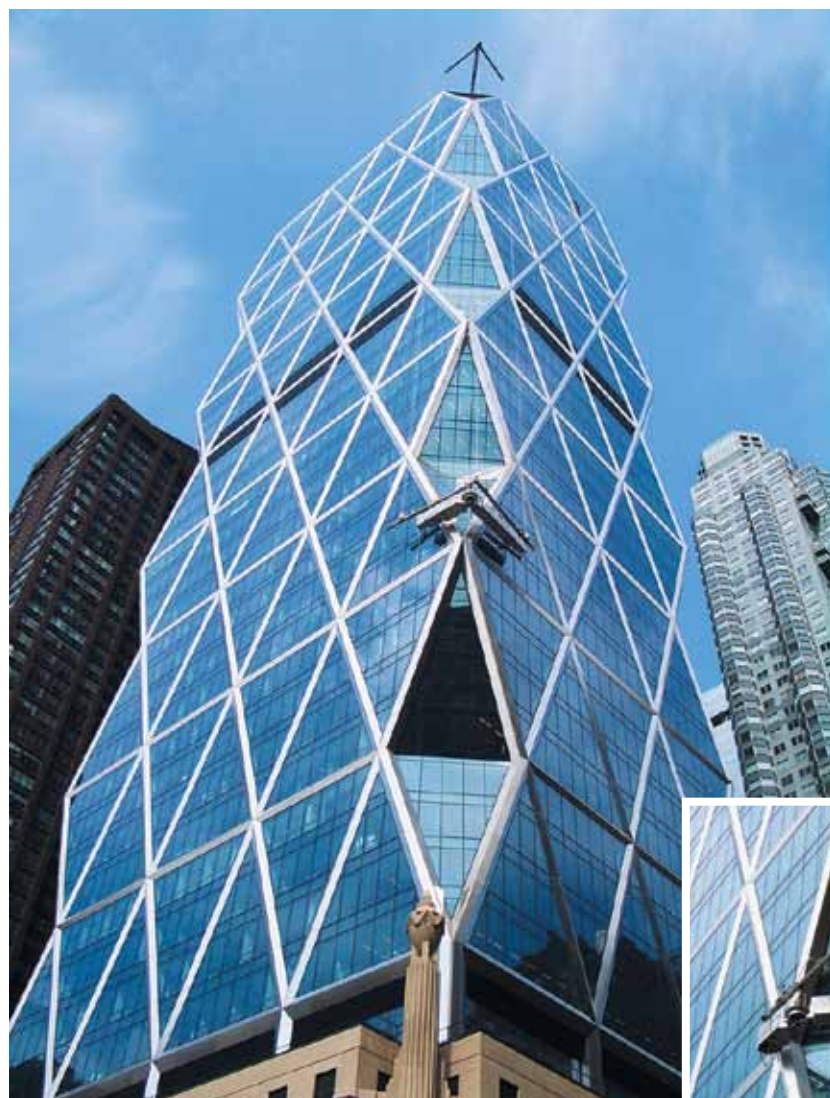
Остается лишь добавить, что Группа компаний «Пожтехника» является интегратором комплексных систем пожарной безопасности любого уровня сложности и эксклюзивным дистрибьютором материалов пассивной огнезащиты FireStop производства Компании ЗМ на территории России. ■

Применение огнезащитной мастики CP 25WB+ и композитного листа CS-195+

НЕ КАСАЯСЬ ЗЕМЛИ

Вот уже более ста лет человечество рвется ввысь, покоряя все новые высоты в строительстве небоскребов: сто метров, пятьсот, километр... Но мало только возвести подобное сооружение, его нужно еще и поддерживать в рабочем состоянии. А чем оно выше, тем сложнее это делать.

Материалы предоставлены Tractel Group



Оборудование Tractel для обслуживания фасадов Hearst Tower

Транснациональная корпорация Tractel Group специализируется на создании и производстве оборудования для технического обслуживания фасадов высотных зданий. Офисы ее торговых представителей располагаются в 15 странах на четырех континентах планеты. В основе стратегического развития Tractel Group – технологические инновации, контроль за затратами и глобальный маркетинг, в центре которого находится продукция, пользующаяся успехом у профессионалов во всем мире.

HEARST TOWER

На пересечении Восьмой Авеню и Пятьдесят седьмой улицы Нью-Йорка в 2006 году появился 46-этажный небоскреб Hearst Tower. Эта коммерческая офисная башня из стекла и стали была надстроена над зданием Хёрста, которое было возведено еще в 1928 году. Оригинальное строение, спроектированное Foster and Partners и Adamson Associates и построенное Turner Construction, имеет характерную «сетчатую» оболочку, которая придает ему поразительный вид. Углы «диагональной сетки» были усечены, что сделало большинство этажей более открытыми и обеспечило их обитателям панорамные обзоры окрестностей. Вот для обслуживания такого сложного фасада компания Tractel должна была поставить и смонтировать специальное оборудование.

Перед инженерами из Tractel стояла задача разработать систему, которая обеспечивала бы доступ не только к прямым участкам навесной стены, но и могла бы за счет трансформации своей конфигурации помочь подобраться к западающей поверхности остекления. Решение, созданное Tractel, предполагает использование уникальной поворотной распределительной балки, закрепленной в трех точках при помощи подъемных устройств Tractel Twin Tirak™, с тележками и сделанной на заказ откидной платформой с телескопическими концевыми секциями. Конфигурацию платформы можно изменить из прямолинейной в правильный треугольник. Она может перемещаться при помощи роликов распределительной балки и удлиняться, образуя прямую диагональ поперек ее стержня.

Распределительная балка образует прямой угол с внешней стороной здания, а платформа передвигается перпендикулярно западающим поверхностям. Надежное функционирование достигается за счет технологии, используемой в лебедке Tirak™, которая предусматривает уникальный способ выравнивания ее положения на фасаде посредством программируемых автоматизированных независимых механизмов управления подъемником.

Компания Tractel была выбрана в качестве поставщика оборудования для технического обслуживания фасада прежде всего потому, что она единственная удерживает лидирующие позиции в данной отрасли и имеет возможность выпускать эту уникальную высокопроизводительную систему. Независимая подъемная система Twin Tirak™ обеспечила необходимую маневренность платформы, став полноценным решением по техническому обслуживанию фасада. Она используется уже в течение длительного времени и гарантирует бесперебойную работу на долгие месяцы.

При создании оборудования специалисты Tractel тесно сотрудничали с командой архитекторов, чтобы разработать четыре отдельные монорельсовые и порталные системы для обеспечения доступа к внутреннему и внешнему пространству фойе, застекленной крыше и ресторану на верхнем этаже здания. Tractel также установила системы защиты от падения с высоты для рабочих, обслуживающих водный объект «Ледопад», расположенный в большом атриуме, а также и страховочную систему ограждения на крыше.

MELLON В ПИТТСБУРГЕ

Еще один объект, обслуживаемый оборудованием Tractel, – Mellon Bank Center. Это 54-этажное здание со стальными навесными фасадами, расположенное в Питтсбурге, штат Пенсильвания, построено в 1990 году. Когда было принято решение его перекрасить, то пригласили представителей Tractel. Задача специалистов компании заключалась в создании безопасного и эффективного способа доступа рабочих на разных этапах ремонта строения. В результате был разработан комплексный план проведения работ, предусматривающий методы подъема на высоту различных гидроструйных шлангов сверхвысокого давления и вакуумных шлангов, использующих отработанную воду, и их эксплуатацию.

Наряду с представителями банка Mellon проектная группа включала несколько компаний: конструкторскую фирму H. F. Lenz Company, а также Hall Industries, DRS Architects, консультантов по покрытиям из KTA-Tater, представителей Tractel и NLB Waterjet Corp. Компания Turner Construction была приглашена в качестве руководителя работ, а Thomarios/Courtman – в качестве подрядчика по покраске.

Окончательный стратегический план по обеспечению полного



Покраска фасадов Mellon Bank Center

доступа к зданию заключался в использовании многочисленных, специально изготовленных фирмой Tractel подвесных платформ и угловых платформ наряду с уже существующим оборудованием того же производителя, которое применяется в настоящее время для мытья окон и несложного эксплуатационного обслуживания.

BIOSPHERE 2

Свой вклад компания Tractel вносит и в научные открытия. Ее специалисты спроектировали и построили оригинальную стационарную установку, которая позволяет ученым собирать данные, не нарушая равновесия окружающей среды.

В то время как студенты и ученые занимались разгадыванием эволюционных загадок Земли в комплексе Biosphere 2 в университете Аризоны, инженеры компании Tractel Swingstage размышляли над тем, как обеспечить доступ к расположенным в ней растениям таким образом, чтобы не повреждать их.

Biosphere 2 – это обсерватория для наблюдений за развитием ландшафта. Научные сотрудники используют сооружение для того чтобы изучать, как вода протекает через горные склоны и как происходит взаимодействие различных сред, включая рост растений.

Обсерватория состоит из трех пологих ландшафтов, созданных внутри помещения с регулируемыми характеристиками окружающей среды. Склоны покрыты грунтом из измельченной вулканической породы, в котором произрастают растения и установлена системами полива. Под почвенным покровом находятся датчики, анализирующие все, начиная с поступления воды и заканчивая химическими циклами, происходящими в нем, предоставляя исследователям беспрецедентные данные о том, как системы Земли развиваются и влияют друг на друга.

Университету требовалось три сборных помоста, или транспортера, по одному над каждым из скло-

нов, чтобы их можно было установить в Biosphere 2 над приподнятыми наклонными стальными резервуарами шириной 11,5 метра, длиной 34 метра и высотой 9 метров. Помосты были необходимы, чтобы получить доступ ко всей растительной поверхности каждого резервуара для изучения роста растений, развития водных циклов и химических реакций в почве, требующих ежедневного контроля.

Компания Tractel была выбрана архитектурной фирмой, которая поставляет оборудование для Biosphere 2 в университет Аризоны. Контракт был предоставлен университетом Аризоны. Руководил проектом Аллен Канарек (Allen Kanarek), вице-президент по вопросам продаж и маркетинга Tractel.

Университет отобрал несколько компаний для поиска решения по обеспечению доступа к изучаемой территории, при котором не нарушалось бы равновесие окружающей среды внутри обсерватории. Только Tractel смогла предложить законченное решение по обеспечению доступа ко всей обсерватории, не нарушающее целостность ландшафта. Предварительная консультация прошла в октябре 2010-го, а в сентябре 2011-го проект был отдан Tractel. Работы по установке оборудования, начавшись весной 2012-го, полностью были выполнены к октябрю того же года.

Транспортер и платформа должны функционировать в любых погодных условиях, моделируемых внутри обсерватории. Специалисты Tractel смогли спроектировать, сконструировать и доставить на объект подвижной помост, с помощью которого



Каркас Biosphere 2

Монтаж оборудования для Biosphere 2



над зоной наблюдений подвесили изготовленную на заказ двухметровую платформу Trastmod.

Передвижной сборный мост перемещался по боковой трубной эстакаде. Его конструкция включала монорельсовую дорогу для подвешивания платформы Trastmod, которая обеспечивает доступ к территории, расположенной под ней. Платформа может передвигаться во все стороны, а также вверх и вниз, обеспечивая доступ ко всей поверхности склона.

Рамная конструкция транспортера должна быть достаточно легкой, чтобы ее можно было бы собрать без применения подъемного крана или другого крупного монтажного оборудования. Ее размеры также должны быть достаточны для обеспечения полного охвата всей площади рельефа в наклонном приподнятом резервуаре, при этом она должна вписываться в существующую арочную конструкцию здания. Подвесная платформа на транспортере была изготовлена по особому заказу с поворотными перилами, благодаря чему научные сотрудники могут прикасаться к растениям и рассматривать их, не повреждая, с более близкого расстояния. Транспортер перемещается по приподнятой наклонной стальной колее с 11-метровым пролетом, для чего потребовалась сбалансированная приводная система. Опасения относительно самой колеи вызывал прогиб законченной системы «резервуар – транспортер», поэтому решающее значение в этом проекте имели материалы, использованные для ее изготовления и отделки. Их износ представлял серьезную проблему, поэтому

для удовлетворения требований эксперимента они были выбраны необходимого качества.

Ферменная конструкция каркаса транспортера была сделана максимально легкой, прочной и на основе модулей с болтовыми соединениями для более легкой и удобной установки. Инженеры оснастили подвесную платформу предохранительными датчиками, чтобы обеспечить требуемый безопасный доступ. При проектировании колеи учитывался не только прогиб транспортера, но и стального резервуара, заполненного грунтом.

Чак Роудес (Chuck Rhodes) из компании Tractel провел необходимый инструктаж и обучение ученых, чтобы они могли безопасно использовать данную систему. Компания Tractel также разработала инструкцию по эксплуатации транспортера, в которой детально изложены требования безопасности, стандартные предписания и периодичность технического обслуживания.

«Нам понравилось трудиться над этим проектом, начиная с разработки концепции транспортера и заканчивая окончательной установкой системы, – сказал Камай Матару (Kamau Matharu), руководитель проекта в Tractel. – Мы благодарим команду из университета Аризоны за предоставленную возможность, а также всех научных сотрудников, архитекторов, инженеров-проектировщиков и подрядчиков, которые работали с нами, чтобы успешно завершить нашу часть этого увлекательного и сложного проекта». ■

Продолжение. Начало в № 2, с. 106–110; № 3, с. 114–119; № 4, с. 114–117.

ПОЖАРНАЯ НАГРУЗКА И СИЛА ПОЖАРОВ

Текст: ЛЕО РАЗДОЛЬСКИЙ, LR Structural Engineering Inc., Линкольншир, штат Иллинойс, США, профессор Северо-Западного университета, Эванстон, штат Иллинойс, США



СРАВНЕНИЕ КРИВЫХ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНЫХ ПОЖАРНЫХ НАГРУЗОК

В условиях имитационного моделирования естественно развивающегося пожара принимаются во внимание основные параметры, которые влияют на его развитие и распространение. Природные пожары в значительной мере зависят от пожарной нагрузки, количества и размера проемов в помещении, а также тепловых свойств окружающих объектов. Температура газа в помещении может быть определена с помощью параметрических кривых температурно-временного графика. Эти кривые рассматриваются с учетом фактора движения воздуха, определяющегося коэффициентом количества и размера открытых проемов в помещении, и расчетного значения плотности пожарной нагрузки [7] (см.: «Оценка огнестойкости», ВЗ, № 3–6, 2010). Здесь сравнение будет ограничено только моделью Еврокода.

Давайте перепишем уравнение (32) (см.: «Оценка огнестойкости», ВЗ, № 5, 2010) в форме, отличной от компьютерного расчета:

$$T_t = 20 + 1325C \quad (61)$$

$$C = (1 - 0.324e^{-0.2t^*} - 0.204e^{-1.7t^*} - 0.472e^{-19t^*})$$

где
$$t^* = t(\Gamma) \quad (62)$$

$$\Gamma = \frac{(F_v / 0.04)^2}{(b / 1160)^2}$$

Продолжительность пожара определяется пожарной нагрузкой:

$$t^* = 0.20(10^{-3})q_{t,d}\Gamma / F_v \quad (63)$$

где $q_{t,d} = q_{f,d}A_f / A_t$ (64)

и $50 \leq q_{t,d} \leq 1000$, $q_{t,d}$ – расчетные параметры плотности пожарной нагрузки (МДж/м²), связанные с суммарной площадью поверхности A_t (м²) помещения и $q_{f,d}$ – расчетные параметры плотности горючей нагрузки, относящиеся к площади поверхности пола (МДж/м²) (см.: «Упрощения дифференциальных уравнений», табл. 2, ВЗ, № 3, 2012).

Параметрическая кривая в этом случае является действительной для помещений площадью до 100 м² и высотой 4,5 м; таким образом, размер помещения явля-

ется следующим: $h = 3$ м, $B = 6$ м и $L = 12$ м.

Дано:
 площадь пола: $A_f = 6(12) = 72$ м²;
 общая площадь:
 $A_t = 2(72) + 2(18) + 2(36) = 252$ м²;
 соотношение: $A_f / A_t = 0.286$;
 границы теплопроводности: $b = 1160$;
 коэффициент количества и размера открытых проемов: $0.02 < F_v < 0.2$.

Основными параметрами в передовых имитационных моделях пожарной нагрузки (SFL) являются максимальная температура газа в помещении, продолжительность пожара и функциональная зависимость максимальной температуры от коэффициента количества и размера открытых проемов. Следовательно, главной целью является сравнение результатов этих категорий. Все вычисления не требуют пояснений и основываются на вышеприведенных формулах. Они представлены ниже в форме таблицы. Следующая формула будет использоваться для сравнения данных максимальной температуры с теоретическими расчетными показателями (см.: «Определяющий параметр α для t^2 в период развития пожара», ВЗ, № 3, 2013):

$$T_{\max} = \frac{RT_{\max}^2}{E} \theta_{\max} + T_* = 60\theta_{\max} + 600 \quad (65)$$

где T – градусы температурных значений, измеряются в кельвинах. Температуры T_{\max} из таблицы 50 также будут переводиться в кельвины путем добавления 273.

Безразмерную величину коэффициента количества и размера открытых проемов K_v не следует путать с коэффициентом F_v , который имеет размерность м^{-1/2}. На самом деле, соотношение между двумя этими величинами выглядит следующим образом:

$$K_v = \frac{F_v}{\sqrt{h}} \cdot \frac{A_t}{A_f} \quad (66)$$

Например, допустим, что $h = 1$ м, а соотношение $A_f / A_t = 0.286$, теперь у нас есть:

Таблица 48. ПАРАМЕТРЫ F_v ; Γ ; Γ / F_v И С

F_v	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15	0.20
Γ	0.25	0.562	1.0	1.562	2.25	4.0	6.25	9.0	14.06	25.0
Γ / F_v	12.5	18.73	25	31.24	37.5	50	62.5	75	93.73	125
С, случай 1	0.62	0.664	0.698	0.723	0.744	0.776	0.801	0.821	0.847	0.881
С, случай 2	0.587	0.627	0.659	0.684	0.7056	0.7387	0.7636	0.7842	0.8083	0.841
С, случай 3	0.5401	0.577	0.604	0.627	0.647	0.680	0.7056	0.7266	0.7518	0.7842
С, случай 4	0.4752	0.5265	0.554	0.5743	0.5912	0.6197	0.6436	0.6643	0.6899	0.7233

Таблица 49. ГОРЮЧАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ

Категория	Горючая составляющая, МДж/м ²	$q_{t,d}$
Сверхбыстрый	700	200
Быстрый	500	143
Средний	300	85.8
Медленный	100	50 (минимум)

$K_v = F_v / 0.286$. Очевидно, что эти показатели будут меняться, если изменить один (или оба) из этих параметров. В связи с этим, такое сравнение результатов можно назвать «условным». Оно дает общую информацию (соотношение максимальной температуры и коэффициента количества и размера открытых проемов), но не точное сравнение. Диапазон параметров K_v был ограничен (от 0.02 до 0.2), что соответствует [согласно уравнению (66)] диапазону параметров F_v : $0.02 < F_v < 0.06$. Значения параметров смотрите в скобках во втором столбце таблицы 51.

В ней видно, что максимальные температуры параметрических кривых по Еврокоду выше (на 3 и 26%), чем значения критерияльного анализа. Параметрические кривые были также сопоставлены с измерениями температур в пожарном отсеке в процессе испытаний на огнестойкость. Данные были собраны из результатов экспериментов, проведенных в Соединенных Штатах Америки, Франции и Великобритании. Выводы схожи с результатами, приведенными в таблице 51: параметрические температурно-временные кривые завышают

температуру горения в помещениях во время реальных пожаров.

СИСТЕМА ПАССИВНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

Обычное определение пожаростойкости включает в себя вероятность возможного возникновения естественного пожара, расчет теплопередачи, для вычисления воздействия температурно-временного фактора на элементы конструкции, а затем расчет мощности предельной нагрузки, принимая во внимание разложение материала при высоких температурах. Основной целью этой части статьи является безразмерный анализ проблемы теплопроводности.

Традиционными жаропрочными материалами являются бетон, бетонный блок, глина или гипсокартон. До конца 1970-х годов бетон был наиболее распространенной формой защиты стальных конструкций от пожара. Основными недостатками этого материала являются стоимость, увеличение веса конструкции и время, которое требуется для его применения на строительной площадке. Сегодня эти тяжелые смеси заменили на

современные легкие бетонные пластины.

Пожарная защита достигается тремя способами: 1) применением изоляционных аэрозольных элементов или защищающих пластин, 2) экранированием, 3) устройством полых секций, заполненных бетоном или жидкой формой теплопоглотителя. Эта часть статьи посвящена, главным образом, первичным методам защиты от пожара. Материалы пассивной противопожарной защиты предохраняют здания от высоких температур и могут быть классифицированы как *нерактивные* (например, пластины и аэрозоли) и *реактивные* (например, разбухающее огнеупорное покрытие).

Сухие пластины обычно крепятся к колоннам. Балки чаще всего обрабатываются спреями. Главное преимущество последних в том, что они не дороги и легко распыляются на труднодоступные детали. Однако такая влажная изоляция может увеличить время работы на строительной площадке. Толщина для I-секции, где h_p/A (периметр площади поперечного сечения) равен 150 м⁻¹, составляет 20–25 мм (1 дюйм) на 1 час и от 30 до 50 мм на 2 часа огнестойкости. Теплопроводность в диапазоне, приблизительно, от 0.03–0.05 Вт/м К. Поскольку существует большое разнообразие спрей-материалов, а также различных технологий для пассивной противопожарной защиты, цифры, используемые здесь, приведены только в качестве примера. Представленные ниже безразмерные параметры должны быть изменены,

Таблица 50. МАКСИМАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕМПЕРАТУРЫ

F_v	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15	0.20
Сверхбыстрый t^*	0.500	0.749	1.0	1.249	1.5	2.0	2.5	3.0	3.75	5.0
Сверхбыстрый T_{\max}	841	900	945	978	1006	1048	1081	1108	1142	1187
Быстрый t^*	0.357	0.535	0.715	0.894	1.072	1.431	1.788	2.154	2.68	3.575
Быстрый T_{\max}	798	851	893	926	955	999	1032	1059	1091	1134
Средний t^*	0.215	0.322	0.429	0.535	0.643	0.858	1.072	1.286	1.607	2.154
Средний T_{\max}	736	784	820	851	877	921	955	983	1016	1059
Медленный t^*	0.125	0.188	0.249	0.312	0.375	0.500	0.625	0.751	0.937	1.25
Медленный T_{\max}	650	718	754	781	803	841	873	900	934	978

Таблица 51.
СРАВНЕНИЕ МАКСИМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

F_v	Случай 1 T_{max} (К _v) (теорет.)	Случай 1 T_{max} (парамет.)	Случай 2 T_{max} (теорет.)	Случай 2 T_{max} (парамет.)	Случай 3 T_{max} (теорет.)	Случай 3 T_{max} (парамет.)	Случай 4 T_{max} (теорет.)	Случай 4 T_{max} (парамет.)
0.02	1151(0.07)	1114	1034	1071	865	1009	810	923
0.03	1051(0.10)	1173	974	1124	844	1057	800	931
0.04	966(0.14)	1218	930	1166	830	1093	790	1027
0.05	888(0.175)	1251	898	1199	810	1124	780	1054
0.06	893(0.20)	1279	880	1228	805	1150	776	1076

если толщина изоляции больше (или меньше) чем 50 мм или значения коэффициента тепловой диффузии отличаются от приведенных здесь.

Покрывтия, нанесенные распылением, дают защиту от углеводородных пожаров, а некоторые из них могут продлить предел огнестойкости до 4 часов. Обычно,

в состав огнеупорных расплывающихся покрытий входит цемент или гипс с легкими наполнителями (например, вермикулит, перлит или расширяющиеся шарики полистироля), которые похожи на целлюлозу или армированное стекловолокно.

Распыляющиеся покрытия противопожарной защиты сравнительно недоро-

гие средства. Нужную толщину покрытия для продления пределов огнестойкости можно найти в исходных данных некоторых публикаций [5], но, как правило, эта информация предоставляется изготовителем. Существуют методы тестирования для определения характеристики адгезии и когезии материалов. Однако необходимы дополнительные исследования, чтобы лучше понять их свойства при высоких температурах, в том числе деформацию, хрупкость, клейкость и т. д. Отметим также, что физические показатели, такие как, например, теплопроводность изоляционного материала и смесь газов и воздуха, должны браться при максимальной температуре в каждом случае пожара. Обычно, расплывающиеся покрытия используются больше для защиты балок, нежели колонн.

Теплопроводность материала показывает, насколько быстро он изменяет температуру. Как правило, легкие материалы имеют высокую проводимость, поэтому они быстро изменяют температуру, так как им быстро передается температура окружающей среды. И наоборот, тяжелые материалы имеют низкую проводимость, это означает, что они медленнее реагируют на окружающую температуру. Поскольку все расчеты здесь представлены в безразмерном виде, ниже приведено только соотношение между теплопроводностью изоляционного материала и смесью газов и воздуха.

Теперь давайте рассмотрим одномерный тепловой поток, который подчиняется следующему дифференциальному уравнению

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a_1 \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (67)$$

где T – температура, t – время в секундах и a_1 – теплопроводность в квадратных метрах в секунду, предоставляемых $\lambda/\rho c_p$. В таком случае теплопроводность λ (в Вт/м К), плотность ρ (на кг/м³) и теплоемкость c_p (в кДж/кг К) рассматриваются как постоянные величины. Граничные условия определяются путем точного нахождения скорости расхода или температуры

на каждом конце одномерного участка. Решением проблемы теплового потока является изменение температуры помещения во времени, которое соответствует полю уравнения (67), исходным данным и границам заданных условий.

Большинство численных методов преобразуют непрерывный частичный дифференциал или интегральное уравнение передачи тепла во множество линейных дифференциальных уравнений. Сложные уравнения превращаются в комплекс системных дифференциальных уравнений первого порядка, по одному в каждой точке пересечения. Затем комплекс угловых уравнений решается путем пошагового интегрирования во временные значения. Общим методом решения уравнений частных производных (PDEs) обычно является линейный, используя разностное уравнение для пространственных производных и обыкновенных дифференциальных уравнений для временных производных. Уильям Е. Шиссер (William E. Schiesser) [12] из Лихайского университета был активным сторонником численного линейного метода (NMOL).

Предположим, что теплоизоляционная плита с толщиной жести в помещении подвергается нагреванию газообразной смесью с внешней стороны. Эта плита показана на рис. 6. Для решения численной задачи плита перенесена в разделы N с N + 1 точкой координат.

Программное обеспечение Polymath не принимает греческие буквы как переменные, по этой причине приведенные ранее безразмерная температура и время переименованы следующим образом: T1 = θ ; T2 = θ ; ...; T11 = θ 11 – функции безразмерной температуры в каждой секции плиты, а $t = \tau$ – это независимая переменная безразмерного времени.

Если поверхность обогрывается при температуре $\theta(\tau)$, температура пожара в помещении взята из статьи «Упрощения дифференциальных уравнений» (см. случаи 1–4), то граничные условия на точке пересечения 1 следующие:

$$T1 = \theta_1 = A \exp(-(\tau - a)^2 / 2\sigma^2) \quad (68)$$

где параметры A , a и σ определяются соответствующей формулой из статьи «Упрощения дифференциальных уравнений». Другим граничным условием является то, что граница на точке пересечения N + 1 имеет значение минимальной температуры. Поэтому

$$\frac{\partial T_{N+1}}{\partial x} = 0 \quad \text{For } t > 0 \quad (69)$$

Граничное условие (68) (не следует путать с термином «тепловое граничное

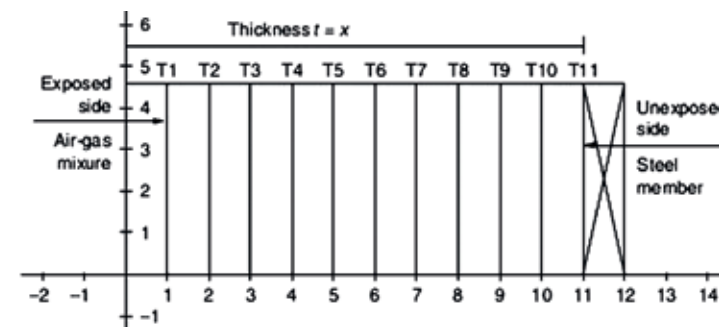


Рис. 6.
Неравномерное распределение тепла в одномерной плите

условие») представлено безразмерной функцией $\theta(\tau)$ (из статьи «Упрощения дифференциальных уравнений»); следовательно, первоначальное уравнение (67) должно быть представлено тем же множеством безразмерных масштабных коэффициентов температуры и времени, что указано в

$$T = \beta T_* \theta + T_* \quad (70)$$

и

$$t = \frac{h^2}{a_2} \tau$$

$$x = h \zeta \quad (71)$$

где a_2 – теплопроводность смеси газов и воздуха; h – высота помещения; $\beta = 0.1$ и $T_* = 600$ К – базовая температура.

Эти данные подставляем в уравнение (67), получаем

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = \alpha_0 \frac{\partial^2 \theta}{\partial \zeta^2} \quad (72)$$

где $\alpha_0 = a_2/a_1$ является параметром безразмерной теплопроводности.

Граничное условие (68) отличается (параметры A , a и σ разные) в каждом случае пожара: очень быстро, быстро, умерен-

но и медленно. Здесь предполагается, что параметр теплопроводности a_1 является постоянным (например, изоляционный материал вермикулит $a_1 = 6.77 \times 10^{-8}$ м²/с, теплопроводность $\lambda = 0,13$ Вт/м К при повышенной температуре и $c_p = 525$ К Дж/кг по данным ISO 22007-2 [13]), а параметр теплопроводности воздуха a_2 изменится при максимальной температуре [14] и определится следующим образом:

$$a_2 = 9.1018 \times 10^{-11} T^2 + 8.8197 \times 10^{-8} T - 1.0654 \times 10^{-5} \quad (73)$$

Преимущества изоляционного вермикулита заключаются в следующем:

- уменьшает теплопроводность
- легкий
- увеличивает срок годности конструкции
- высокая огнестойкость
- улучшает адгезивные свойства конструкции
- обладает повышенной прочностью от растрескивания и оседания
- легок в применении.

Продолжение следует. ■

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- $q = \frac{\sum M_i \Delta H_{ci}}{A}$ – общая пожарная нагрузка на единицу площади
- M_i – вес каждого горючего компонента в горящем помещении (кг)
- ΔH_{ci} – удельная теплота сгорания каждого горючего компонента (МДж/кг)
- A_i – общая площадь пола горящего помещения (м²)
- α – расчетные темпы роста для пожаров t^2
- k – теплопроводность, размерность которой выражена в Вт/мК или Дж/(м с К)
- T – температура
- d – толщина в направлении теплового потока
- ρ – плотность воздуха
- c – удельная теплоемкость
- K – количество столкновений в секунду во время реакции
- A – общее число столкновений
- E – энергия активации
- R – универсальная газовая постоянная
- P – тепловые потери из-за теплового излучения
- e – коэффициент испускания
- σ – постоянная Больцмана ($\sigma = 5,6703 \times 10^{-8}$ Вт/м²К⁴)
- T_0 – температура окружающей среды
- A_0 – площадь проемов в стенах и перекрытиях горящего помещения
- c_p – изобарная удельная теплоемкость
- t – время
- $\vec{v}(u; v; w)$ – вектор скорости
- M – молекулярный вес
- i и k – номера компонентов газа
- C_m – концентрации долей массы
- D – коэффициент диффузии (м²/с)
- k_1 – одна из составляющих скорости химической реакции, являющаяся только функцией температуры
- $m = m_a + m_b + \dots$ – порядок химической реакции
- p – давление
- ν – кинематическая вязкость; $\nu = \mu/\rho$
- q – безразмерная температура
- t – безразмерное время
- h – высота горящего помещения (м)

- a – коэффициент температуропроводности (или температуропроводность) (м²/с)
- t_c – эффективное безразмерное время
- AR – площадь под температурно-временной кривой, расположенная над линией в 300°C
- Время – $t = \frac{h^2}{a} \tau$ (s)
- Температура – $T = \frac{RT_*^2}{E} \theta + T_*(K)$, где $T_* = 600^\circ\text{K}$, является заданной базовой температурой
- q_{st} – безразмерная температура (по стандартным методам противопожарного тестирования зданий E119 от ASTM – American Society for Testing and Materials)
- Координаты – $\bar{x} = x/h$, и $\bar{z} = z/h$, где x и z – безразмерные координаты
- Скорость – $\bar{u} = \frac{v}{v_*}$ и $\bar{w} = \frac{w}{w_*}$ (м/с)
- горизонтальная и вертикальная составляющие скорости, где v – кинематическая вязкость (м²/с), a и w – безразмерные скорости
- $Pr = \nu/a$ – число Прандтля
- $Fr = \frac{gh^3}{\nu a}$ – число Фруда
- g – ускорение свободного падения
- $Le = a/d = Sc/Pr$ – число Льюиса
- $Sc = \nu/D$ – число Шмидта
- $\beta = \frac{RT_*}{E}$ – безразмерный параметр
- $\gamma = \frac{c_p RT_*^2}{QE}$ – безразмерный параметр
- $P = \frac{\sigma K_1 (\beta T_*)^2 h}{\lambda}$ – безразмерный коэффициент теплового излучения
- $K_v = A_0 h/V$ – безразмерный коэффициент площади проемов
- A_0 – общая площадь проемов в стенах и перекрытиях горящего помещения
- $\delta = \left(\frac{E}{RT_*^2} \right) Q_2 \left[\exp\left(-\frac{E}{RT_*} \right) \right]$ – параметр Франк-Каменецкого
- $C = [1 - P(t)/P_0]$ – концентрация продуктов сгорания в горящем помещении
- $\bar{W} = \frac{v}{h} W$ – вертикальная составляющая скорости газа
- $\bar{U} = \frac{v}{h} U$ – горизонтальная составляющая скорости газа
- $b = L/h$ – где L – длина (ширина) и h – высота горящего помещения
- W, U – безразмерные скорости

ЛИТЕРАТУРА

1. *Issen L. A. Single-Family Residential Fire and Live Loads Survey*, NBSIR 80– 2155, Nat Bur Stand, Gaithersburg, MD 20899. – 1980. – P. 176.
2. *Culver C. G. Survey Results for Fire Loads and Live Loads in Office Buildings*, NBS BSS 085, Nat Bur Stand, Gaithersburg, MD 20899. – 1976. – P. 157.
3. *England J. P., Young S. A., Hui M. C., Kurban N.* Guide for the Design of Fire Resistant Barriers and Structures, Warrington Fire Research (Aust) Pty. Ltd. and Building Control Commission. AU. Melbourne. – 2000.
4. *Ingberg S. H.* Tests of the Severity of Building Fires, NFPA Quarterly. – 1928. – № 22 (1). – P. 43–61.
5. *Law M.* Review of Formula for T-Equivalent, Fire Safety Science Proceedings of the Fifth International Symposium. – 1997. – S. 985–996.
6. *Pettersson O.* Fire Engineering Design of Steel Structures. Publication 50, Swedish Institute of Steel Construction, Stockholm, Sweden. – 1976. – P. 33–41.
7. *Heaney, Alexander C.* A Reliability-Based Study Concerning Live Loads and Codified Structural Design. Thesis presented to the University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada, in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. – 1971.
8. IFEG, International Fire Engineering Guidelines, DBH, NZ; ABCB, Australia; NRC, Canada; ICC, USA. – 2005.
9. *Heskestad G., Delichatsios M. A.* The Initial Convective Flow in Fire, 17th Symposium on Combustion, Combustion Institute, Philadelphia, PA. – 1978.
10. *Drysdale, Dougal.* An Introduction to Fire Dynamics, 2nd Edition, John Wiley and Sons, West Sussex, England. – 1999.
11. NISTIR 7563, “Best Practice Guidelines for Structural Fire Resistance Design of Concrete and Steel Buildings”. – 2009.
12. *Schiesser W. E.* The Numerical Method of Lines, San Diego, CA: Academic Press. – 1991.
13. ISO 22007-2 “Plastics – Determination of thermal conductivity and thermal diffusivity – Part 2: Transient plane heat source (hot disc) method”. – 2008.
14. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 2nd Edition, SFPE, NFPA. – 1995.
15. Design Guide 19 “Fire Resistance of Structural Steel Framing”, AISC. – 2003.

obsolete and by the 2010's they started to consider most modern towers that did not focus on the extremely atectonic or biomorphic shapes as numerous versions of the classical Modernist traditions that were built with the use of brand new construction and engineering technologies. This is how the Neomodernism of the 1980-1990's gradually turned back into Modernism in its broader meaning.

In architecture the term "modern movement" faced a similar situation. This phrase was considered as an equivalent of the main trend of development of the global architectural process and it referred to the Modernist aesthetics of the first half of the 20th century (Kenneth Frampton "Modern Architecture: A Critical History" – M. Stroyizdat, 1990). One way or another the internal division into the Russian avant-garde, rationalism, Western functionalism, etc. were part of the general term. Opposed to the rigid principles of its founders Modernism continued to evolve as a holistic architectural phenomenon. Today one can see the same thing naturally happening to the new Modernist versions in the global architecture. In high-rise construction this trend is especially bright and large in its scale. One is right to state that at the moment the share of rationally organized towers with geometric shapes constitutes the mainstream of high-rise construction.

Neomodernism was in its prime in the 2000s since high-rise projects again became popular in many countries. When it took a few years to create a multi-million city, which was a regular thing in China and partially in India, it was only one or several buildings that could be especially impressive, whereas others should be practical and they should be built according to the clearly known scheme, which was exactly what Neomodernism offered. Knowing about the great need of various buildings, high-risers included, many globally renowned architects created their own versions of how new urban environment should develop in Asia. As a result, Chinese, Korean and Indian cities had at their disposal separate items of very qualitative modern architecture that could be traced to a particular author. Generally it expanded the limits of stylistic studies and local architectural bureaus. And large-scale, mostly high-rise construction continued to grow within rational architecture; it had the best specimens and capacities of the technological and functional potential of Modernism. The desire to meet the unique standards set by the objects and to remain economically profitable at the same time created a certain professional trend and professional fashion and motivated specialists from local bureaus to work within modern Neomodernism.

The interest in morphogenesis that is typical of this style became one of its major advantages since vivid three-dimensional spatial concepts were functionally reasonable

when compared to Postmodernist or High-tech buildings. What makes Neomodernist buildings positively different from others is the absence of any conflict with the environment. A traditional "Modernist" construction does not take into account the environment conditions and in itself it aims at forming a new environment, its developmental laws and it starts with itself. Neomodernist structures, however, have a well-developed infrastructure and are consciously placed within the general parameters of the neighboring building. It arouses a lot of debate to state how successful this or that stylistic specimen is as far as the balance with the environment is concerned; but there is definitely no conscious opposition to the previous "underdeveloped" architecture there. One of the most outstanding Neomodernist masters Richard Meier designed many projects that were located at the crossroads of multiple urban functions. He strove for a much clearer exposure of the structure and the clarity of architectural designs in his work. The author could be seen in the white façade metal panels and other rectilinear elements that were invariably the same color. His projects have always caused a great many emotions of different types but eventually they have grown into completely vivid city elements that do not oppose the historic surroundings by their monochromaticism and stylistic contrast. (A typical example is the museum in Cathedral Square in Ulm, Germany. Meier's work is exactly opposite the city's main attraction – the medieval Gothic cathedral which is the tallest building in the district. But the difference in the artistic language of the buildings does not keep them from creating a unified space of the square that is always full of life and crowds of people.)

In terms of the theory it is impossible to point out some major Neomodernist ideologist in architecture. At a certain point the members of the famous "New York Five" who worked in the artistic area on the edge of Modernism and Postmodernism and voiced their commitment to the puristic architectural ideals expressed ideas that were very close to Neomodernism. The "Five" consisted of previously mentioned Richard Meier, Peter Eisenman, Charles Gwathmey, Michael Graves and John Hejduk. Gradually Graves and Eisenman stepped back from these views and turned to other points of view; today Graves' projects are said to be closer to Postmodernism and Eisenman's projects are closer to Deconstructionism. All these things once again prove that the way modern architecture develops is a holistic multicas process that incorporates all the resources of the previous epochs and stylistic trends; Modernism is not the last trend among them.

At the turn of the 1970-1980s with the continuing interest in Postmodernism the information about the Russian avant-garde of

the 1920s that had found its way to the West played an important part in the development of Neomodernism. A lot of images and concepts of its ideologists encouraged a whole generation of Western architects and made them venerate the Soviet architecture of the early 20th century. At that time the scientists of the All-Union Research and Development Establishment of the Theory of Architecture and City Planning, especially S. Khan-Magomedov, V. Khazanova, P. Aleksandrov and others who had their books translated into the European languages and were highly successful made a significant effort to promote the material on the Russian avant-garde.

In high-rise construction the Modernism of the second half of the 20th century was the major trend up till the mid-1970s nearly all over the world. Postmodernist experiments and ironic frills were easy to realize in the projects as opposed to small scale buildings. It was dozens of years later when there started to appear skyscrapers there that bore elements of the Postmodernist architectural approach. And the laconic orthogonal towers that slightly changed on the outside continued to be built. With this going on the updated and refreshed Modernism with the prefix "Neo" once again became the sought-after thing of interest to both architects as well as clients. The morphogenetic and compositional capacity of Modernism were far from exhausted and Neomodernist towers started to appear more often in selective magazines as well as in the real construction practice. In comparison to purely Modernist skyscrapers these buildings show a greater variety of shapes and the presence of more vivid finishing colors.

The growing interest in Modernism against the gradual disillusionment with Postmodernist capacities triggered a new view on the current architectural processes. Some researchers identified certain branches as Neomodernist offshoots, deconstructionism /decon /' (Maklakova T. "The Architecture of the 20th Century" – Moscow, ACB, 2001).

If Functionalism and traditional Modernism are known for their desire to create imagery by means of the mutual expediency of function and shape, the authenticity of materials and structures, thanks to Richard Meier Neomodernism actively uses the architectural color capacity. Meier who continued the "romantic" Modernist line of Le Corbusier declared his commitment to the white color that promoted the integrity and unity of the image of the building and emphasized the purity and clarity of the forms. In more recent specimens of this style the white color acts as a self-sufficient artistic focus that

significantly influences the overall impression of the building.

Within time the prominent coloring of the building became the artistic customary and started working regardless the stylistic concept of its façade. According to Emporis: in 2010 among the most beautiful and significant skyscrapers half the towers were created Neomodernist, 6 of them colored white (in particular, Almas Tower, 363 meters, Dubai; Bank of America Tower, 365,8 meters, New York; Trump International Tower & Hotel, 415 meters with the spire, Chicago; The Metropolitan, 228 meters, the design hotel of 69 floors, Bangkok). The expanded boundaries of how to use color as an imagery means that was successfully developed by Neomodernist masters later on inspired the following amazing white beauties to appear. They are Q-14 Tower in Dubai (TB, #2, 2010) and Aqua Tower in Chicago (TB, #4, 2011) or the 126-meter-tall openwork twins Torres de Hercules towers by Gibraltar (Andalusia, Spain).

Throughout different years the interest in Neomodernism was differently located. In the 1980s it was widely adopted in the U.S. and Europe. Thanks to Meier' projects in Los Angeles, Paris and Ulm the success of Neomodernism was discussed on both continents. This, in its turn, triggered a widespread wave of imitations and heated discussions in the professional area. In high-rise construction the interest in the stylistics actively manifested itself later on. For example, in Paris the La Bibliotheque Nationale complex that was created by Dominique Perrault on demand of the federal government was a pretty significant Neomodernist high-rise building. After the negative assessment of purely modernist Montparnasse Tower and separate La Defense skyscrapers individual Perrault's project was the first successful high-rise Neomodernist structure in the French capital. (The classic specimen of this branch is the Canal+ TV headquarters in Paris (1988-1993) that was created by Meier and is not a skyscraper just like the less high-profile buildings by Jean Nouvel, Paul Chemetov and many others. It is common tradition to also consider the famous Grande Arche La Defense by Otto von Speckelsen that was finalized by Paul Andre when the author of the project died as 'created at the junction of Modernism and Postmodernism'. If the general concept and the spatial association games were naturally incorporated within the traditional Postmodernist perception, the use of white that was the morphogenetic focus as well as the general compositional laconism looked absolutely Neomodernist.

In London that is the only European capital city prone to so many experiments there are plenty of skyscrapers of various styles; here one can easily trace the manner of world-class leading architects. The main part of new skyscrapers, however, is

Neomodernist. One Churchill Place (2004) is one of them; it is an impressive 156-meter Neomodernist tower that rounds out the top 10 tallest buildings in the country. The skyscraper has smooth and monumental glass facades. The initially prism shape demonstrates pencil rounded angle lines in the sleeves, a sort of softening of the traditionally rigid forms of Modernism. Today the area of Canada Square in Docklands with the conceptual Postmodernist skyscraper by Cesar Pelli consists of various Neomodernist high-risers. 8 Canada Square and 25 Canada Square towers are variations on the same theme. 22 Marsh Wall East Tower that was built in 2010 (140 meters, 40 floors) is a large scale compositionally clear Neomodernist project that follows the trend of the Modernist office prisms of the City of the 1970s. The towers on Bank street that are nearly equally tall and were built a little earlier (2003) were constructed in the same manner: 25 Bank Street (153 meters, 33 floors), 40 Bank Street (153 meters, 33 floors), 10 Upper Bank Street (151 meters, 32 floors). These are a small share of the great number of Neomodernist high-risers that have emerged ashore the Foggy Albion within the past decade.

This style was extremely close to the Protestant philosophy that was typical of the greater part of Northern Europe and half of Germany. It also perfectly fit into the innovative search of the young architects from that part of Europe within the last decade.

Starting from the ideas of the Dutch "De Stijl" group of the 1920s an up to the latest modern developments various modifications of Modernist ideas have always fit in with this part of the world. In general during that time Holland could fairly be called the main forge of the avant-garde architectural ideas of all European countries. Naturally Modernism did not lose its strong positions in this part of the world; this also refers to high-rise construction. Its new versions immediately became part of the existing cities. It was a natural process. A typical specimen of the Dutch Neomodernism of the 1930s is the tallest building in Rotterdam and the whole country – Delftse Poort (151 meters, 41 floors) and the second tower Delftse Poort II (93 meters, 25 floors). Erected in 1992 the high-rise complex is designed within the rational traditions of the architecture of "the International Style". The quality of the material used and the less restricted location of the parts of the complex as opposed to other elements reflect a more recent construction year and a certain innovation in the perception of Modernist canons. And the tiny red panel on one of the smooth and prim facades proves that to a certain degree the architects were aware of Postmodernist architecture that existed somewhere in the parallel universe. It is worthwhile to mention that all the top 10 tallest high-risers that were built in

different years (from 1969 to 2006) are different versions of Modernist and Neomodernist architecture, for instance: the rounded tower of World Port Center (138 meters with a spire, 33 floors; 2000) or the black and white residential Waterstadstoren high-risers (109 meters, 37 floors, 2004). The most significant among them seems to be the black and red and white residential Montevideo tower (152 meters with decorative finishing, 43 floors, 2005) that is somewhat similar to the Postmodernist architecture of M. Graves and at the same time it is within the "De Stijl" concept. Finished in the late 1990s Meier's City Hall in the Hague combines various office and public spaces as well as the city public library.

The architect methodically continues to pursue his creative principles and skillfully combines functional coherence with the clarity and elegance of the shape. The permanent white color and the geometry of the parts of the complex make the City Hall building in The Hague one of the most interesting and mature projects of the master that were created by means of the Neomodernist artistic language. The new projects of Dutch cities are also vivid specimens of the style. For instance, the project of the 139-meter skyscraper De Rotterdam with 37 floors in operation was created by Rem Koolhaas' bureau (OMA) for Rotterdam and was named after the ship that had brought Dutch settlers to America (TB, #5, 2010).

The trend to use Postmodernism in high-rise construction that became highly popular a little later in the Asian region slightly moved aside the return of modernism as the absolute master style. As a result, in China most modern large-scale high-risers have typical modernist features; they have already undergone various fluctuations within the "ismish" trend. When choosing a project to work on one uses the economic component as the main principle; the artistic value is allowed for solely unique and significant landmarks. Given the scale of current construction in China, we may come to the conclusion that very few high-rise buildings can fall into this category. To create a building of good quality and to avoid any architectural excesses one should first of all turn to the aesthetics of Neomodernism. Thus, we can certainly dwell on the widely spread development of the new Modernist architecture in China for the recent 15-20 years.

Our magazine regularly informs the readers on various interesting Chinese skyscrapers; therefore, we would like to mention several latest projects that clearly illustrate the development of Neomodernist architecture in the region. In China super-tall buildings are not only built in the capital but also in the existing commercial centers. Cities that grow very actively also need new vivid high-rise centerpieces to emerge. China 117 Tower in the city of Tianjin (also known as Goldin Finance 117) has been under construction since 2008. The construction will be 597 meters tall and have 117 floor in operation. The high-riser is scheduled to be finalized in 2015 and then in the Celestial Empire there will only be the Shanghai Tower with its height beyond any comparison. But the skyline of the cities in this part of the world changes so quickly that by the time the tower is built some other project can bring in new aspects to this statement. The customer – Golding Properties Housing Limited – chose the specialists from the P&T Group ECADI to lead the construction of the Super-giant; their view on what the building should look like turned out to be absolutely Neomodernist. The giant glass planes of the façade have smoothed angles due to the more pronounced material used, its structural frame moderately reflected in the façade. In other words, the construction principles of China 117 Tower can be traced but they are not the foci, which is not the case with High-tech skyscrapers. Even though the finishing that resembles a polished diamond refers to Postmodernist concepts, from most points in the city it is still perceived as a slight elimination of the sharp geometric shapes which is typical of Neomodernist structures.

One can also easily find interesting Neomodernist specimens in Hong Kong since the administrative transition of the territory under the jurisdiction of the PRC and the intensive preparation period coincided with the extension of this trend in high-rise construction and the new government of the city desperately needed to actively demonstrate their progressiveness and loyalty to the Western values. Before the very end of the British management over Rocco Design Architects Limited they designed the Citybank Plaza skyscraper (1992) that became one of the reference specimens of Neomodernism in the region. The world's leading architectural magazines emphasized the straight lines and the distinct shapes of the new office complex. The two-part geometrically balanced composition of the towers that have 50 and 40 floors is at advantage as opposed to other skyscrapers, including the high-tech giant that is located nearby.

Just like in the South-Korean, in the Japanese architectural practice the abundance of Modernist buildings is due to the peculiarities of the economic development of the countries. Since they began growing much earlier than the neighboring countries of China, India or, say, Vietnam, the territory of the main cities of these countries turned out to be filled with a sufficient number of examples of the "international architecture" of the 1960-1970's in its most logical form. Therefore later on in Tokyo and Seoul there would appear projects that addressed other architectural concepts rather than the new Modernist trends. Japanese architects were very successful in their experiments both at home and all over the

world, including the USA, Australia, Singapore, Malaysia, Indonesia, Taiwan, etc. Within the new century this geography could only expand and cover the territory of certain republics of the former USSR, Africa and Latin America.

The project of the high-rise complex of Samsung Medical Center by K.I.T.O Architects & Engineers Inc. for Seoul turned out to be atypical of the big picture but stylistically balanced. This monumental building is a sophisticated stepped structure that has typologically clear Modernist shapes, proportions and materials. The building created in 1994 raised a certain amount of debate among professionals but with the skyline of the Korean capital it would have been inappropriate to consider it a skyscraper.

India's development in the 21st century also required new architectural ideas. The spectacular 60-storey glass tower of Elphinstone Mills for Mumbai designed by Adrian Smith + Gordon Gill Architecture, as well as the world-class India Tower hotel (301 meters, 60 floors) by FXFOWLE Architects are vivid designer's projects of high quality for the Asian region that were created in the stylistics of Neomodernism. Such a building could enrich any capital of the world, but with the help of modern technologies it is well adapted to the specific climate conditions of the country. The versatile architectural image is slightly offset since the technologies used are adapted to the local needs. This approach is what makes Neo-modernist buildings different from the specimens of the "international style" with its aesthetic parameters treated as versatile, which as a result created a lot of general unhandiness (this is the case of buildings in Chandigarh designed by famous Le Corbusiers). The compositional beauty of Neomodernist buildings does not oppose technological and consumer needs. To the contrary, the modern engineering content levels some flaws in the design of the forms whereas the high-quality architecture is highly unlikely to have any of them.

In Dubai among its skyscrapers that make up the major share of the city's development Modernist high-risers constitute more than two-thirds. Among them those buildings that emerged chronologically later can be called Neomodernist. Since most structures were designed by major international corporations that during the construction used all engineering and structural resources of the industry, the architecture reflected the current level of technological development along with the professional trend. It goes without saying that with such an abundance of projects the selection of interesting buildings would be impressive. But, in the author's humble opinion, the most impressive and breathtaking skyscrapers of Dubai as well as other emirates were designed at the junction of several architectural concepts; solely Modernist structures (even the

most modern ones) constitute the major share, the core development of the region. The UAE high-risers that are close to Neomodernism have surely attracted the attention of the international professional press and the general public a great many times but it is due to the special parameters, (super-height, the 7-star level of comfort, etc) rather than the purely architectural features.

It would require a separate article to dwell on Neomodernist projects in the USA and Canada since in the second half of the 20th century various architectural concepts actively developed in this region and the vast resources helped to realize the ideas in such an expensive segment as high-rise construction. The conceptual basis of most current architectural trends developed within the most famous American universities and schools that were in constant dispute with rest of the architectural world. But by the turn of the centuries the priorities of the professional interest shifted to the Asian region and the Middle East; it turned out that there were many more resources and much more space to carry out bold experiments there.

As an architectural phenomenon Neomodernism is kind of a paradox. It is an intention to work within the tradition that continues avant-garde. But avant-garde implies destruction of any tradition as such and an effort to create a new architectural language by rejection the principles of the past. Therefore, Neomodernism is a tradition in revolution that is permanently successful in various areas of architecture, that is in demand throughout the world and that today constitutes a greater part of the visual environment of the global civilization. ■

STYLE “The Tenth Kingdom” by Christian de Portzamparc (p.26)

TEXT BY MARIANNA SMIRNOVA
MATERIAL PROVIDED BY EXTELL
DEVELOPMENT COMPANY

The various aspects of the global crisis have recently forced developers to decline bright and ambitious projects. In this respect the new skyscraper at the edge of Central Park which is nearly a sacred place for all New Yorkers and a meeting point of urban legends and mysteries as well as a natural setting for a quarter of Hollywood movies looks extremely attractive. The new skyscraper was created by

Pritzker Prize-winning French architect Christian de Portzamparc.

Although his works are traditionally considered moderately postmodern in style, this building is perceived as an example of elegant and refined neo-modernism. Absolutely confident of his artistic sustainability, the master as a true Frenchman, designs the project in the stylistics that he finds most acute and relevant in this day and age. And since in modern high-rise construction the individual interpretation of modernism is important, the master who came back to work in New York after a long break has shown the way he perceives the image of the new skyscraper that is needed for the city and the specific location.

One57 is under construction and its site is located in-between Sixth and Seventh Avenue across the street from Carnegie Hall. This is one of the most interesting and expensive areas of the city that is home to many famous cultural and entertainment venues of New York, tourist attractions, art galleries, restaurants, hotels and the most spectacular shopping facilities of the world, including Van Cleef and Arpels, Tiffany & Company and Bergdorf Goodman. Rockefeller Center, Times Square, the Museum of Modern Art (MoMA) and the Radio City Music Hall are also located a few blocks away from the new tower. Due to its location and decent height the future residents of the skyscraper will simply enjoy the breathtaking panoramic views of Central Park, the financial district, the Hudson and the East River.

According to the management of Extell Development Company One57 is the latest version of a residential and hotel tower that will without any doubt change the familiar skyline of Manhattan. When completed in 2014, the tower will be the tallest residential building in New York City (306 meters high). The spectacular 90-storey glass building will become the new high-rise focus along the city's most significant natural landmark.

Initially Extell Development Company planned to build a skyscraper that would become one of the most prestigious and sought after addresses of the city. It is no coincidence that Pritzker-winning architect Christian de Portzamparc who received his award in 1994 was commissioned to design the new masterpiece. Cooperation with well-known architects and designers is in general one of the necessary conditions to create a world-class work of architecture, and is considered common practice for Extell projects that are characterized by their commitment to quality and the exceptional attention to details.

Tower One57 is a kind of art sculpture that is equally driven by the nature of Manhattan's Modernist towers as well as the neighboring historic art deco skyscrapers. The author's decision allows this essentially giant building to look light and ethereal

and to be consistent with the environment. The asymmetrical rhythm of the cascaded offsets of the front façade that is enhanced by the effect of the bi-colour vertical alternate glazing plates that are somewhat running off the inclined finial to the toe of the street just like a wide canopy forms an especially frail and modern mass that at the same time bears resemblance to the historical prototypes. (By the way, the formation of the famous classical stepped silhouettes of New York's skyscrapers is due to the rigid rules of insolation and the general laws that regulate high-rise construction in the city. This makes such a building almost mandatory.)

The citizens may think that the image of One57 is inspired by the characters of the popular fantasy TV show “The Tenth Kingdom” where a skyscraper with Central Park on the background is first converted into a crystal mountain and then crashes and spatters down like a waterfall. More sophisticated critics insist that the prototype color scheme of the building is inspired by the decorative pattern of Adele Bloch Bauer's dress as she was depicted in her famous portrait by Gustav Klimt. Perhaps the author meant something entirely different but it was equally artistically vivid and attractive. As a result, in terms of the world outlook the new building is more likely to be perceived within Postmodern philosophy with its multi-layer encrypting and variability of imagery perception. But from the point of view of the formal analysis of the 3-dimensional and spatial elements the skyscraper seems to be in complete accordance with the traditions of Modernist architecture that underwent slight editing thanks to the incoming resources. In their turn the interior designs by Danish architect Thomas Juul-Hansen directly refer to the works of French Modernists, Jean-Michel Frank in particular.

Skyscraper One57 is a structure that one cannot unequivocally classify as belonging to one particular style. Some critics call the building Modernist, others traditionally regard Portzamparc as a Postmodernist and consider his projects through the prism of the older buildings. In New-York's new tower we can see a combination of Modernist aesthetics and the Postmodern philosophy of creation when the latest stylistic periods, such as Modernism, can be the focus of drawing and pasticcio. But we can most likely see the result of separate branches of modern architecture coming together or even merging with each other; here the general Postmodern perception of the epoch leads to quite modernist results. Denial leads to re-assessment and positive development. And it turns out that most critics believe that the One57 building has so much in common with the international style. It is clear that the new interpretation of Modernism in the high-riser is different in its elegance and simplicity, but is devoid of excessive severity and contrapositioning the environment.

The skyscraper intricately and naturally fits in with the context of the street and the whole urban landscape. The abundance of various concepts that meet the diverse needs of the residents and visitors solely reflects the humanistic approach to design as viewed by Christian de Portzamparc.

The previous project by the French architect in New York City – (1995 – 1999) the LVMH Tower – also belongs to the category of high-rise foci. That is why the 2 towers are destined to be compared. The new building that is being constructed almost close to the Postmodern skyscraper by Cesar Pelli that was created at the turn of the 1990's is far more calmly modern. The vertical moderately blue front glazing ribbons seem to be running off to its bottom, thus creating the illusion of movement; and the side elevations change the color and nature of the reflections depending on the weather and the light intensity. At night the finishing pinnacle is lit by a lead. Mr. de Portzamparc states: “Depending on the time of the day, weather conditions and the glazing texture the building's facades are a constantly changing artistic mosaic”.

One57 will host 95 luxurious residential apartments and a 5-star hotel with 210 rooms that belongs to the international corporation Park Hyatt. Thomas Juul-Hansen was invited to work on the interior design of One57; in his work he skillfully combines luxury and practicability and takes into consideration the need of his potential clients for aesthetically flawless spaces that are filled with the most innovative and intelligent technologies. Each residence is carefully planned starting from the layout elaboration, the premeditation of the materials and visual concepts up to the exclusive furniture fittings. The set of different options is indeed impressive. The skyscraper is going to host apartments that have a various number of bedrooms: from one up to six. Depending on the purpose of the premises and the type of apartments the skyscraper has rooms with a double ceiling height and oversized doors. In the interior design the architects use valuable wood species (white oak, Indian rosewood) and authentic stone; they plan to implement high-tech equipment of leading world companies. The penthouses will have four fireplaces and artist built staircases that are nowhere else to be found; all the apartments are equipped with automatic curtains and an extremely clever system of air-conditioning and heating.

The first 30 floors are occupied by the hotel that provides a variety of services and amenities. In addition to the usual cleaning, dry cleaning, washing and ironing, the new Park Hyatt hotel with its most exquisite interiors with furniture from different epochs serves dinner with the best silverware. And if one's pet needs special care, it is no problem since the pet will even have a special bathroom. The residents and clients of the hotel

also have a yoga studio, a library with an 8-meter-long aquarium, and many more things that today embody the attributes of luxurious living.

The slender silhouette with the unique frontal stepping configuration is created with the help of the latest design technologies and the most advanced high-performance materials, for instance, heavy-duty prestressed concrete that is more than 12 000psi (83MPa) is used for the walls and columns. Another thing that adds to the complexity of the construction process of this project can be defined as the need to combine all the requirements of the owners in a single structural design of the building. The aesthetic due process was supposed to legitimate such “custom-made” elements as the triple tank depth of the rooftop swimming pool, etc.

The building suffered a little damage from Hurricane Sandy that hit New York in 2012. For security purposes the construction was halted for some time and the architects had to substitute the damaged building crane. But despite this the work goes on according to the schedule. The construction is expected to be finalized at the end of 2013 or at the beginning of 2014.

Christian de Portzamparc is a French architect and city planner, who explores the relationships between human environment and architecture. He was born in Africa in the family of a military engineer. In the 1960s he studied fine arts and architecture in Paris, and in the 1970s participated in the study of the psychology and sociology of the new cities residents. He is the first French architect who was awarded the Pritzker Prize. Portzamparc is known for his predilection for vertical sculptural forms; created with a great degree of sensuality and careful attention to details.

Apart the above mentioned One57 project Portzamparc designed for New York a residential development called Riverside Center - the complex of 6 glass towers stylistically close to One57. Apparently, today such architecture best of all suits the place and the timing of high-rise construction. In general, the architectural concept of One57 brightly demonstrates that the building is created in the new digital age and that the author is not only familiar with the applied computer design techniques, but he also regards the object in terms of the most advanced achievements in the field of stylistic research, digital architecture, Neo-modernism and the modified Post-modern philosophy. ■

CONCEPT Crescent in the Clouds (p.32)

MATERIALS PROVIDED
BY TRANSPARENT HOUSE

During the last decade
happens the rapid devel-

opment of Arabian architecture, while using the latest advances in science and industry - nowhere in the world one can find so many architects fantasies embodied in reality, both in the Emirate of Dubai. Combining the latest technologies and materials with the modern eastern construction scale it gives rise to the current architecture of the UAE – the richest hotels by the sea, grandiose developments and supertall buildings. There are often held competitions for architectural projects, which are then being put into practice. Here we are glad to bring to you attention the “Crescent Moon Tower” architectural design project that was entirely, from identifying the underlying concept to drafting the actual design and preparation of the project documentation, created and developed by the Transparent House team. The project was submitted for the 11th ThyssenKrupp Elevator Architecture Award and was highly regarded by the professionals and the public.

SYMBOL OF DUBAI

According to the conditions of the Architectural Design Idea Competition for the erection of a Tall Emblem Structure in Za'abeel Park in Dubai, UAE, the proposed structure should signify the new face of Dubai and promote tourism, recreational, scientific and cultural activities. Considering the stunning development of Dubai from a small city built around a trading port into one of the most prominent locations in the modern world, its proliferating economy, business, trade, and cultural life, our intent for the Tall Emblem Structure is that the proposed building should reflect both the historical roots of Dubai and its contemporary state and embody the unity of the two.

According to the intent, the idea of the origins is embedded in the shape of the building. It is a crescent which identifies Dubai as belonging to the Islamic world. On the other hand, the very fact that such a structure can be erected with the application of the state-of-the-art technologies is a manifestation of the modern level of technical and economic development of Dubai.

The building was designed to accommodate a children's library, a conference facility, cafes, a restaurant and an open-air observation plat-

form in the top part of the structure, all intended to make the building a multi-purpose destination, popular among the locals and tourists alike.

In the course of the project our team developed a number of static and animated visuals and a set of project documentation to be submitted for the competition, including structural engineering substantiation and presentation panels.

The design team considered many options and many different shapes, from abstract to quite recognizable, but all of them were “not quite it” until one moment it finally dawned on (and as they said - this is actually the right word to describe). Idea of the project was born when the designers contemplated the image of a deep, dark-blue night sky, flat and sun-burnt desert landscape forming an almost absolutely clean line of the horizon, and rising from behind of the horizon there was a giant crescent moon glowing with warm light reflecting the atmosphere of the Earth. Also they immediately guessed that a light-transmitting concrete can become a perfect material for the implementation of this idea.

UNIQUE ARCHITECTURE

The idea at the basis of the project is the rising crescent moon as a symbol of the Muslim world. The structure is supposed to become a symbol and should look like a monument rather than a building. The architects were searching for an image which would be as laconic in terms of the shape as possible, and at the same time would be recognizable and would carry the maximum symbolic and historic potential, while remaining in line with the character of the surrounding landscape and climate.

The main distinguishing features of the project are, first of all, the exterior shape and the material proposed for the exterior walls. Light transmitting concrete (concrete with fiber optics in it) allows creating fabulous structures, which unite the solidity of concrete and the atmospheric lightness of the glow coming through. During the day this material will help save electricity and in the night-time it will fill the silhouette of the building with deep internal light. Huge steel beams which make up the core of the building and fine traditional arabesque pattern on the open parts of the building will help create a completely new and unprecedented atmosphere which will unite ancient traditions and modern technologies. It will be a technological oasis rising from the sand dunes using the ancient principles of astronomy to design a modern day marvel.

LIGHT TRANSMITTING CONCRETE

The unique feature of the building is the application of one of the most cutting-edge and innovative construction materials – light transmitting concrete. It is made of regular fine concrete with the addition of fiber optics. The fibers can transmit

light to over 50 feet and, as they occupy only a small percentage of the total concrete block or panel, they do not make significantly effect on the structural capabilities of the poured pieces. Light transmitting concrete allows seeing silhouettes, shapes and even the color of objects located directly behind the material. Retaining the strength of regular concrete this material also lets the light pass through it, which is the source of unique design solutions. The building ensures ample possibilities for daylighting, providing potentially much lower heat loss that reduce operational costs and promotes greater durability.

GREEN BUILDING

Every effort has been put in to incorporate Green Building concepts in the initial design so that it not only remains low on overall power consumption but also becomes a benchmark for future design projects.

The building structure uses environmentally safe and harmless materials. Special attention has been given to heat and noise insulation. The entire building infrastructure and its power systems have been designed to reduce the energy resources and electric power consumption as much as possible while maintaining the highest efficiency of all systems. The centralized air-conditioning system is proposed for the buildings, with the main blocks and the machinery of the system located on the underground floors. The air intake will be realized via special vent shafts located outside the building perimeter.

INNOVATIVE ENGINEERING

The building design applies the most innovative structural and engineering solutions which make it possible to implement the “floating” architecture of the building and make it strong and safe.

The building frame is a dimensional construction of complex configuration. The core of the building is located in the center of mass of the building and is realized as a group of poured-in-place reinforced concrete columns. A steel cable with adjustable tension will be placed inside each column to provide for seismic resilience of the construction.

The exterior walls are a two-layer dimensional construction which is responsible for the overall structural strength of the building and provides for the unity of the floor slabs, columns and walls. The layered construction will include thermal screens which will help protect the building from the high temperatures of the environment. The thermal screening system will be complemented by low-emission glass used in the building's glazing systems.

The glazed parts of the Structure are covered with traditional eastern-style pattern. The pattern is made of reinforced concrete installed flush with the exterior face of the building and repeating its curving shape.

The color of the concrete pattern will match that of the main coating of the building thus creating an impression of a whole solid structure. The windows are realized as punched-in openings with the glazing installed behind the pattern. Apart from being a decorative element the concrete pattern performs the function of the sun shades, protecting the interiors from direct sun light.

The poured-in-place reinforced concrete floor slabs of the building are supported by the cross-connected system of steel beams running up along the walls of the Structure. Eight stiffening rings are distributed along the height of the building and coincide with the technical floors. The original aerodynamic shape of the building is highly efficient in reducing the stresses on the construction from the wind load.

INTERIOR DESIGN

The main idea for the interior design will be the spectacular character and scale of almost all spaces, as this is conditioned by the structure of the building itself. A great addition to this shall be the combination of traditional motifs with modern finishing materials, accessories, furniture and state-of-the-art technologies. These are the same principles that we used when developing the exterior image of the building. The interior design and decoration will carry on the ideas embodied in the proposed architectural solutions.

The premises can serve any purpose. The multi-purpose character of the architecture and spacious interiors allow the building to house many different spaces at once. For example, shops can take the lower levels of the building, the middle levels can be occupied by offices and various exhibition spaces, and upper levels can be dedicated to a hotel.

This fascinating structure, which will emerge in coming years, will definitely be in alignment with the history of that region. But one thing is absolutely clear – this project has already contributed to the modern world architecture development. ■

RESEARCH

“Use-less” Space in Today’s Tallest Buildings

(p. 38)

MATERIALS PROVIDED BY THE COUNCIL ON TALL BUILDINGS AND URBAN HABITAT (CTBUH)

The Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH) has investigated the increasing trend towards extreme spires and other extensions of supertall (300-meter-plus) buildings that do not enclose usable space, and created a new term to describe this – Vanity Height, the distance between a skyscraper’s highest occupiable floor and its architectural

top, as determined by CTBUH Height Criteria.

Here are some key findings of the study:

- At 244 meters, the vanity height of the Burj Khalifa, Dubai, UAE, could be a skyscraper on its own – in fact, it would be Europe’s 11th-tallest building.
- The Burj Al-Arab, Dubai, UAE, has the greatest vanity ratio of any supertall building – 124 (39 percent) of its 321 meters is devoted to nonoccupiable space above the highest occupiable floor.
- Without their vanity height, 44 (61 percent) of the world’s 72 supertalls would measure less than 300 meters – thus losing their supertall status.
- United Arab Emirates clocks in as the nation with the most “vain” supertall buildings, with an average vanity height of 19 percent.
- New York City, USA has two of the tallest 10 vanity heights, and is set to gain a third with the completion of One World Trade Center in 2014.
- According to CTBUH Height Criteria regarding telecommunications towers, a 50 percent vanity height would deem any structure a “nonbuilding.”
- The “vainest” building overall in the CTBUH database, although not a supertall, is the Ukraina Hotel in Moscow, Russia – 42 percent of its 206-meter height is non-occupiable.

World’s Ten Tallest Vanity Heights

The ten tallest “Vanity Heights” in today’s completed supertalls as of July 2013 data.

* The highest occupied floor height as datum line.

* The highest occupied floor height.

History of Vanity Height

This chart shows Vanity Height as a percentage of overall architectural height for the world’s 74 completed supertalls.

Note: Historically there have been 74 completed supertalls (300+ m) in the world, including the now-demolished One and Two World Trade Center in New York.

Vanity Height in Detail

These graphs examine the average Vanity Height of completed supertalls by country, date of completion, and architectural height.

Without Vanity Height, 44 (61%) of the world’s 72 supertalls would measure less than 300 meters, losing their supertall status. The tallest of these is Guangzhou’s 390-meter CITIC Plaza.

According to current CTBUH Height Criteria regarding telecommunications towers, a 50% vanity height would deem any structure a non-building!

At 244 meters, the Burj Khalifa’s Vanity Height would be an impressive stand-alone skyscraper. If built in Europe, it would become the continent’s 11th-tallest building.

With no spire, The Index, in Dubai, has a vanity height of only 4 meters – just 1% of the building’s overall height.

New York City contains i The Ukraina Hotel in two of the tallest 11 Moscow, Russia (206 m, Vanity Heights – and is set – 1 Æ– b. 1955) has 42% Vanity to gain a third with the J Height-the “vainest” completion of One World building overall in the Trade Center in 2014. ■

PERSPECTIVES

Villas of Dry Riverbed

(p.40)

MATERIALS PROVIDED BY HENNING LARSEN ARCHITECTS

Riyadh, which name in Arabic means “The Gardens” – is a capital and the largest city of Saudi Arabia. It is also the capital of Riyadh Province, and belongs to the historical regions of Najd and Al-Yamama. Since the 1940s, the city is growing rather fast, particularly its population increased rapidly in the second half of the XX century. Enormous oil revenues dramatically changed the face of Riyadh. This is one of the most modern capitals of the Middle East with a lot of skyscrapers, hotels, shops and mosques – the city has consistently engaged in large-scale construction projects. Cranes and excavators work round the clock to build the new King Abdullah Financial District in Riyadh, which masterplan was developed by Henning Larsen Architects, won in international competition in 2006.

Designed to be the new center for Middle East trade and finance, the King Abdullah Financial District is a 1.6-million-square-meter mixed-use development consisting of 30 plots connected by a network of skywalks and green recreational spaces. The new financial district will be an independent city in the Arabian capital of Riyadh. Providing jobs for 50,000 people over 5 million m² will be developed on the 1.6 million m² plot. The main buildings are linked together by four kilometers of air-conditioned footbridges – so-called skywalks – on 1st floor level. The skywalks are also designed by Henning Larsen Architects.

‘Villas in the Sky’ is a mixed-use 34-storey tower placed at a unique location in the King Abdullah Financial District in Riyadh, Saudi Arabia. As part of the integrated sustainability of the masterplan the financial district will have public transportation in the form of a metro/monorail.

Parcel 2.13 is a 33-story tower named Villas in the Sky. The project consists of 13 floors of office with 12 floors of residential units above.

Situated as one of the last buildings in the green thoroughfare, the Wadi, and in a transition zone between the public square and the Wadi, the tower will become a strong local landmark.

The mixed use tower is a basic square shape with a zig-zag facade at the top to differentiate it from the other towers in the area. The form imitates the structural ideal of a high-rise building. It is a polygon with four equal sides allowing for very flexible spaces.

The shifted upper plates create a jagged facade that visually differentiates the various programmes in the mixed-use building.

The first three stories are dedicated to retail and connected to the Wadi, ground level and the footbridges, the Skywalks, for easy access and optimal connection for users. The next 14 stories are programmed as office space and the top 12 floors house 22 residential units. It is crowned by a sky gym, spa and roof terrace.

Structural system and facades for the Villas in the Sky project was developed by the specialists from Thornton Tomasetti Group, which works in conjunction with Henning Larsen Architects includes the Crystal Towers, the Gem Buildings and Villas in the Sky, for which they providing structural and building skin engineering services.

Energy efficiency plays a strong role in the building with the help of an angled glazing system. Panels angled down towards the street are transparent, letting light in and allowing people inside to see out, while panels angled up are a light-colored cladding and shade the interior from the hot desert sun.

The tower’s cladding solution seamlessly integrates the shifting floor plates at the upper levels and the saw-toothed profile of the facade design. The latter was devised to provide self-shading to the glazed elements and thereby minimize solar gains and radiation.

The curtain wall glass facade has angled panels to allow the use of more transparent glazing oriented towards the ground, while a sloping light-coloured cladding provides a shaded interior and reduces the energy consumption of the building. The building is designed to achieve a LEED Certification upon completion.

The use of BIM on this project afforded several benefits including speedier modeling of complex building geometries; easier coordination with design team members, leading the faster clash detection and resolution; and easy generation of 3D visualization of the structure for more effective client presentations. Other benefits of BIM consist of higher quality shop drawings, interoperability of design platforms and greater design flexibility.

The project received the Bentley Systems Award for Innovation in Generative Design.

Using Bentley Architecture and GenerativeComponents, the company tested a variety of architectural solutions for the \$68 million landmark. This ensured consistency and a high level of quality through the entire project – from sketch to detailed design. Optimizing the building proportions lowered temperatures by six to eight degrees Celsius. In addition, using Bentley solutions helped a large project team that had been put together on short notice to quickly and effectively achieve the objectives.

Henning Larsen Architects is an international architecture company with strong Scandinavian roots. Its goal is to create vibrant, sustainable projects that reach beyond themselves and become of durable value to the user and to the society and culture they are built into.

Henning Larsen Architects attaches great importance to designing environmentally friendly and integrated, energy-efficient solutions.

The company’s projects are characterised by a high degree of social responsibility – not only in relation to materials and production but also as regards good, social spaces encouraging intimacy and community.

The ideas grow from an inspiring dialogue with the client, users and partners in order to achieve long-lasting buildings and a beneficial lifecycle economy. This value-based approach is the key to our designs of numerous building projects around the world – from complex masterplans to successful architectural landmarks. The Company has around 150 employees as well as offices in Copenhagen, Reykjavik, Damascus and Riyadh and projects in more than 20 countries worldwide.

Henning Larsen, the architect who experts call a “Master of Light”, was born in 1925 in Videbeke, in the Danish province of Jutland, passed away June 22, 2013 in Copenhagen. He graduated from the Architectural Association School in London in 1951, followed the Danish Academy of Fine Arts, he worked in the studio of architect Arne Jacobsen. At the end of 1952, Larsen went to the U.S. to study at the Massachusetts Institute of Technology in Boston. Larsen, who worked under the likes of Jørn Utzon early on in his career, established his own firm Henning Larsen Architects in 1959. Throughout the span of his career, Larsen gained fame in both Denmark and abroad, receiving multiple awards, including the Praemium Imperiale in 2012; most recently, his Harpa Concert Hall received the 2013 Mies van der Rohe Award.

The most distinctive feature of the Larsen’s projects is aspecial attention to natural light. The most famous of his works - the building of the Ministry of Foreign Affairs in Riyadh, the pub-

lic library in Malmo, Copenhagen Opera House and National Theatre of Denmark.

Henning Larsen, is the recipient of many national and Swedish Awards for Architecture. In addition, in 2012 he was the winner of the Imperial Prize (Praemium Imperiale), established by the Japan Art Association and awarded to artists “for their achievements and international influence.”

Villas in the Sky

Location: Riyadh, Saudi Arabia

Client: Saudi Binladen Group

Architects: Henning Larsen Architects

Purpose: multifunctional

Structures and facades: Thornton Tomasetti

Engineering: Hoare Lea Consulting Engineers

Number of floors: 34

Total area: 41,000 m²

Construction: 2009–2013 ■

IDEA

Ingenious Trio

(p. 46)

MATERIALS PROVIDED BY ADRIAN SMITH + GORDON GILL ARCHITECTURE

Construction of the first district of Dubai’s Jumeira Gardens scheduled to be completed in the current year, but due to the economic crisis there were made certain alterations: in 2009, the project implementation was suspended. A city within a city, this giant mixed-use project supposed to be a centerpiece of this unique development and of Dubai itself, as well as one of the tallest and largest megastuctures in the world.

1 Dubai is a trio of supertall towers of staggered heights (each at least 600 meters) joined near the base.

On its tripod base, 1 Dubai rises over a canal that forms an oasis in the center. From there, viewers will be able to gaze up through the great atrium-like space between the three towers. At night, a virtual “fourth tower” – a giant beam of light – will lance up through the atrium, creating a shining beacon at the city’s center.

On special occasions, the oasis will transform itself into one of the world’s most unique event and performance spaces, with a floating stage surrounded by barges doubling as seating banks. There will be state-of-the-art sound and light shows featuring giant holograms projected in the air and on the building’s mosaic-like glass and aluminum skin.

High above, a series of three-story skybridges, or “plazas in the sky,” connect the towers as they taper upward.

The skybridges will afford breathtaking views of the Gulf and the city, help stabilize the towers structurally and facilitate interfloor circulation between them.

1 Dubai project comprises two world-class (five- and six-star) hotels, office and retail space and some of the world’s highest condominiums – including a number of exclusive, double-height penthouse units in the top levels of the three towers.

In corner penthouse units, columns have been removed at the corners for unobstructed views. The tallest tower will also feature one of the world’s highest exclusive club/observation halls.

Other facilities and amenities include two trading floors with 8.4 meter (18 feet) floor-to-ceiling heights; ballrooms; conference facilities; and a spa with full-size basketball courts, volleyball courts and an Olympic-sized swimming pool.

1 Dubai will also take full advantage of a variety of cutting-edge sustainable technologies, with special emphasis on photovoltaics to generate solar energy.

1 Dubai

Location: Dubai, United Arab Emirates

Client: Meraas Properties

Architecture: Adrian Smith + Gordon Gill Architecture

Purpose: Multifunctional

Height: 1000 m

Total Area: 1,784,257 sq. m.

Status: Concept ■

FACILITY

Korean Accordion

(p. 48)

MATERIALS PROVIDED BY ADRIAN SMITH + GORDON GILL ARCHITECTURE

The capital of South Korea, Seoul – is a modern, beautiful city with a developed infrastructure, and famous not only for the amazing architecture of the past centuries.

During the last years its image is complemented with new buildings: there are erected a lot of bridges and high-rises, cultural and sports facilities, landscaped parks and gardens. The office building of Federation of Korean Industries’ HQ as high as 240 meters has recently been completed. The building will rate as one of the highest buildings in Korea as well as a last-ignt icon for Seoul’s skyline. It demonstrates the power of precise, high-performance, contextually appropriate design.

The Federation of Korean Industries represents major Korean companies such as Samsung, LG and Hyundai Motors. AS+GG won an international competition to design this tower in 2009.

The tower will enter a list of the tallest buildings of Korea and will take its special place in the skyline of Seoul. It combines clarity of silhouette, high performance and appearance, which is fully integrated into surroundings. The building, including below-grade parking and support spaces, consists of 170,000 square meters of gross floor area with 111,000 square meters above grade. A separate three-dimensional free-form glass enclosure at the podium houses a 6,000-square-meter conference center and is connected to the tower by a pedestrian bridge.

This highly sustainable project will feature an innovative exterior wall designed specifically for FKI. the building skin is designed to help reduce the internal heating and cooling loads of the tower and collect energy by integrating photovoltaic panels into the spandrel areas of the southwest and northwest facades, which receive a significant amount of direct sunlight per day. By angling the spandrel panels 30 degrees upward toward the sun, the design team maximized the amount of energy collected, generating enough power to help maintain the electrical systems throughout the tower core and the office space.

Just below the spandrel panels, the vision panels are angled 15 degrees downward toward the ground, minimizing the amount of direct sun radiation and glare. This nearly 800-foot-tall tower’s pleated curtain wall is more than just an intriguing design gesture. It cleverly allows for angled building integrated photovoltaics (BIPVs) in the spandrel panels on the southwest and northwest sides, which receive the most sunlight. This maximizes energy collection along the surface of the tower, while also limiting heat gain through the vision glass below. Several floors will have full glazing in the upper portion to break the monotony of the building’s face, and also to allow deeper light penetration into the building. Together, the alternating spandrel and vision panels create a dynamically rippled facade that is both environmentally progressive and visually striking, giving the tower a unique architectural presence on the skyline.

The overall cost of engineering the facade was not significantly more than a normal system, but the efficiency gains will provide a quick payback to the building owner. Smith’s accordion facade is a simple solution that could easily be used elsewhere. “It’s fairly common in roofs, but not in towers,” Smith said, adding that he doesn’t feel proprietary about the idea. “We’re all looking for advances in how buildings perform. We don’t

have a patent on it.” Adrian Smith said: “Our hope is that the building will provide a new, lasting icon for Seoul’s skyline. The design demonstrates the power of precise, high-performance, contextually appropriate architecture.”

Gordon Gill added: “FKI is comprised of over 500 Korean companies, and this building will represent the desire of that collaborative initiative to be a leader in exemplary, sustainable architecture. We’ve incorporated an innovative, multi-faceted exterior wall system that we hope will serve as a new paradigm for future high-performance development.”

Sustainability was a goal for both client and architect, and the architects figured out how to exploit a Korean energy subsidy to justify the added costs of the BIPVs. Solar power can be sold back to the grid at seven times the price of conventional power, up to a certain amount. AS+GG figured out that integrating panels into the building’s two sunniest sides could produce that quota. “This is the first time BIPVs have been used in a tower with this degree of efficiency,” Adrian Smith told AN. As a result, it is not only environmentally progressive, but also visually stands out from the other designs due to its emphasized architectural originality over the surrounding urban context.

From a sustainable perspective, the building has been designed in much the same way as a finely tuned instrument. Every element of the design has been carefully selected to increase the building’s efficiency, functionality and performance. HDL building automation system as the advanced products in the world was chosen, providing the best lighting controlling solutions and helping to the energy saving of the Building. A lot of HDL KNX products such as DIN-Rail Mount Power supply Module, 12Channel 16A Relay Module and Motion and LUX Sensor were applied in the products. Breaking up the monotony of both the exterior and the interior, the architects carved three-story atria behind the buildings facades, some on the corners and some in the center of the facade. These atria have clear low-e glass in the spandrel panels, so they will read on the elevations during the day and at night. Landscaped on the interior, they will also help to bring daylight deeper into the floorplates.

A curvilinear podium, with an employee restaurant and conference center, will create a lively street presence. “It’s a counterpoint to this very simple, rectilinear office building,” Smith said. “It’s a signature piece.” The podium, which will be mostly in shadow, does not have photovoltaics. The sculptural podium piece is located on central Yeoi-Daero Avenue, further promoting the tower’s public identity. The podium amenities include a banquet hall, central restaurant and conference center.

AS+GG is collaborating with the engineering firms thornton tomasetti

and environmental Systems Design, as well as the local firm chang-Jo Architects, on the project.

The tower structural system consists of a reinforced concrete core with steel outrigger and perimeter belt trusses. The exterior wall of the tower has been furrowed as part of the architectural expression and to provide optimal utilization of building-integrated photovoltaic panels. The unique exterior skin is a key factor in disrupting the organization of wind vortices for the relatively prismatic tower geometry.

Thornton Tomasetti conducted detailed studies to configure the podium’s exterior shape, structural rib geometry and panelization of the glazing to permit the use of a cold-bent IGU system, which led to significant cost savings.

Thornton Tomasetti’s Structural and Building Skin practices worked closely with the architect to detail the glazing system utilizing Gehry Technologies’ Digital Project. The team employed parametric modeling to develop a rationalized geometry for panelization of the curved exterior. All design documents were generated and delivered via the building information model platforms Revit and Tekla.

The tower facilitates a high quality of life for employees and building tenants, incorporating copious garden space and abundant natural light to augment the workplace environment. The tower features strong views of neighboring Yeoido Park, the Han River and the city, as well as direct access to world-class amenities.

FKI Head Office Building

Location: Seoul, South Korea

Client: Federation of Korean Industries

Architecture: Adrian Smith + Gordon Gill Architecture

Purpose: Office building

Height: 244 m

Number of upground floors: 50

Underground floors: 6

Structural Design: Thornton Tomasetti, DongYang Structural Engineers

Engineering Systems: Environmental Systems Design, Inc.

GFA: 176,000 m²

Status: built ■

EXPERIENCE

Multifaceted

Ardmore

Residence

(p. 54)

MATERIALS PROVIDED

BY UNSTUDIO

PHOTOS BY IWAN BAAN

One of the most extraordinary places on earth – is an island, river, city and the state of Singapore, where three cultures have merged.

The sidewalkers can find there the rocket sky-high grandiose skyscrapers and ultra-modern fairy buildings erected on projects of architects from all around the world, and the next door are located small houses in the eclectic style of the colonial period or constructed in a national local manner. Recently, the skyline of this amazing city-state was replenished with one more original structure – Ardmore Residence building, a work by the famous Dutch architectural firm UNStudio, led by Ben van Berkel.

IN THE VICINITY OF ORCHARD ROAD

The Ardmore Residence at 7 Ardmore Park in Singapore is located in a prime location close to the Orchard Road luxury shopping district and enjoys both expansive views of the panoramic cityscape of Singapore City and the vast green areas of its immediate western and eastern surroundings. The primary concept for the design of the 36 storey, 17,178 m² residential tower is a multi-layered architectural response to the natural landscape inherent to the ‘Garden City’ of Singapore. This landscape concept is integrated into the design by means of four large details: the articulation of the facade, which through its detailing creates various organic textures and patterns; expansive views across the city made possible by large glazed areas, bay windows and double-height balconies; the interior ‘living landscape’ concept adopted for the design of the two apartment types and the introduction of transparency and connectivity to the ground level gardens by means of a raised structure supported by an open framework. The developer said it will comprise 4 – bedroom apartments ranging from between 2,800 to 4,000 square feet, and some of the larger apartments will occupy an entire floor per unit. In addition, SC Global said four units will come with private lap pools, including a large 4 – room unit, Duplex, Junior Penthouse and Super Penthouse. The size of these units ranges between 4,200 sq ft and 11,000 sq ft.

The main purpose of Ardmore Residence was to create a high quality living space with wonderful panoramic views of the city and the maximum levels of natural light in the apartments that its creators perfectly managed to realize.

The first residential level of the Ardmore Residence is located on the eighth storey of the building. An open framework is therefore

introduced at the base of the raised tower which enables full connectivity and transparency across the ground level landscaping, while simultaneously organizing the shared amenity facilities. Whilst building regulations in Singapore specify both the height and area of high-rise buildings, views are also deemed to be essential for the occupants. The raised design of the Ardmore Residence therefore integrally incorporates these set parameters to take full advantage of the potential they afford to optimize the design concept and simultaneously create a fully integrated living and leisure landscape for its occupants. This way a human comfortable scale merges with an outstanding outdoor experience.

TEXTURED FACADE
The facade of the Ardmore Residence is derived from micro-design features which interweave structural elements, such as bay windows and balconies into one continuous line. The facade pattern is repeated for every four storeys of the building, whilst rounded glass creates column-free corners, visually merging the internal spaces with the external balconies. Intertwining lines and surfaces wrap the apartments, seamlessly incorporating sun screening, whilst also ensuring that the inner qualities of the apartments and the outer appearance of the building together form a unified whole. From a distance the tower appears to adopt vastly divergent contours when viewed from different perspectives, whilst from close by the various openings in the concrete panels of the facade affect a sense of organic mutation and transition as you move around the building.

“The highly textural facade of the Ardmore Residence works in unison with the organization of the individual apartments, affording both extensive daylight to the unique residential spaces and panoramic views over the city of Singapore. The facade further generates a unique reading of the building in the neighborhood, with its layered contours extending the appearance beyond four façades and providing a variety of profiles and perspectives,” – said Ben van Berkel.

TEXTURED FACADE

The facade consists of cast in place 30 meter high mega columns with a structural ring beam between the columns. The remainder of the facade is constructed from pre-cast concrete panels, some of which are structural. The facade system comprises a number of highly repetitive «frames» that range in scale from one to four floor heights to blur the boundaries of the horizontally stacked floors visually and by doing so provides unique spatial qualities for an outdoor spaces: «framing» the space, protecting you from being seen and blocking the heavy western sun.

INNOVATIVE STRUCTURE
The Ardmore Residence development

has been built using reinforced concrete and involved a substantial amount of prefabrication work. The design of the structural frame of the Pontiac Land Group development meant it was reduced to four mega columns at its base, with a transfer level at seventh storey height.

New innovative inter-locking system developed by Web Structures to create cantilevered shear walls is staggered across the height of the tower to produce the distinctive folding and interlocking look designed by UNStudio. Single storey shear walls cantilever from the inner core walls and support one floor above and one floor below at the same time. The system used to create this folding and interlocking effect was developed by Web Structures for the specific design of this project.

Design features:
• Sharp edges are achieved by the use of GFRC infill pieces attached to the pre-cast panels, while the whole facade is painted with a textured silicon paint to minimize streaking lines and create a smooth surface.
• Fully retractable aluminium louvers as balcony screen 2.500H tempered laminated glass screen on 500mm high RC parapet 3.150mm stone flooring 250mm RC slab
• Rain water collection for semi outdoor shower at balcony for every floor to be channelled to sewerage system 6.175mm RC slab
• RC structural wall
• FRC panel to precast concrete facade cladding
• 50mm timber flooring
• SlkJable and foldable glass door
Dr. Hossein Rezaei, group director of Web Structures, said: “This was a project that posed a number of structural engineering challenges. The structure above the transfer level of the building is made up of an interesting inter-locking system... It was a fascinating project to work on and one that brought out all the innovation that exists here at Web Structures to turn the true vision of acclaimed architects into building reality.”

Construction took three years from start to finish.

LIVING LANDSCAPE
The apartments in the Ardmore Residence embody the idea of a ‘living landscape’. Functional spaces are redefined and extended into the living landscape concept, offering the possibility for versatile functionality for the occupants. The vision for Ardmore Residence is to create uplifting living spaces using natural light and perspectives of the city. While the bold silhouette exudes a commanding presence from afar, residents and visitors to Ardmore Residence are presented with an intimate attention to design details, from the curve profiles of the interior walls and columns to the grass-inlaid driveway. An indoor-outdoor living experience is achieved through the inclusion of large windows and

double height balconies in all of the residences. These elements enable a wide variety of views across Singapore City, while the large vertical balconies additionally offset the horizontality of the more private interior spaces. With the terrace spaces integrated into every-day internal living scenarios, the living landscape promotes seamlessness between interior and exterior spaces. Bay window features on the façade create natural shading on the glass to minimize heat gain and provide welcome opportunity for planting by the residents.

The floor plan chosen for the 58 individual apartments is designed to increase the amount of daylight and take full advantage of the panoramic views, thereby creating an atmosphere of spaciousness in the dwellings. This floor plan is based on an analysis of Renaissance villa prototypes – and the concept of a “cours d’honneur” as in between space which enable visual links between different parts of one and the same house. In the design for the Ardmore Residence this concept is appropriated and translated in order to allow for visual interconnection between specific areas within the apartments. This concept furthermore increases privacy for sleeping rooms and adds a four-dimensional aspect to the layout, as both wings can operate separately, service different needs and be active at different times of the day.

SUSTAINABLE FEATURES:

The building of Ardmore Residence was erected according to existing Greenmark Declaration and has the appropriate fittings:
1. Green Roofs at ancillary buildings with auto-irrigation and sensors
2. Water usage regulators and Water efficient fittings
3. Motion sensors for back of house spaces
4. Energy efficient VRV air-conditioning system
5. Naturally ventilated lobbies/common areas
6. Apartment units have good daylighting and natural ventilation
In the interior decoration were also used natural materials such as marble, Roman travertine and American oak for floors.

For VIP-persons residences are provided private elevators that lift them into the lobby of the upper floors. In addition to a 24-hour security and underground parking with ample parking spaces the Ardmore Residence offers its visitors and residents a well-equipped gym, swimming pool, playground, SPA- and numerous terraces for al fresco dining and a barbecue.

LIVING LANDSCAPE

CONSTRUCTION MANAGEMENT: Pontiac Land Group
Design: Web Structures, Singapore
Engineering systems: J Roger Preston, Singapore
Facades: Ove Arup, Singapore
Site: 5595 sq. m
Height: 135.7 m
Number of floors: 36
Building area: 15,666 sq. m – housing, 4,400 sq. m – parking
Status: built ■

DESIGN

Invisible Symbol of South Korea

(p. 68)

MATERIALS PROVIDED

BY GDS ARCHITECTS

GDS Architects recently announced that it’s 450 meter tall Tower Infinity observation tower designed by Architect Charles Wee, has received Permit approval for construction near Incheon International Airport just outside of Seoul, Korea. GDS in collaboration with Samoo Architects, A&U and structural Engineer King-Le Chang were awarded first prize in a National Design Competition sponsored by Korea Land Housing (LH) to provide Design and Engineering services for the 450 meter tall Observation Tower poised to become Korea’s National Landmark back in April 2011. In addition, GDS Architects won the original International Idea Competition out of 146 entries from 46 countries in December of 2008.

IDEA
Positioned as the New Gateway landmark in the dynamic global economy of Northeast Asia, Tower Infinity in the Cheongna area of Incheon, Korea represents the new “Soul” of Korea by celebrating the global community rather than focusing inward on itself.

The design inspiration was based on an introspection of the Korean nation, its people, where we have been and most significantly where we see ourselves headed as a proud nation and how we are perceived in the realm of this global community. In this sense the competition evolved as an opportunity to provide a social commentary and challenge the status quo of all which is finite.

Too often in modern times, the phrase “Landmark Tower” is indicative of a nation’s desire/ego to showcase a level of economic prosperity and technological achievement for

others to envy. Rather than fall victim with trying to compete with the great iconographic landmarks of the world or develop another version of the “tallest observation tower”, our heart, minds and motivation were set to represent the Power of Absence and the Strength of “Nothingness” often referred to by Louis Kahn.

In this respect, Tower Infinity is paradoxically strengthened in its absence and in this void we find the presence of hope for humanity as it struggles with confidence and humility.

One can only hope that the result is an emotional/spiritual journey that transcends the typical temporal experience soon forgotten. With the rapid industrialization of post-war Korea and current designation as the 12th largest economy in the world, Korea continues to struggle with its strong connection to the past and its aspirations for its future. While too many the excitement of a tower disappearing showcasing Korean technology may seem striking and unusual, a greater emphasis should be placed on the true message and contribution to humanity through the lens of understanding the nature of the infinite and the possibility of the unknown. Here lies an opportunity to showcase to the world the most important aspect of our ideals as a nation and people is that constant search for the unknown, the unseen.

It is my sincere hope that this project will symbolically represent the “collective soul” of the Korean people while providing a meaningful challenge and legacy to the next generation as each individual searches for a life rich in meaning and is not blinded by what they think they see.

Charles Wee, AIA, GDS Design Principal says, “Instead of symbolizing prominence as another of the world’s tallest and best towers, our solution aims to provide the World’s first invisible tower, showcasing innovative Korean technology while encouraging a more Global narrative in the process. We are elated that the many years of design, testing and coordination have led us to that all important step of beginning the building process. We look forward to providing Korea and the World with a completely new model for what it means to be an observation tower... From day one it was our sincere desire to “rethink” the concept of what an Observation Tower meant and rather than rely on the typical elevated platform on a stick resembling a lollipop, we wanted to create something magical that could meld the ambitions of a progressive country like Korea and its technological prowess”.

“We are pleased that Tower Infinity will boast the third highest observation deck in the world and will become the world’s first “invisible tower” through the use of a sophisticated LED facade system with optical HD cameras.” – added Michael Collins, Director at GDS.

CONSTRUCTION MANAGEMENT: Pontiac Land Group
Design: Web Structures, Singapore
Engineering systems: J Roger Preston, Singapore
Facades: Ove Arup, Singapore
Site: 5595 sq. m
Height: 135.7 m
Number of floors: 36
Building area: 15,666 sq. m – housing, 4,400 sq. m – parking
Status: built ■

DESIGN
Invisible Symbol of South Korea
(p. 68)
MATERIALS PROVIDED
BY GDS ARCHITECTS

GDS Architects recently announced that it’s 450 meter tall Tower Infinity observation tower designed by Architect Charles Wee, has received Permit approval for construction near Incheon International Airport just outside of Seoul, Korea. GDS in collaboration with Samoo Architects, A&U and structural Engineer King-Le Chang were awarded first prize in a National Design Competition sponsored by Korea Land Housing (LH) to provide Design and Engineering services for the 450 meter tall Observation Tower poised to become Korea’s National Landmark back in April 2011. In addition, GDS Architects won the original International Idea Competition out of 146 entries from 46 countries in December of 2008.

IDEA
Positioned as the New Gateway landmark in the dynamic global economy of Northeast Asia, Tower Infinity in the Cheongna area of Incheon, Korea represents the new “Soul” of Korea by celebrating the global community rather than focusing inward on itself.

The design inspiration was based on an introspection of the Korean nation, its people, where we have been and most significantly where we see ourselves headed as a proud nation and how we are perceived in the realm of this global community. In this sense the competition evolved as an opportunity to provide a social commentary and challenge the status quo of all which is finite.

Too often in modern times, the phrase “Landmark Tower” is indicative of a nation’s desire/ego to showcase a level of economic prosperity and technological achievement for

others to envy. Rather than fall victim with trying to compete with the great iconographic landmarks of the world or develop another version of the “tallest observation tower”, our heart, minds and motivation were set to represent the Power of Absence and the Strength of “Nothingness” often referred to by Louis Kahn.

In this respect, Tower Infinity is paradoxically strengthened in its absence and in this void we find the presence of hope for humanity as it struggles with confidence and humility.

One can only hope that the result is an emotional/spiritual journey that transcends the typical temporal experience soon forgotten. With the rapid industrialization of post-war Korea and current designation as the 12th largest economy in the world, Korea continues to struggle with its strong connection to the past and its aspirations for its future. While too many the excitement of a tower disappearing showcasing Korean technology may seem striking and unusual, a greater emphasis should be placed on the true message and contribution to humanity through the lens of understanding the nature of the infinite and the possibility of the unknown. Here lies an opportunity to showcase to the world the most important aspect of our ideals as a nation and people is that constant search for the unknown, the unseen.

It is my sincere hope that this project will symbolically represent the “collective soul” of the Korean people while providing a meaningful challenge and legacy to the next generation as each individual searches for a life rich in meaning and is not blinded by what they think they see.

Charles Wee, AIA, GDS Design Principal says, “Instead of symbolizing prominence as another of the world’s tallest and best towers, our solution aims to provide the World’s first invisible tower, showcasing innovative Korean technology while encouraging a more Global narrative in the process. We are elated that the many years of design, testing and coordination have led us to that all important step of beginning the building process. We look forward to providing Korea and the World with a completely new model for what it means to be an observation tower... From day one it was our sincere desire to “rethink” the concept of what an Observation Tower meant and rather than rely on the typical elevated platform on a stick resembling a lollipop, we wanted to create something magical that could meld the ambitions of a progressive country like Korea and its technological prowess”.

“We are pleased that Tower Infinity will boast the third highest observation deck in the world and will become the world’s first “invisible tower” through the use of a sophisticated LED facade system with optical HD cameras.” – added Michael Collins, Director at GDS.

CONSTRUCTION MANAGEMENT: Pontiac Land Group
Design: Web Structures, Singapore
Engineering systems: J Roger Preston, Singapore
Facades: Ove Arup, Singapore
Site: 5595 sq. m
Height: 135.7 m
Number of floors: 36
Building area: 15,666 sq. m – housing, 4,400 sq. m – parking
Status: built ■

DESIGN
Invisible Symbol of South Korea
(p. 68)
MATERIALS PROVIDED
BY GDS ARCHITECTS

GDS Architects recently announced that it’s 450 meter tall Tower Infinity observation tower designed by Architect Charles Wee, has received Permit approval for construction near Incheon International Airport just outside of Seoul, Korea. GDS in collaboration with Samoo Architects, A&U and structural Engineer King-Le Chang were awarded first prize in a National Design Competition sponsored by Korea Land Housing (LH) to provide Design and Engineering services for the 450 meter tall Observation Tower poised to become Korea’s National Landmark back in April 2011. In addition, GDS Architects won the original International Idea Competition out of 146 entries from 46 countries in December of 2008.

IDEA
Positioned as the New Gateway landmark in the dynamic global economy of Northeast Asia, Tower Infinity in the Cheongna area of Incheon, Korea represents the new “Soul” of Korea by celebrating the global community rather than focusing inward on itself.

The design inspiration was based on an introspection of the Korean nation, its people, where we have been and most significantly where we see ourselves headed as a proud nation and how we are perceived in the realm of this global community. In this sense the competition evolved as an opportunity to provide a social commentary and challenge the status quo of all which is finite.

Too often in modern times, the phrase “Landmark Tower” is indicative of a nation’s desire/ego to showcase a level of economic prosperity and technological achievement for

ELEVATOR WITH A VIEW – A GLOBAL SEARCH ENGINE

Tower Infinity's significant message of In the Absence of Matter is the Presence of Hope allowed us to reconsider how one could program, design and lend an identity to a true cultural hub that fosters an educationally rewarding and challenging experience for the youth of Korea and the world. The design sets out to go beyond what is Cheongna or Korean and embrace the identity and cultural of all global neighbors as if they sat at their host's table sharing a momentary anecdote with each other. This idea of embracing others to help shed light on understanding ourselves was a driving force behind user experiences found in Views of the World and Childrens' UN.

Shared belief of the project designers in Society's obligation for educating and mentoring the youth and steadfast determination to shy away from the typical themepark ride clichés led us to create more stimulating and rewarding user experience venues. This can be seen in the Views of the World, where users enter the elevator and upon ascent to the observation level, begins a user experience where all walls transform into actual views at their corresponding heights from significant observation towers/buildings around the world. In this short time of an elevator ride a child could experience the breathtaking views of the Giza desert atop the Great Pyramids, or the Champs Elysees as seen from the Eiffel Tower or Shanghai from the Pearl Tower all from one location. This simulated experience is not intended to replace the actual experience, but inspire people to travel to these worldly destinations and discover an interest in cultures other than their own.

In Children's UN the project authors set up to create a program and formal venue where children poised for future leadership could travel to semi-annual conferences to discuss with fellow colleagues the issues affecting them in their homeland and thus open up a dialogue (free of politics) that encourages other races and nationalities to understand what faces the youth of the world-fostering their Global Awakening.

STRUCTURAL CONCEPT

Rather than attempt to hide the structure behind an elaborate facade system, the design team focused on creating a simple, yet elegant structural system that is sincere to the tower's massing in its triangular nature and Pure in its response. BIM Parametric modeling was utilized to derive the optimal balance of providing necessary program area at key points, the building's overall massing aesthetic while providing structural regularity and construction ease. The result is a structural system divided into 28 meter modules of horizontal and vertical triangles that connect the Horizontal member in a manner similar to double Helix. These Steel Mega-Braces serve as the tower's primary

structure. Attached to the Mega-Brace is a system of Primary Diagrids that span this 28 meter vertical distance between horizontal structural members and these are further subdivided into equal diamond shapes creating an additional layer of Diagrid mullions that will comprise the facade system. The end result is a continuing series of diminishing diamond shapes from very large to very small.

In order to counteract the effects of Wind load on the tower, the designers worked with Structural Engineer King-Le Chang and RWDI to incorporate a tuned mass damper at +411 meters.

INVISIBLE FACADE

Yet another feature building will be a truly dizzying ... translucency, almost verging on invisibility. The visual effect will be extraordinary! Architects of the promise, that when looking at the building will be the impression that the structure is dissolved in the air. The Primary Concept of the Tower to render itself "INVISIBLE" is the result of a sophisticated skin system utilizing LED Bars and a series of 18 weatherproof cameras that are strategically integrated within the diagrid mullion system. The design team analyzed countless iterations of Pitch resolutions in connection with appropriate viewing distances at pedestrian levels to determine a cost effective solution that allows the tower to visually disappear when daylight conditions permit. This same technology also allows the Tower to become a 450 meter tall Billboard screen and urban focal point for all arriving at Incheon. The LED Facade system will be calibrated to allow the building to appear "invisible" from certain pedestrian and distant vantage points while remaining visible to birds and planes through various design mitigating elements. The Tower poses absolutely no risk to planes with its use of flashing red lights and the fact that all planes will approach the nearby Incheon airport through standard approach corridors. It is a common understanding that "typical" glass buildings pose a major threat to birds and the tower's facade patterning actually is more favorable towards warning birds and the potential to incorporate subsonic, low frequency detering sounds to ward off incoming birds-the same technology currently employed by many airports on their runways.

Furthermore, the tower will be equipped with solar panels, wind engines and devices for the extraction of geothermal energy. The skyscraper will have all necessary living amenities and entertainment attractions – theaters, gardens, restaurants, cafes and bars. ■

PROJECTS Two Elements of Telus Sky (p. 74)

MATERIALS PROVIDED BY BJARKE INGELS GROUP

Calgary is a really wonderful city - modern skyscrapers peacefully coexist there with unique heritage-listed buildings, museums and galleries. The development of the oil and gas industry has transformed the city into a corporate capital of Canada and it entailed the construction of the headquarters of the leading companies in the industry. History of high-rises erection started there from the creation of grain exchange building(1910), followed by Hotel Fairmont Palliser (1914) and the Center for Elvdena. Prior to the 1970s, there were not a lot tall buildings, but after the 1970's and up to the 90s Calgary experienced a great boom of the skyscrapers construction.

The tallest building in the city today is the 236-meter The Bow, recently erected on the project of Foster + Partners. In the coming years the city skyline will be accomplished with more high-rise objects, and among them will be presented the Telus Sky skyscraper – designed by world-renowned architects from Bjarke Ingels Group (BIG). Working alongside local architecture firm Dialog, BIG proposes a mixed-use building. TELUS Sky will be a LEED Platinum signature development for TELUS created by BIG and Dialog, along with partners: developer Westbank and real estate investment trust Allied Properties.

Telus Sky will be built in the heart of Calgary, on Seventh Avenue. Art Central, located at 100 7th Ave. S.W., will be demolished to make room for Telus Sky, which the company says will transform Calgary's skyline with "an architectural marvel, creating a dynamic community of blended urban living and working." Telus says it will transform the entire 7th Avenue block into "one of the most technologically innovative and environmentally-friendly sites" in North America.

227-meter 58-storey Telus Sky will be the second tallest building in the city, being inferior only 20 meters to a nearby located The Bow. This vibrant multi-functional skyscraper covering an area of 69,680 square meters, will house offices, retail and residential accommodations. There will be 430,000 square feet of office space, of which 155,000 square feet will be for TELUS.

The development, scheduled for completion in the fall of 2017, will provide approximately 250 jobs for Calgarians and engage local trades and companies. There will also be 15,000 square feet of retail space, mainly on the second floor and connected to the Plus-15 system. The

Plus 15 or +15 Skyway network in Calgary is the world's second most extensive pedestrian skywalk system, with a total length of 18 kilometers (11 miles) and 62 bridges. The system is so named because the skywalks are approximately 15 feet (approximately 4.5 metres) above street level. Some Plus 15 skywalks are multi-level, with higher levels being referred to as +30s and +45s. The system was conceived and designed by architect Harold Hanen, who worked for the Calgary Planning Department from 1966 to 1969.

The tower will replace the existing Art Central building on 7th Avenue but will include a 500 square-metre public gallery dedicated to exhibitions of work by local artists. The tower will comprise the first 26 floors of office space and 32 upper floors, comprising 341 residential units.

Calgary downtown follows the paradigm of many north American cities: a cluster of mostly offices form the downtown, surrounded by sprawling residential Wsuburbs. The car is an essential part of everyday life. The programmatic uniformity of the downtown leaves it empty at night when people return home.

Located at 7th Avenue block, BIG's design for the mixed-use tower will reshape the area into one of the most technologically innovative and environmentally-friendly sites in North America. In BIG's design the program -incorporating office, residential and retail space the Telus Sky Tower creates a lively mixture of living and working at the intersection of lighttrail and arterial roads in the heart of the center, creating a more varied and walkable city center for Calgary. It is designed to seamlessly accommodate the transformation from working to living as the tower takes off from the ground to reach the sky.

The complex is designed so that the transition from the working zone into the living was as simple and comfortable as possible. The similar way varies the design scheme of the tower: the large floor plates for workplaces recede to achieve the slender dimensions of residential floor depths. The texture of the facade in a similar fashion evolves from a smooth glass facade enclosing the work space to a three-dimensional composition of apartments and balconies. The resultant silhouette expresses the unification of the two programs in a single gesture – in rational straight lines composed to form a feminine figure.

The housing building, articulated to fit the needs of individual units and with an ideal floor depth is combined with very efficient, simple and column free office building.

The two building elements are blended together in a uniform shape. The flat office façade recedes to an array of balconies for the residences.

A roof garden tops the tower, and a vertical garden doubles as an entry atrium and connects it with the building next door. By stacking the houses on an office tower the architects start-

ing to generate a programmatically diversified city with activity throughout the day. A city with a lifestyle that relies less on cars and encourages human interaction.

With the addition of TELUS Sky, TELUS has become the largest current lease holder of LEED Platinum space in North America. Following the highest environmental standards, TELUS Sky will be the most significant next-generation property in Calgary's history. TELUS Sky will also feature a storm water management system to recycle rain water for washroom toilets and outdoor irrigation, reducing water use by millions of litres per year. When complete, TELUS Sky will use 35 per cent less energy than similar size developments, setting a leading example in sustainability. Plans are underway to improve upon that energy efficiency, with the goal to have the final development use 80 per cent less energy than similar developments.

Don't be surprised if Calgary starts seeing more and more mixed-use buildings proposed for its downtown. If the rest are even half as beautiful as Telus Sky Tower, then Calgary will have itself quite the skyline in the next decade or so.

Telus Sky Tower's estimated completion is fall of 2017. We cannot wait to watch Calgary's skyline evolve over the coming years.

TELUS (TSX: T, NYSE: TU) is a leading national telecommunications company in Canada, with \$11 billion of annual revenue and 13.2 million customer connections, including 7.7 million wireless subscribers, 3.4 million wireline network access lines, 1.4 million Internet subscribers and 712,000 TELUS TV customers. Led since 2000 by President and CEO, Darren Entwistle, TELUS provides a wide range of communications products and services, including wireless, data, Internet protocol (IP), voice, television, entertainment and video.

Westbank

Established in 1992 and with over \$5 billion of projects completed or under development, Westbank is active across Canada in a diversity of product types from luxury condominiums, rental apartment office, commercial, retail, hotel, non-market housing and industrial. Westbank's primary focus is on large mixed use projects involving highly complex entitlement processes. Westbank is best known for being the leading luxury residential developer in Canada, along with being the owner/developer of the finest hotels in Canada. Some of its best known projects include Shangri-la Vancouver, Shangri-la Toronto, Fairmont Pacific Rim and the Woodward's Redevelopment project.

Bjarke Ingels Group (BIG)

BIG is a Copenhagen and New York based group of architects, designers, builders and thinkers operating within the fields of architecture,

urbanism, research and development. Internationally award-winning architect, Bjarke Ingels, is the lead designer for TELUS Sky. Ingel's energetic and leading-edge designs continue to reinvigorate city skylines around the globe, from Shanghai to New York. In 2011, the Wall Street Journal named him 'Innovator of the Year' for architecture and lauded him as one of the design world's rising stars.

Dialog

Dialog is a fully integrated architectural, engineering, interior design, urban design and planning firm. We will be working alongside Dialog architects, Bruce Haden, Robert Jim and Doug Cinnamon who are renowned for revitalizing abandoned urban neighbourhoods and their commitment to sustainability. ■

INFORMATION TECHNOLOGIES Shanghai Tower as a Mirror of IT-revolution (p. 80)

TEXT BY OLEG DANAEV, PHOTOS COURTESY OF SHANGHAI TOWER DEVELOPMENT AND AUTODESK CONSULTING

Substantial completion of Shanghai Tower was announced at the beginning of August. The highest artificially created point of China is located in the central part of Pudong business-district in Shanghai. Qing Ge, supervising engineer and assistant general manager of Shanghai Tower Development told us about the innovative technologies used in the design and erection of the Tower.

What processes are under way in the construction business of China, to what extent is it being transformed? Is there a shift to new technologies in the sphere of construction design?

Building sector plays a vital role in the technological revolution of the country, which has been going on for more than 30 years. Now we can witness a revolutionary transition from traditional design and building methods to information technologies, among which Building Information Modeling (BIM) holds a special place.

Are BIM technologies mandatory in China, especially in state projects?

There are no standards and mechanisms of BIM technology implementation in China yet. But the initial stage of building information modeling popularization is already

in progress. Notably in Shanghai, this technology is actively promoted in the realization of governmental projects. Chinese government is starting to introduce BIM application standards, and the construction of Shanghai Tower helped to create a set of standard requirements for future state regulations.

Can you please tell us, what other famous Chinese skyscrapers were designed and built using BIM?

There are such examples: BIM technologies were applied in project development and construction of a 580-meter tower in Beijing, with a fairly high level of specification. By way of experiment information modeling tools are used in the construction of a building over 600 meters high in Shenzhen.

Now in China there are over 10 projects of skyscrapers around 600 meters high, the development of which is to a greater or lesser degree carried out with the help of BIM technology, however in Shanghai Tower project they are used extensively and due to this it was worked out in minute detail.

We'd like to give our readers more details about the basic characteristics of the building: what is the height, the number of floors and the area of the Tower and what ecological standards does it meet?

Total height of Shanghai Tower is 634 meters, it has 120 floors with a total area of 570 thousands square meters. The skyscraper is multifunctional: it will house office spaces, business centre and conference hall, hotel, observation decks, restaurants and recreations. At the moment the main construction works are near completion– the roof has been installed already, the project will be completed by the end of next year. Shanghai Tower was designed and erected as a green building, it conforms to the American LEED standard and was awarded 3 stars (the highest level) by China Green Building.

The Tower was conceived as a small independent city where you can live and work. We know that Shanghai Tower is a very complicated project in terms of both construction and operation. What problems did you face while designing and erecting the building? How did BIM technologies help to resolve those problems?

Shanghai Tower is a really complicated architectural construction, and its main peculiarity is its great height. Difficulties arose both at the design and construction stages, as well as in the management of all these processes. Problems may also occur during the operational period.

The skyscraper has an intricate form of a seashell with double façade. For exterior and interior glazing we had to install over 20 thousand glass plates. Because of the odd shape of the tower there were certain difficulties in producing and assembling the modules. With the help of BIM we

were able to model the form and dimensions of glass blocks which allowed speeding up the work on the building site and erecting one storey per day, as a result we assembled around 140 glass modules of curtain wall systems.

Yet another example. Shanghai Tower is built by environmentally friendly technology, with the help of site plan modeling we were able to estimate the risks for the environment and minimize them.

We are planning to use BIM technology throughout the whole cycle of project realization: from drafting, fabrication of structural members, assembly and installation to facility commissioning. That's why we'll supply the management company with all the documents which will ensure comfortable and safe work in the building, help to maintain its operational reliability and monitor the condition of both the building itself and the surrounding environment.

Sustainable building is a fashionable trend in China at the moment. Definite objectives had to be attained in the design and construction of Shanghai Tower to correspond to this notion. How did BIM technologies help to make this project green?

The project was designed with due consideration of Green Building concept. China is a huge industrial country with a big population. A lot of cities are built here, which gives rise to stringent requirements to efficient use of land resources. Under these circumstances construction of eco-efficient buildings becomes indispensable for the proper and long-term development of the sector. This includes the reduction of energy consumption, conservation of land, water and air resources both at the construction and operational stages. BIM technologies are extremely helpful in solving such tasks. For example, they help to analyze and simulate the influence of the construction process and the building itself on the environment. We managed to imitate various aspects of this environment impact, including the reflection of sun rays from external glazing (light pollution). Digital modeling can be used not only to estimate the impact level, but also to make adjustments to the project: to alter the shape and make-up of the glass, even the lay-out of the building.

With the help of BIM technology we also worked out a model of indoor environment: identified the comfort temperature and humidity in the building, and on the basis of these data developed the air conditioning and vent-off systems. We also estimated the level of correspondence to the national daylighting standards.

Did you apply 4D- and 5D-modeling to consider time and finance components?

Yes, 4D-modeling was used to check the feasibility of project deadlines, its

total cost. And to control construction costs we will use 5D-modeling.

For now we stay within the established budget, the compliance with which is extremely difficult to trace in big projects, that's why our aim is to increase the effectiveness and controllability of this process. We are calculating the operation costs of the skyscraper and examining its pay-back period. Hopefully, it will be good. Project realization started in 2008, which coincided with the economic recession, which played into our hands, since prices of materials dropped significantly. Although they rose afterwards we still managed to meet the budget, and we believe that we'll get satisfactory and optimistic economic parameters at the operation stage.

Mr Ge, what role does Shanghai Tower Development play in the project?

Shanghai Tower Development acts as the organizer and author of the construction concept for the building: its design, erection and subsequent operation, i.e. it's a developer company. We organize our own business. Besides, four other firms join our consortium as shareholders of this project; they supervise the work of the general contractor and subcontractors of which there are more than a hundred. As a result more than 3 thousand people are simultaneously involved in the building process. Surely, the role of the management company, the owner, in such a project is to manage all the processes. Taking into account the complexity of the project, its long-term character and involvement of a great number of parties, we as organizers implemented BIM technology from the outset to control the project deadlines, its prime cost and to manage the construction process.

How do BIM technologies facilitate cooperation with such a great number of contractors?

Shanghai Tower Development specialists developed a full-scale model of the building on BIM platform and estimated its various aspects. It was not until we realized that we'd taken into account practically all the nuances of the future building and the construction process that the working drawings and documentation were sent to prime contractor and other participants. And, naturally, for this purpose we used the products of both Autodesk, namely Revit and NavisWorks, and of other companies. To ensure accurate realization of the designed model, we were able to unite the process of management of its sections, including those created on different platforms.

Did BIM application affect the project prime cost?

Certainly. BIM application has diversified benefits: improvements in efficiency and quality of work to name but a few. Let me give an example – a

similar building with an area of 380 thousand square meters will take 70 to erect. Shanghai Tower is almost twice as big, but its construction will take only 72 months. It illustrates, how deadlines are shortened, because contractors are not so overloaded and their work is more efficient. As to the quality, the use of BIM technologies results in greater accuracy of working documentation, smoother work on the site, since unforeseen halts are eliminated and revision of drawings and details is minimized. We have made a preliminary estimate: due to the shortening of sitework period we save around 100 million Yuan (582,7 million rubles).

What in your opinion are the advantages of Autodesk Consulting involvement in the project realization?

Autodesk provide a most complex and detailed software package in BIM sphere, that's why they were invited on an expert basis at all the stages of product application. The company employees provided consultations on design code development, process implementation and complex application of BIM platforms and systems.

Qing Ge, supervising engineer and assistant general manager of Shanghai Tower Development: «I'm in charge of construction management and the basic part of the project. To cope with these responsibilities faster and better I took BIM as an assistant, and time showed that it's very effective. Without such a serious assistant I wouldn't have time to visit Moscow!»

There is more to BIM technology than meets the eye. It's quite a new and definitely the most promising approach to the realization of all the life-cycle stages of a project, from conceptual design to operational support. Information modeling allows viewing the building and everything connected with it as a single entity due to integrated consideration of all the architectural, engineering, economic and technological data for the building with all the internal and external interrelations and connections. ■

UNDERWAY

The Quintessential Skyscraper

(p. 84)

TEXT BY DMITRY SKVORTSOV, PHOTOS PROVIDED BY THORNTON TOMASETTI & GENSLER

The Shanghai Tower is a supertall skyscraper currently under construction in the Pudong district of Shanghai, China.

Designed by Gensler, a leading global architectural design firm, the signature tower is designed to achieve LEED Gold certification. Upon its completion in 2014, it will be standing approximately 632 meters (2,074 feet) high at 121 stories, with a total floor area of 380,000 m² (4,090,285 square feet).

Designed by a local team of Gensler architects to embody Shanghai's rich culture, Shanghai Tower will anchor one of East Asia's leading financial centers – the Lujiazui Finance and Trade Zone – and will complete the city's super high-rise precinct. By incorporating sustainable design best practices, Shanghai Tower is at the forefront of a new generation of super high-rise towers.

More important than its shear height, however, is the building's unparalleled innovation, which is apparent in its twisting, crystalline form; the vertical zones of rich multi-functions; the communal skygardens throughout its height; its unique environmental technologies; and the advanced fabrication and construction processes.

The tower is divided vertically into nine zones, each with 12 to 15 floors. An inner cylindrical tower steps in at each zone. At the interface of the adjacent zones, a two-story, full floor area is created to house mechanical, electrical and plumbing equipment and also serve as that zone's life safety refuge area. This full-floor platform creates a base for the atrium spaces directly above.

Each of Shanghai Tower's vertical neighborhoods rises from a sky lobby, a light-filled garden atrium that creates a sense of community and supports daily life with a mixed-use program to cater to tenants and visitors. The sky lobbies function much like traditional town plazas and squares, bringing people together throughout the day.

We asked Leonid B. Zborovsky, the Head of the Moscow office of Thornton Tomasetti, to share us some specifics of the Shanghai Tower structural system.

Mr. Zborovsky, Thornton Tomasetti provided structural engineering and curtain wall peer review services for this mixed-use development. What is the basic structural scheme of the building and how was attained its maximum stability?

The heart of the tower is a concrete core, about 30 meters square. The core acts in concert with an outrigger and supercolumn system. There are four paired supercolumns – two at each end of each orthonormal axis. In addition, four diagonal supercolumns along each 45-degree axis are required by the long distances at the base between the main orthonormal supercolumns.

The lateral and vertical resistance of the tower will be provided by the inner cylindrical tower. The primary lateral resistance is provided by the core, outrigger and supercolumn system. This system is supplemented by a mega frame consisting of all the supercolumns, including the diagonal columns together with a double belt truss at each 15 floor zone that picks up the intermediate steel columns in each zone and the mechanical and refuge floors. In addition to the concrete core, the outrigger and belt trusses are structural steel tensile strength of 390 (ASTM A-55). Other structures are made from steel of grade 345 (ASTM A-50) and the supercolumns are composite structure with concrete encased steel vertical sections. The encased steel sections in the supercolumn are the key element to ensure the proper performance of the connections and thus the performance of the structure.

What factors your experts had to consider when developing such a non-standard structural system? How the building will take the main loadings?

Designing Shanghai Tower's extraordinary structure presented enormous difficulties to the structural engineers. Designers had to meet Chinese code requirements, build core and exterior outrigger frames and create a foundation capable of supporting such a heavy load.

Faced with many challenges – a windy climate, active earthquake zone and clay-based soils typical of a river delta - the structural engineers sought to simplify the building structure.

Wind and seismic loads on the building will be perceived through the interaction of the central core and outrigger trusses with external mega-frame consisting of super-columns, including orthogonal and diagonal columns, as well as belting each technical area double trusses, which are being support for intermediate steel columns located over every vertical block. Outrigger trusses and belt double trusses also support mechanical and refuge floors.

Horizontal designs elements, transmitting wind pressure on the main load-bearing structure, made as the compression struts, linked with x-diagonals, which provide additional rigidity.

Belt trusses act as tubular section tubbings rigidly fixed with the compression struts. For the thermal movements perception of the belt tubbings was designed a self-lubricating sleeved system of Lubright.

What role in the tower' design played connections of structural elements?

The connections of the primary structure are critical to the tower's design. Starting with the supercolumn connections to the outrigger and belt trusses, the emphasis was on continuity of forces.

The main axis of the supercolumns has an embedded steel built-up

section coincident with the axis of the outrigger to simplify the connection. In the orthonormal direction, the belt truss frames into the supercolumn at a slightly non-orthonormal direction due to being in the circumferential direction. In the steel section of the supercolumns, there are perpendicular cross ribs that align with belt trusses. Any slight deviation of the cross ribs with the axis of the belt trusses is resolved by stiffeners within the embedded steel section. A similar detail is used at the intersection of the core and the outrigger. At this location there is a small embedded vertical steel column at the intersection. This small steel column simplified the outrigger connection to the core. Continuity of core reinforcing was a paramount consideration. At the levels of the outriggers, tie plates coincident with the outrigger top and bottom chord pass through the core.

High-strength bolts have a diameter of 25 mm and 30 mm (steel grade ASTM 372). Connecting elements work on compression. Connecting elements exposed sandblasted to increase the coefficient of friction. Frictional coefficient = 0.5 maximum.

Columns' concreting was made by continuous-pour method. The absence of voids and cavities is achieved by careful shaking compression of concrete. Concrete was poured around the steel web plates and structural steel works.

The stress-elastic (plastic) behavior of concrete and steel elements of the structure was analyzed via Abaqus - the three-dimensional finite element program.

What is the foundation of the building? Whether its choice was determined by the type of soil in the area?

The soil conditions in Shanghai are challenging seismically - defined in the China Building Code as type IV, which approaches Class F classification in the IBC code. The resulting foundation for the tower consists of bore piles 1,2 meter in diameter and 60 meters long. In total, the tower is supported on a six-meter-deep mat reinforced by 947 bore piles. The maximum permissible load-bearing capacity of the foundation (the material) – is 1 000 tons due to the maximum allowable requirements. Plate load of the weight of the building is about 500 tons/m². The stiffeners outside the core, the height of the entire the underground part of the tower equally distribute its weight on the slab. Concrete casting of foundation was made with a single pour method within 42 hours.

The building has 5 floors underground and 25 meters deep of excavation. Initially, on the perimeter of the tower was constructed temporary diaphragm wall thickness of 1.2 m, which is a compression ring diameter of 33 m. This rigid structure allowed building a zero cycle in dry soil conditions from the bottom-up. The underground part of the stylobate was built in a top-down and its floors

serve as a rigid diaphragm spacer mount of the permanent diaphragm wall around the excavation.

How was solved seismic safety of the building, taking into account the peculiarities of this region? Whether is supposed to use dampers?

Seven sets of seismic time histories that matched Shanghai's soil profile and earthquake intensity were modeled.

From the performance-based design analysis, the following conclusions were reached:

- The average maximum drift ratio in either axis is less than 1/130. This meets the 1/100 limit specified in the China Building Code.
- The core wall stresses are elastic, except in limited areas.
- Most core wall link beams exhibit fully plastic deformations, and plastic hinge rotations are still within the limit set for "Life Safety."
- Most outrigger trusses and belt trusses are in the elastic range.
- Embedded steel elements in supercolumns and core walls remained elastic
- The Shanghai Center achieved the performance levels for "Life Safety" in the China Code.

The damping device, TMD (Tune Mass Damper) is used only to control the acceleration of vibrations and create a comfortable environment for the occupants. To control the vibration frequencies is not required.

Please, tell us about the features of extraordinary facade of Shanghai Tower?

Shanghai Tower will be one of the most sustainably-advanced tall buildings in the world. A central aspect of its design is the transparent, second skin that wraps the entire building. The ventilated atriums it encloses conserve energy by modulating the temperature within the void. The space acts as a buffer between the inside and outside, warming up the cool outside air in the winter and dissipating heat from the building interior in the summer.

One of the defining features of the Shanghai Tower is the curving, twisting facade: the unique design, implementing an inner and outer curtain wall system, which creates an inhabitable "double-skin" zone, made the technical aspects of the facade a challenging task. A flexible hanging curtain wall support structure was ultimately developed to suit the complex needs of the facade. The fixtures, supporting curtain wall vertical elements – it's just stretched suspension outrigger trusses, which cables are made without straining. The spiraling inclined curved outer skin features laminated glass panels that filter the sun, wind and rain. The inner skin encloses the interior space with a conventional unitized low-E coated insulating glass curtain wall system with integral operable solar control devices. This double skin wall system takes advantage of the stack effect to provide natural ventilation

and cooling. The buffer areas between the inner and outer skins, helps to regulate the environment and collect and recycle rain water.

Whether in the tower design was applied technology of parametric modeling?

The structure was designed to meet the performance-based design (PBD) requirements as specified in the China Seismic Design Code. In order to do this, the non-linear (plastic) behavior of the members and connections had to be determined. This was also accomplished via the three-dimensional, finite element program, Abaqus, which not only modeled the encased steel element, but also the concrete encasement itself.

In Abaqus, the concrete elements are modeled as shell elements and the steel elements are modeled as beam elements. The China Code provides the post-elastic behavior of the steel and concrete.

At the building core, localized vertical steel members are used to facilitate the outrigger connections and a similar three-dimensional finite element analysis was performed. From these finite element analyses using Abaqus, a Moment, Axial force and rotational deformation profile was created. Based on these profiles, using a performance-based program (Perform 3D) and Abaqus, the performance of the primary structure was developed using seismic time history graphs for a similar soil profile as that of the site.

Whereby designers succeeded in solving such challenging design' tasks?

The sustainable design was made possible with the implementation of the latest design ideas, technology and tools, including the innovative BIM platform that the client and design team utilized to bring this iconic tower to reality. The design process revolved around a series of advanced parametric software programs, which allowed the design team to manipulate and refine the project's complex geometry iteratively. The parametric platform played a pivotal role in assisting the design team to define the tower's unique and environmentally responsive shape, structure and facade.

Thornton Tomasetti engineered a simple, safe and cost-effective structural system that enables a creative architectural form. The exterior of the tower is a twisting steel and glass triangle that tapers with height, which drapes around an inner concrete structure comprising nine cylinders stacked one atop another. Thornton Tomasetti developed an efficient design of super-columns with outriggers that act as "ski poles" stabilizing the building in high winds, earthquakes and typhoons common to the area, while also supporting the twisting-form curtain wall. The outrigger trusses and super columns derive stiffness from the concrete

inner building, comprising an effective system for resisting wind and seismic loads for super tall buildings.

Shanghai Tower isn't simply a high-rise building. It represents a new way of envisioning and creating cities, and it addresses the tremendous challenges faced by designers of supertall buildings today. By incorporating cutting-edge sustainable design, weaving the building into the urban fabric and drawing community life high into the tower, Shanghai Tower is redefining the role of tall buildings for decades to come. ■

TECHNOLOGIES Multifunctional Glass with Electric Heating

(p. 90)

TEXT: TIMO SAUKKO, LAURI LEINONEN, KIRILL ZUEVSKY, SAINT-GOBAIN GLASS FINLAND OY

Modern high-rise buildings have big areas of glazing. However, climatic conditions in northern countries put a question about efficiency of such constructions. That is why we suggest considering three main aspects of application of electrically heated glass. This article covers glass roofs and possible advantages from the usage of electrically heated glass as a way of struggling with accumulated snow, its application as a source of heating in room and energy efficiency of such a solution. Besides, we will explore this given type of glass as a factor of struggling with sweating on the inner surface of glass units, for example in spray rooms.

ELECTRICALLY HEATED GLASS IN ROOFING CONSTRUCTIONS

So, let us consider some typical technical problems which can arise in a glazed building during the heating season, such as: heating losses, accumulation of snow and sweating. When glazing is located horizontally or almost horizontally accumulation of snow on the glazed roof can cause serious problems which can be removed by an appropriate construction and a proper technical solution. One of the most economically efficient and safe variants is the usage of ELGAS glass units with electrical heating.

Energy efficiency of the roof of the atrium during the heating season

In spite of increase in prices on heat energy and requirements of building specifications and rules of structural glazing, in accordance to which in heated rooms translucent roofing must consist of double-chamber glass units, many objects now still use monolocular glass units which may be applied only at gazing of non-heated rooms.

As glazing from monolocular glass units lets pass (lose) significantly more heat energy during the heating season than double-chamber one, it is important that people who design roofs of atriums and those who are going to pay for the heating of a building understand this difference in energy consumption while using monolocular and double-chamber glass units in the long-term prospect.

For this we provide comparison of energy consumption of maintenance of the room of the atrium with the area of 1000 sq m during the heating season with application of monolocular and double-chamber glass units. Accounts show that at the cost of energy of 0,10 € / (kWth) during the period of 30 years in the northern countries to heat the roof of the atrium made of monolocular glass units it will require 250 000 € more than the similar glazed by double-chamber ones. It is necessary to take into account that this difference can be even higher as the price of the heat energy continues growing.

Heat losses of the roof of the atrium

Quantity of heating which a roof can lose depends mainly on the value of heat-transfer (U-value) of a glass unit, the value Uw of the profile system and air permeability of a roof.

U-Value of glass units

According to European standard EN673 the value of U is given for the central zone of vertical glass units. The value of U glass units made horizontally or on-the-mitre $\leq 20^\circ$ is significantly higher than the vertical ones have (pic.1).

U-Value of the border zone of glass units

U value for borders of the glass units is 0,1 – 0,3 Wt/(m² × K) higher than for its central zone depending on the type of the used distance frame. The effect of the more often used frames decreases U value for the borders of glass units by 0,2 Wt/(m² × K) in comparison with the central zone.

Depending on forms and sizes of glass units of the structural glazing, the border zone is approximately 2–4% from the total square of the roof.

U_w value of the profile system

The value of the heat transfer of good profile systems usually varies in the range of 1–1,5 Wt/sq m and their part in the total square of the surface also depends on the shape and size of the cells. On average, the part of the total square of the surface of the atrium falls on the profile system and also on the border zone of glass units and it compiles 2–4%.

Influence of air permeability of the roof on U value

As most roofs are built with the application of structural or half-structural glazing with the usage of sealant, their air permeability is so little that on its part falls only an insignificant percent of losses of heat energy.

LOSS OF ENERGY DURING THE HEATING SEASON

In northern countries buildings must be heated when the daily average temperature in the street is below +10 °C. For example, in South Finland such temperatures last from October till April and as a result of this fact the average longevity of the heating season is seven months (exactly, it is 212 days, or 5088 hours). In Central Finland the heating season lasts approximately seven months and a half (226 days, or 5424 hours), and in North Finland it lasts during eight months or more.

Value e_{ref} of heat energy transferred through the roof of the atrium (loss of heating) may be calculated according to the formula:

$$e_{ref} = U_{avg} \times (T_1 - T_2) \times A \times h$$
 where U_{avg} is an average U value for the roof of the atrium which takes into consideration U indicator of the centre of the glass unit in its real position (that is with the real angle of setting) multiplied by the share of the square of the surface (94%). The edge effect of glass units (for example, U value of a glass unit + 0,2 Wt/sq m K) is scaled by its share in the square of the surface (3%) plus the value of U of the profile system (1,2 Wt/sq m K) scaled by its percentage from the square of the surface (3%):

$$U_{avg} = U_{ins} \times \% A_{ins} + U_{edge} \times \% A_{edge} + U_{prof} \times \% A_{prof}$$

$$T_1$$
 – inner temperature under the roof of the atrium, in K (294 K = 21°C);
 T_2 – average outer temperature in the street for the whole heating season: for South Finland – 273 K (0 °C), for Central Finland – 268 K (-5 °C);
 A – square of the surface of the roof of the atrium;
 h – heating season, in hours.

When the roof is built of monolocular glass units made of two glasses, one of which is with low emissive coat and a cell of 16mm filled with 90% of argon, its U value with the vertical orientation is 1,0 Wt/sq m K. Put horizontally or on-the-mitre $< 20^\circ$, such a glass unit has U Value = 1,7 Wt/sq m K.

When we calculate U_{avg} for the roof of the atrium with monolocular glass units, we get: 1,7 Wt/sq m K × 0,94 + 1,9 Wt/sq m K × 0,03 + 1,2 Wt/sq m K × 0,03 = 1,691 Wt/sw m K, we round up in accordance with EN673, $U_{avg} = 1,7$ Wt/sq m K.

When the roof is built of double-chamber glass units with low emissive coat of internal and external glasses and two cells of 12mm filled with 90% of argon, U value of the glass unit with the vertical orientation is 0,7 Wt/sq m K. Made horizontally or on-the-mitre $< 20^\circ$, it has heat transmission of 0,9 Wt/sq m K.

Table 1.
DEPENDENCE OF TEMPERATURE OF THE INNER SURFACE OF THE GLASS FROM OUTER TEMPERATURE

Thermal conduction U-value, Wt/(sq m×K)	Air temperature in the street, °C			
	-30	-20	-10	0
0.60	16.2	16.9	17.6	18.3
0.90	14.4	15.4	16.4	17.5
1.30	11.9	13.4	14.9	16.5

When we calculate U_{avg} for the roof made of similar double-chamber glass units, we get 0,9 Wt/sq m K × 0,94 + 1,1 Wt/sq m K × 0,03 + 1,2 Wt/sq m K × 0,03 = 0,915 Wt/sq m K, this means that rounded up in accordance with EN673, $U_{avg} = 0,9$ Wt/sq m K.

Using these values of U_{avg} we get the amount of heating energy which is necessary for the heating of the roof with the square of 1000 sq m for the whole heating season in South and Central Finland.

South Finland:

A roof made of monolocular glass units: $e_{ref} = 1,7$ Wt/sq m K × (294 K – 273 K) × 1000 sq m × 5088 h = 181 641 kWth;

A roof made of double-chamber glass units: $e_{ref} = 0,9$ Wt/sq m K × (294 K – 273 K) × 1000 sq m × 5088 h = 96 163 kWth.

Central Finland:

A roof made of monolocular glass units: $e_{ref} = 1,7$ Wt/sq m K × (294 K – 268 K) × 1000 sq m × 5424 h = 193 636 kWth;

A roof made of double-chamber glass units: $e_{ref} = 0,9$ Wt/sq m K × (294 K – 268 K) × 1000 sq m × 5424 h = 102 513 kWth.

As it is seen from the calculations, the roof of the atrium with monolocular glass units on-the-mitre 20° or less loses twice more heating energy than the roof with glazing of double-chamber glass units.

Cost of heating loss

Let us calculate the cost of heating losses of 1000 sq m of the roof within one heating season. Let us suggest that 1 kWth costs 0,10 €, the cost of heating loss of the roof with monolocular glass units is €18 164 in South Finland and €19 363 in Central one, and for the roof with double-chamber glass units it is €9616 in the South and €10 251 in the center of the country.

The difference in the cost of heating losses between monolocular and double-chamber glass units within the total heating season is €8548 in South Finland and €9112 in Central one.

When we consider the cost of heating losses taking into account the life span of the room, for example, 30 years at the price of 1kWth of the heating energy equal €0,10, glazing made of double-chamber glass units provides savings on costs of €256 440 in South Finland and €273 360 in Central one in relation to monolocular

glass units. Nevertheless, saving within the similar life cycle will be undoubtedly higher because the price for heating energy will likely continue growing.

Accumulation of snow on roofs made of double-chamber glass units

While having a translucent roof on-the-mitre $< 20^\circ$ and usage of double-chamber glazing with the value of heat transmission lower than 1 Wt/sq m K the falling snow does not melt, but accumulates on the surface of the glass because heating losses are insufficient.

Let us consider maintenance conditions of the roof of the atrium located in South Finland.

A constant snow cover in the area of Kaisaniemi, Helsinki is settled in average on December 30, and comes off on April 6 (according to the meteo observations during 1981 – 2010). Its average duration is 98 days. In addition to that, in 2011 in the metropolitan area there were 23 days within which the level of fallen snow was more than 3 cm.

As snow-covered roofs of the atrium block the transmission of day light into the room, the area under them needs much more artificial lighting in the winter period. Snow and ice, accumulated on the roof, damage it, particularly, joints between glass units that significantly decreases the life span of the system.

For roofs with a shallow slope equipped with double-chamber glass units (with U-value 1Wt/sq m K or less), which do not have a function of snowmelt, the atrium can finally be covered with snow within 3–4 months a year in South Finland and within 5–6 months a year in the north of the country.

Snow removal from the roof of double-chamber glass units

Mechanical snow removal from the roofs of the atrium is complicated and expensive. The cost of similar works in Helsinki is 10 €/sq m and more as a purchased service. This means that for removal and transportation of snow from the roof with the square of 1000 sq m they need to pay no less than €10 000. In winters with strong snow falls it must be removed 2–4 times and as a result expenses on works will be from 20 000 up to 40 000 euros per winter.

But snow can be defrosted and on the roof of the atrium if it is built with

the application of double-chamber E-GLAS glass units with the function of electrical heating. Power needed for efficient melting of snow is about 350 Wt/sq m. Though electrical snow melting may seem rather an expensive solution, quantity of energy needed for this process is indeed extremely little. The system is managed with the help of sensors of the snow coat and surface thermostats which turns it on only when snow is falling on the roof that guarantees that it will not be accumulated there. Instead of that the roof remains transparent within the whole winter and protected from possible damages from the load of ice and snow.

An example of energy consumption of the roof with heated E-GLAS glass units

A glass roof with the square of 550 sq m of cultural and conference-center Verkatehdas in Hyameenlinn city in South Finland is divided equally into five zones of snow melting, each of which is 34,2 kWt, and for which the heating is activated in turns. In winter of 2011/12 while having strong snow falls the heating lasted for 204 hours. During this period the system consumed 6942,6 kWth of electricity.

Energy consumption for the square meter of the room in winter was: 6942,6 kWt / 550 sq m = 12,6 kWth/sq m for the whole winter.

As weather conditions may vary, energy consumption for the roof heating can be rounded up at the example of Verkatehdas up to 20 kWt/sq m for the whole winter period. Energy consumption for the heating of the roof with the square of 1000 sq m in winter with strong snow falls in the given example may be 20 000 kWth. By making a simple calculation of the cost of electricity, we get €2000 for one winter for full and automatic work of the system of heated glass units. This means that for one heating season and while having strong winter falls the total energy consumption for the roof made of double-chamber heated glass units with the square of 1000 sq m will be 96 163 + 20 000 kWth = 116 163 kWth in South Finland and 102 513 + 20 000 kWth = 122 513 kWth in Central Finland. In winters with little snow energy consumption for snow melting may be less than a half from the given above number. The relevant calculations of power inputs for the equivalent roof but on the basis of non-heated monolocular glass units gave the result of 181 641 kWth in South Finland and 193 636 kWth in Central one.

SUMMARY

A roof with the square of 1000 sq m and on-the-mitre less than 20° made of double-chamber electrically heated glass units used for snow melting saves no less than 55% of heating energy in comparison with the similar one made with the help of usual monolocular glass units. The cost of work of the automatic system of snow melting is about €2000 in the most snowy winter when mechanic snow removal will cost

from 20 000 up to 40 000 euros. Similar climatic conditions (temperature, quantity of snow) and the length of the heating season, of course, exist beyond Finland: in other countries of North Europe, on the main territory of Russia, in Alaska, in Canada and mountain regions of Central Europe.

THERMAL CONDITIONS IN CLOSE PROXIMITY TO WINDOWS AND ELECTRICALLY HEATED GLASS

In the given part of the article heated glass is considered as a part of the glass unit with the function of electrical heating in which heating is produced in the coat and directed into the room. Particularly, while exploring the issues of control of thermal conditions in close proximity to windows and glass facades and connected to this fact development prospects. Besides, there is an estimation of energy consumption of the electrically heated glass and also possibilities of its application in various systems of glazing.

Background information

With decrease of thermal conduction of glass products the temperature on the inner surface of the window has significantly increased. On the assumption of this, it is high time to evaluate thermal conditions in the room in the zone of the window and glass facades.

Research has shown that lower temperature on the inner surface of the glass than the air temperature of the room provokes non-central emission in the zone of the window. If their difference is rather high then comes the phenomenon of cold emission (“the effect of the cold wall”). High temperature difference makes air flow sink along the glass provoking draught though there is no direct air flow from the street. Here we consider both aspects which are used to evaluate the profit of the application of electrically heated glass. The temperature of the surface of various glasses has been calculated for different outer temperatures and several values of thermal conduction of the glass. The level of convection of the air flow has been defined on the basis of the temperature difference of the surface of the glass and air in the room. Given indicators have been confronted with the results of the previous research and recommendations. This data has been also compared with indicators of other research and evaluated from the point of view of financial expenses and people’s perception.

Temperature of the inner surface of the glass

Surface temperatures have been calculated in accordance with EN673 standard [1]. In addition to software methods there has been done a comparison of these results with real measures [2] and with VTT measurements. It showed that given data is coherent and that is why may consider relevant.

In table 1 there are calculations of the temperature of the inner surface of the

glass depending on various values of thermal conduction and temperatures of outer air, at the temperature of the room of 20 °C. The calculation was made on the central zone of the glass, border zones and profile systems were not taken into account.

At nowadays improved indicators of the thermal conduction of glass products the difference of temperatures of the surface of the inner glass and air in the room has decreased. Nevertheless, it still exists. Difference in temperatures and appearance of air flows provoked by their drop and also consequences were explored in the range of research [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14]. More often, the speed of the air flow is calculated with the help of the following formula:

$V_{max} = k \times (h \times \Delta T)^{0,5}$, where
 V_{max} – max speed of the air flow (m/sec) in the very bottom of the surface of the window;

k – coefficient the value of which varies from 0,055 up to 0,1 in different research;

h – height of the glass (glass wall), in meters;

ΔT – temperature difference between the glass and air inside the room, in K.

It is worth mentioning that the values of coefficient k differ in various literature. It is stipulated by the fact that both conditions of measurements and instruments are not unified. The results of the test are also influenced by the height of a glass product, the size of the room and possible horizontal profiles. In the given article we use min value of k in this article though in practice the speed of the air flow can be higher. In a real situation taking into consideration border zones and the profile system we may suggest that U-value will be approximately by 0,2 Wt/sq m higher than in the central zone, therefore , the average temperature of the surface will be proportionally lower and the speed of the air flow higher, as it is shown in the chart. Thermal conduction of the façade totally depends on the size of glass products and the used system.

The chart shows the change of speed of the air flow at the change of temperature difference as a function from the height of glazing. We used coefficient k = 0,055.

The temperature of the surface of the glass in Table 1 gives DT value by subtraction from the room temperature. The chart shows that the speed of the air flow on a normal winter day may be 0,2–0,25 m/sec depending on the thermal conduction of the window. While using a higher coefficient k, as it is presented in some research, we will get higher values of the speed of the flow.

In accordance to ISO7730 standard, in winter the average speed of the air flow must not exceed 0,15 m/sec [15]. System S1 2008 (classification of micro climate) allows max value on the level of 0,14 m/sec at the temperature of 21 °C, but temperature difference of air flows is not considered. If the temperature of the air flow is lower

that the temperature of the air inside the room, then its allowed speed is lower. The area affected by cold air flows is accepted at the distance up to 2 meters from the surface of the glass [9]. PPD is also often used for evaluation of conditions. Erkki Kyahkenen’s research has found out that if according to PPD less than 13% of people get ill from draught, then really almost every person complains about it. In Erkki Kyahkenen’s research the speed of the air flow varies within the scope of 0,04...0,016 m/sec. It was experimentally observed that in conditions where the temperature of the flow is lower than temperatures in the room by 1,5 – 2,0 °C and its speed is 0,1 m/sec, such a room is considered to be uncomfortable. Value of 0,1 m/sec probably must be considered as the top limit in practice, though this value is rather high according to Kyahkenen’s research.

Convection air flow from windows and glass walls and its effect on thermal comfort must not be mixed up with distribution of air through valves of the air-conditioning system, because its mixing takes place there [16]. It was mentioned that 90% of complaints about working atmosphere in the office relate especially to temperature conditions [17]. Questionnaire of most people in the USA, Canada and Finland showed that there are many possibilities to improve thermal comfort [18].

Testing showed the following numbers, at the change of temperature by 2 °C to the side of comfortable, we may increase labor efficiency by 5% [19]. The given research of Professor Derek G.Klements-Kroom shows that it is much more expensive to hire new employees than to maintain your own real estate in optimal conditions [20]. Thereby, the most economically efficient solution is creation of comfortable work conditions and, particularly, maintenance of the necessary temperature regime in the room, as this is the factor which is mostly complained about. Improvement of labor conditions can increase productivity by 4...10% and even this little increase can bring tangible results for the company. According to the deductions of the made experiment, increase of productivity by 3,8% covers expenses on design, building and maintenance of a building. Ratio 1:5:200 is often mentioned in Europe [21], where 1 represents expenses on building, 5 – on maintenance (water, heating, service, etc.) and 200 – operating charges and salaries. In Finland such a ration is evaluated as a correct one, at least in respect to construction of office building. The same ratio is given as an example in many textbooks and lectures. On the basis of the given above research [18, 22], when offices are at stake, at the right thermal regime a building becomes free including maintenance expenses. Thereby, increase of labor efficiency compensates construction and maintenance of a building. It is not

Table 2.
ENERGY CONSUMPTION AT DIFFERENT LEVELS
OF THERMAL INSULATION [14].
DIFFERENT METHODS OF HEATING

A method of heating	Thermal insulation requirements		
	1970	2010 *	Passive level
Floor heating, The annual level of consumption, kWth	15320	2220	1520
Floor heating, maximum level of energy consumption, kWt	8.64	1.82	1.44
Ventilation heating + heated glass, kWth/A	8900	1790	1040
A share of heated glass, kWth/A	230	80	40
A share of ventilation heating, kWth/A	8670	1710	1000
Ventilation and heated glass, maximum energy consumption, kWt	4.88	1.77	1.34

*The level of 2012 may be considered as a comparative indicator while using heated glass for a function of thermal comfort.

surprising that the USA and Europe are very interested in this issue, as it is economically important while building office premises.

As for convection air flows: the most significant thing is that upper limits of the indicators, both recommended by standards and based on the results of the research, are exceeded by current and future values of the level of thermal conduction of the window in the Finnish climate. The easiest way in this situation is to use small windows and radiators under them. But, on the other hand, such a solution will not suit from both the aesthetic point of view and psychological one, as the quantity of natural day light will decrease. Research shows that relations with nature affect positively the psychological atmosphere in the office [22]. Besides, radiators bound the usage of the space.

In conditions when people spend their time not far from the surface of the window it will be sensible to put heated glass in order to avoid the influence of cold emission and convection air flows on a person. It is extremely important if we take into consideration advantages of increase of labor efficiency. In this case, a higher price for the glass is not so important if to compare it with received profits. When the temperature of the surface of the heated glass is adjusted to the room one with the help of an electrical regulator, there is no convectional air flow. The effect of cold emission also disappears. And as a result, room temperature may be decreased a bit. That is why it is better to use such glass for restaurants, hotels, foyers and business centers.

When thermal conditions are under control, it is easier to optimize space, workplaces can be located near windows that will let reduce the being built square of the floor or use the available one in a better way.

Possibilities of application of heated glass in glazing systems

Heated glass has been already used

for a long time in wooden, wooden-aluminic and aluminic windows and also in various façade systems. It is also suitable for structural glazing, but a client must be sure that glass is produced and mounted in accordance with ETAG [23], and also has CE certification.

Energy prospect

Evaluation of energy consumption is a complicated task, as a form, a level of thermal insulation and volumes of glazing in each building differ significantly. However, in VVT project, which is directed at provision of energy efficiency and thermal comfort in buildings, energy consumption on different levels of thermal insulation (according to norms of 1970, nowadays existent standards and requirements applied to a passive house) was designed on the basis of RADTEST.

The results of design are presented in Table 2. There we have comparison of heated floors and combined heating at the expense of windows and ventilation at different levels of thermal insulation.

*The level of 2012 may be considered as a comparative indicator while using heated glass for a function of thermal comfort.

Table 2 shows that glass with a function of electrical heating may be associated with energy saving technologies. Besides, there was a conclusion that room temperature may be decreased without any losses of the comfort level. However, we must be very attentive in calculations of energy consumption and take into account the form and the square of glazing in buildings. It is difficult to make a versatile evaluation of energy consumption even in spite of various encouraging research.

SUMMARY

In spite of decreasing of the level of thermal conduction of modern translucent constructions, thermal conditions in close proximity to glass still differ from room temperature

that leads to air chilling. Emergent convection air flows lead to draughts. Even with the application of elaborated glazing technologies the speed of the air flow will be higher than 0,1 m/sec. As thermal comfort is the key factor for increase of labour efficiency, then application of glass with the function of electrical heating may be recommended for building and reconstruction of office premises.

In hotel industry and restaurants the comfort of guests plays an important part, as especially a guest generates money flow. That is why creation of comfortable thermal conditions is one of the key tasks. While using glass with electrical heating tables in a restaurant may be located right near the window, and in a hotel room - we may increase the square of glazing without the loss of the comfort level. In definite situations we may consider electrically heated glass as an energy saving technology.

To be continued ■

MATERIALS Maximum Limit of Fire Resistance (p. 96)

MATERIALS PROVIDED
BY ISOTEC VOSTOK COMPANY

Once Federal Law 123 on the "Technical regulations on fire safety requirements" came into force, the grading system of fire hazardous construction materials has changed. Within the fine-tuning of the Russian regulatory system and along with the requirements of the federal laws a number of other regulations that govern their application in heating, ventilation and air-conditioning systems have been updated. Thus, they have revised Code of Practice (COP) 7.13130-2009 on "Heating, ventilation and conditioning."



Requirements of fire safety", whereas construction norms and rules 41-01-2003 on "Heating, ventilation and conditioning" will be replaced by COP 60.13330.2012 on "Heating, ventilation and conditioning" in the next edition.

According to the law it is essential that any heat-insulated has a fire danger class KM - starting from the safest KM0 up to the most fire dangerous class KM5. To define the fire danger class one has to take into account a number of features such as ignitability or smoke-generation capacity. There is another feature that has recently been added, i.e. the toxic level of combustion products that previously was not mentioned in the regulations and that is labeled with the letter "T". Thus, the compounds that are considered non-combustible (NC) have received the lowest KM0 fire danger class.

And what do we say about other materials with a higher fire danger class? Previously insulating materials that were used in the service lines of buildings and structures would be included in the project on the basis of only 1 fire danger class feature, i.e. flammability class. For instance, products with Г1 fire danger class (low-combustible) were widely used in balanced systems of ventilation with the exception of fire-resistance rated air tubes. With low-combustible construction materials other fire danger features such as flammability, smoke-generation capacity, flame spreading were determined but they were not taken into consideration during the designing phase. There is one important point that needs mentioning in this respect - one can achieve a lower degree of flammability "artificially": for example, one can add fire-retarding materials to synthetic PE foam or rubber. As a result, in terms of the previous regulations (the combustibility class of the 2 products being Г1) both rubber and mineral wool that was laminated with aluminum foil equally indicate how dangerous (or safe) they are. In reality, though, this is actually not true. If one considers other fire danger features of

synthetic materials, one can see that they have a B2-B3 flammability class and a Д3 smoke-generation capacity.

Smoke-generation capacity deserves special consideration as an indicator. When referring to the fire safety of products, one considers how dangerous these products will be when ignited, how they can impair the fire environment and affect the lives and health of the people in the burning building.

According to EMERCOM in case of fire poisoning due to toxic combustion is the main cause of death. Concentrated smoke impairs visibility in the area of fire outbreak and increases the evacuation time, but the most dangerous thing is the following: more than 70 % of all the casualties do not die from the high temperature; they die from suffocation and toxic combustion poisoning. The notorious fire in the "Khromaya Loshad" nightclub in Perm claimed many lives, and the cause of most deaths was carbon monoxide poisoning and toxic combustion poisoning.

Thus, the existing thermal insulation materials should not only be low-combustible but also fireproof.

It is common knowledge that fire spreads extremely easily in duct systems. The air flow and the rarefaction inside the duct trigger fire circulation within the building at a very high speed.

Given that it is impossible to guarantee 100% that there will be no fire outbreak or fire spreading, it is worthwhile to consider the possibility of increasing the fire resistance of duct systems and smoke exhausting ducts and thus providing enough time that is necessary to evacuate people and things of value from the building.

The design of air ducts, balanced and smoke ventilation systems, as well as transit pipes (including ducts, collectors and bays) should be fire resistant and they should be made of non-combustible materials.

To achieve the goal set the "Isotec Vostok" Company developed a product on the basis of mineral rock wool. ISOTEC quilt insulation 80 CM was tested and certified by EMRECOM Fire Safety Research Institute as a means of fire protection of air ducts with the following fire-resistance properties:

- 30 mm - EI 60
- 60 mm - EI 90
- 80 mm - EI 150

The product has aluminum coating (foil) that does not affect the burning index. Besides this, ISOTEC quilt insulation 80 CM is available with AL2 coating made of unreinforced aluminum foil with the NF flammability class!

The quilt insulation is easy to install and has constructible mounting to the surface of the duct by means of welded stub nails or binding bands.

The material is unique because it is sure to meet all possible requirements for duct systems:

- the required fire resistance limit of the structure
- the standard specific heat flow

- the standard noise level (noise insulation)
- the design aesthetics of the structure

In fact one material covers the full range of objectives. And this is a significant reduction of construction and assembly costs. ■

METALWARE Design Considerations for Outrigger Systems (p. 98)

TEXT: HI SUN CHOI, THORNTON TOMASSETTI, INC.; GOMAN HO, ARUP HONH KONG LTD.; KTJYFHL JOSEPH, THORNTON TOMASSETTI, INC.; NEVILLE MATHIAS, SKIDMORE, OWINGS & MERRILL

APPROPRIATE CONDITIONS FOR OUTRIGGER SYSTEMS

All multi-story buildings require at least one core to accommodate elevators, stairs, mechanical shafts, and other common services. Because views are a significant part of the intrinsic value in tall buildings, it is most common for their core or cores to be centrally located within the floor plan to place occupants along exterior walls. A central core also locates the center of lateral stiffness close to the center of lateral wind load and center of mass for lateral seismic loads, minimizing torsional forces. In high-seismic regions many tall buildings have a dual system, sometimes called "core and frame" or "tube in tube," with a perimeter moment frame providing significant torsional stiffness but a smaller contribution to overturning stiffness.

When the core is relatively large in plan it may be wide enough to provide strength against overturning and stiffness against drift. However, a core becomes less efficient as the height/core width aspect ratio increases. For an aspect ratio exceeding eight or so, the structural premium to control drift and resist overturning is large enough to consider introducing outriggers. The building height for which this occurs is typically lower for residential buildings with small cores for isolated stairwells and elevator shafts than for office buildings with larger cores including washrooms and mechanical rooms. Some residential tower designs include cores enlarged by enclosing occupied rooms as well as elevator banks for this reason. For constant core properties, drift from flexural or overturning behavior will increase approximately as the cube of building height (Lame 2008). To maintain the building drift/height ratio below a particular criterion, as building height doubles, core stiffness would have to quadruple. But simply thickening core walls for more stiffness would reduce rentable area. Introducing outriggers can alleviate the dependence on the core system

and maximize useful space between the core and exterior columns.

When direct or conventional outrigger walls or trusses are not acceptable for the building due to space limitations or a column layout which is not aligned with the core walls, an indirect, "virtual"outrigger or belt truss system may be used. Behavior of the exterior columns is tied to behavior of the core through stiff belts and strong, stiff floor diaphragms at upper and lower levels of each belt. This approach eliminates complicated outrigger connections at columns and at the core. It minimizes concerns about inadvertent load transfers between core and perimeter from differential shortening. Alternatively, a belt truss can be used together with direct, conventional outriggers to engage more, smaller columns rather than requiring fewer, larger mega columns. This results in more uniform perimeter column sizes where desired.

By engaging more perimeter columns through the outrigger system, the structure will gain more stiffness, transfer more of the overturning moment from core to perimeter, and better distribute overturning forces across the foundation. The belt truss is most efficient when a belt wraps around the entire perimeter of the building and engages all exterior columns. It is recommended that the gravity system be optimized together with the lateral system from an early design phase so that the outrigger column design can be at maximum efficiency - putting column area where it can do the most good, and designing belts with consideration of gravity load transfers among columns through the belts. The system selected has a large influence on the design approach. In a mega column design gravity load is intentionally concentrated only at those columns connected to direct outriggers. The mega columns receive floor loads either by long span floor framing or by pickup trusses spanning between mega columns, with the pickup trusses interrupting and supporting secondary columns. This way full dead load is available to offset uplift forces, and column material needed for gravity strength also provides helpful axial stiffness. In a direct outrigger building design with numerous columns on each face, it may be necessary to increase stiffness of the belt truss diagonals and the perimeter columns to each side of the outrigger column to equalize distribution of the outrigger force among the columns and receive maximum benefit from their stiffness. In an indirect or virtual outrigger belt truss design, corner columns tend to provide most overturning resistance, but may not attract much of the gravity load unless specific attention is paid to relative stiffness of all system elements. Ideally the same member sizes work for strength and for stiffness. But requiring a truss to redistribute loads may result in increased

material quantities to satisfy strength requirements.

LOAD TRANSFER PATHS IN OUTRIGGER SYSTEMS

When a structure containing an outrigger system is loaded laterally, the outriggers resist core rotation by using perimeter columns to push and pull in opposition, introducing a change in the slope of the vertical deflection curve as seen in Figure 2.1, a portion of the core overturning moment is transferred to the outriggers and, in turn, tension in windward columns and compression in leeward columns (see Figure 1.2 in Section 1.1). Typically gravity load on columns is sufficient to maintain net compression, but net tension must always be checked, starting just below the topmost outriggers. At concrete columns net tension could result in cracking and dramatic, if temporary, reduction in axial stiffness that affects system behavior.

The magnitude of drift reduction and core overturning moment from each outrigger level is a function of several building properties: core flexural stiffness, outrigger flexural and shear stiffness, outrigger locations along the building height, plan dimensions between core-and-outrigger centroids, and axial stiffness of the outrigger columns (Lame 2008). Depending on relative stiffness of the core and the outrigger system, core story shear could reverse to the point of being greater in absolute value than the story shears above and below.

The same stiff outriggers that generate interaction between core and columns under lateral loads will also cause interaction under vertical loads. Differential shortening, whether from elastic shortening, inelastic creep, and shrinkage or thermal effects will lead to forces being transferred between core and columns through the outriggers. Because it is more likely that columns will be acting at higher stress than core walls under gravity loads, outriggers typically tend to transfer outer column gravity load to the core when core and columns are of the same material (see Figure 2.2). With a concrete core and steel perimeter columns, the effect reverses over time as creep and shrinkage causes the core to shorten more. Load transfer effects can be minimized through control of construction sequence or use of special connection details to be discussed later in the text.

When an indirect or virtual outrigger, sometimes called a belt truss, is used, no outrigger walls or trusses directly connect the core and columns. Core rotation tilt cannot cause outrigger trusses to push and pull on perimeter columns. Instead, core rotation is used to horizontally displace stiff floor diaphragms connected to the top and bottom chords of a belt truss. As the horizontal displacements try to rotate the belt, it resists that rotation through vertical push and pull force couples in the outrigger columns (see Figure 1.6 in

Section 1.5), with axial forces concentrated at building corners due to the shear lag effect. More uniform participation of all perimeter columns occurs only when belt trusses are combined with direct outriggers. Virtual outrigger behavior only occurs at a large change in perimeter lateral stiffness, as at a change from moment frame to trussed story. Belt trusses can also help equalize gravity loads among perimeter columns.

Horizontal diaphragm forces enter the belt wall system through shear studs on belt truss chords, or a concrete-to-concrete connection using reinforcing steel for a concrete structure. Realistic estimates of diaphragm shear stiffness, including stiffness reductions from shear and tension cracking, are important for predicting indirect or virtual outrigger behavior and their contribution to overall building behavior, as discussed later in the text. Diaphragm shear behavior may be viewed as a group of shear panels bounded by chord and drag elements, or may be viewed using strut-and-tie methodology, with compression struts extending diagonally from core corners to points on the perimeter, where forces are resolved by belt chords and drags in tension. For either case, realistic diaphragm stiffness is much smaller than gross dimensions and solid concrete properties would indicate.

One major advantage of the belt wall system is that it is not affected by differential inelastic vertical deformations between core and perimeter, so no vertical load transfer occurs between the core wall and perimeter columns. However, a belt truss can experience vertical load transfer forces if it tries to equalize axial strains that differ between adjacent perimeter columns.

In regions of high seismicity using belt walls for both lateral load resistance as indirect (virtual) outriggers and gravity load transfers for interrupted columns may be problematic. Belt wall or belt truss member yielding in a large earthquake could unacceptably reduce or alter the gravity load paths. Solutions may include protecting the belt walls from this situation by limiting capacity elsewhere along the lateral load paths, or avoiding belt member yielding through a performance based design process.

DETERMINING LOCATIONS OF OUTRIGGERS IN ELEVATION

The degree to which an outrigger system provides improvement of building stiffening and reduction of building drift depends in part on the number and locations of outriggers. Outrigger locations and effectiveness are driven by four issues.

Number of Outrigger Sets

More outrigger sets provide more opportunities for rotation restraint which leads to drift reduction. However, each additional outrigger set comes with costs: it takes additional time and effort for erection,

and it typically interrupts work flow compared to that at typical floors. Impact on the overall building schedule can be minimized by applying special construction strategies such as the wall blockouts used at Two International Finance Centre, Hong Kong as described in Section 3.5. Even if the total material quantity is unchanged between two designs, distributing it across more outriggers means more pieces to erect. On the other hand, relying on fewer outriggers to minimize piece counts and involve fewer non-typical floors may result in members so heavy that they require higher-capacity, more costly erection equipment, etc. Costs and benefits must be weighed. Furthermore, as discussed later under “Space Availability,” the possible locations for outriggers are usually dictated by the program of a building. Outriggers are usually located in mechanical floors and refuge floors only.

Direct or Indirect (Virtual) Outriggers

As the names indicate, the shorter load path from column to core by direct outriggers makes them stiffer and more efficient. To achieve the same stiffness benefit, indirect outriggers (belt trusses or walls) would be required on more floors than direct outriggers. This trade off is rarely an issue in reality, the particular benefits of each outrigger type lead to their use in different building conditions. Both outrigger types can also be present in the same building, as where multiple outriggers offer desired stiffness and strength benefits, but not every outrigger level desired can accommodate direct outrigger trusses, or where differential shortening is more problematic for direct outriggers at some levels than at others.

Spacing to Equalize Distances From Outriggers To Core Inflection Points

Figure 2.3 illustrates this point using drastically simplified examples, each with a single lateral force at top, uniform core flexural properties, infinite core shear stiffness, and infinite outrigger properties. For the same number of outriggers, changing their placement in these examples can change roof drift by more than 50%. Of course the decisions are not so clear-cut for actual building designs with distributed lateral loads, varying core properties, realistic outrigger truss and column stiffness, and design criteria different from top floor drift.

Outrigger Column and Truss Stiffness

To develop and apply forces counteracting core overturning, outrigger trusses and outrigger columns must be stiff as well as strong. Column axial stiffness is more easily achieved when the vertical distance from foundation to outrigger is shorter, even though a

lower outrigger level may not be optimal in theory. Optimization methods such as the unit load method (Wada 1990) can help identify the relative importance of different members to outrigger system stiffness for meeting a particular displacement goal. Overall system stiffness can also be improved by greatly increasing member sizes locally in acceptable areas rather than along the length of an element. Examples include outrigger columns oversized at basement and lobby floors, but not at office floors where leasable area is critical, and floor diaphragms of indirect or virtual outrigger/belt truss systems being much thicker than typical floor slabs, if headroom permits. However, there is a limit to this strategy: the columns in an outrigger system are effectively story-high springs in series, so compensating for low stiffness in some locations can require an impractically large quantity increase in other locations. Another concern is that stiffness may vary with load, if uplift forces applied to outrigger columns by outrigger trusses or walls may exceed minimum dead load compression at upper stories. Steel column designs can address this directly by providing column splices with significant tensile capacity. At reinforced concrete or composite columns, the embedded steel must be capable of resisting the net tension and the reduced axial stiffness of a column cracked in tension must be considered in lateral analyses. Since the effect is nonlinear, reflecting it can require multiple iterations of analyses or use of nonlinear software.

With the understanding that any guidance “rules of thumb” are based on sets of assumptions regarding core, column and outrigger stiffness, lateral load distribution, and the parameter of interest; studies show that the optimum location for a single outrigger is at one-quarter to two-thirds of building height, measured up from ground level (see Figure 2.3). Having such a wide range of potentially optimum heights illustrates the complexity inherent in outrigger placement. For example, an outrigger as low as one-quarter of height would seem too low to provide much overturning relief to a core, but it has the advantage of shorter, and therefore stiffer, outrigger columns. Another general guideline, for optimum performance of a structure with “n” outrigger levels, states outriggers should be placed at the $1/(n+1)$ up to the $n/(n+1)$ height locations (Smith & Coull 2007; Bayati et al. 2008). For one outrigger the guideline would indicate a location at half of the building height. For two outriggers, one-third and two-third height are optimal. However, if one of the outriggers must be at the top the second truss would optimally be at half height; others have suggested the second outrigger location should be at 60% of building height. If there are three outriggers; one-quarter, one-half, and three-quarter height points are optimal, but if one is a top outrigger the others should be at one-third and two-third height. As discussed above, any selection of outrigger locations must consider both the realities of space availability and the influence of member size decisions on this indeterminate system. ■

Space Availability

For most buildings this issue dominates all the others. Contemporary building designs usually (but not always) include a major mechanical space at or near the building top, making that a natural location for an outrigger, even if a single top outrigger is not optimal compared to a single outrigger at perhaps 2/3 height due to core flexure, column stiffness, and net tension considerations. Additional outriggers are typically associated with intermediate mechanical floors as determined by the selected mechanical services design, or with refuge floors where required by local practice. Such opportunities may occur every 12 to 25 stories (Gerasimidis et al. 2009). Where opportunities for outriggers are closely spaced, which levels to use for outriggers, if any, should be determined by the other issues mentioned previously in this section.

Studies (Gerasimidis et al. 2009) of optimal outrigger placement show that, assuming a top outrigger will be present at a top mechanical floor, a second outrigger of equal stiffness would ideally be located at building mid-height to control overall drift. If the second outrigger is not of equal stiffness, its optimum location for drift control may differ. If the second outrigger location is established

by other criteria such as space availability, its stiffness should be tuned to maximize efficiency. Tuning could involve adjusting member sizes for outrigger trusses, or column areas below and above the second outrigger. A further complication is that outrigger systems are indeterminate: outrigger stiffness at any one level is based on both the contribution of trusses at that level, and of the columns engaged, with outriggers at different levels typically engaging the same perimeter columns. As a result, the optimal arrangement of outrigger locations and member sizes to minimize lateral load responses will largely depend on the pattern of column size changes with height.

With the understanding that any guidance “rules of thumb” are based on sets of assumptions regarding core, column and outrigger stiffness, lateral load distribution, and the parameter of interest; studies show that the optimum location for a single outrigger is at one-quarter to two-thirds of building height, measured up from ground level (see Figure 2.3). Having such a wide range of potentially optimum heights illustrates the complexity inherent in outrigger placement. For example, an outrigger as low as one-quarter of height would seem too low to provide much overturning relief to a core, but it has the advantage of shorter, and therefore stiffer, outrigger columns. Another general guideline, for optimum performance of a structure with “n” outrigger levels, states outriggers should be placed at the $1/(n+1)$ up to the $n/(n+1)$ height locations (Smith & Coull 2007; Bayati et al. 2008). For one outrigger the guideline would indicate a location at half of the building height. For two outriggers, one-third and two-third height are optimal. However, if one of the outriggers must be at the top the second truss would optimally be at half height; others have suggested the second outrigger location should be at 60% of building height. If there are three outriggers; one-quarter, one-half, and three-quarter height points are optimal, but if one is a top outrigger the others should be at one-third and two-third height. As discussed above, any selection of outrigger locations must consider both the realities of space availability and the influence of member size decisions on this indeterminate system. ■

SAFETY Passive Fire Protection

(p. 106)
TEXT: ALEXEI LEYHNER,
DEVELOPMENT DIRECTOR OF
“POJTECHNIKA” GROUP

Complex fire protection of high-rise buildings is, perhaps, the most technically challenging thing. Its solution requires a combi-

nation of various competences and responsibility of all the participants at all the stages of project realization. The building owner, architectural firm, design, general contractor, subcontractor, assembly and maintenance organizations – everyone must operate within the framework of a unified concept and ideology of efficiency and safety.

Safe maintenance of a high-rise building is embedded in the project as early as the design stage through the application of fireproof construction materials, special engineering equipment and technical means, which have undergone real tests and, needless to say, have all the required conformance certificates. Organizations involved in the project must also have a license for design, assembly, balancing, operation and maintenance of fire-fighting systems and, moreover, have experience and understanding of specific nature of tall buildings fire protection.

Fire protection of a project is also provided through complex space-planning solutions and design features of the building, installation of systems of automatic fire-alarm, fire suppression, smoke exhaust and pressurization, which localize a potential fire and allow for a safe evacuation of people.

Organizational and technical measures involve the establishment onsite of a special service, which monitors fire prevention discipline in the building, maintenance and technical condition of fire protection systems. Effective fire protection system consists of four key components:

- retardance;
- detection;
- warning;
- extinguishment.

In this article we are going to examine the first, basic component – flame retardance, by which we mean a complex solution in the sphere of passive fire protection of buildings and constructions. The main task and ideology of these systems is to localize and contain the fire in the point (room) of its original outbreak, in order to prevent the spread of combustion products and the flame itself on adjoining rooms and bays of the building. Fire safety is primarily concerned with preservation of life and health of people in the risk zone.

The second equally important task is to minimize the damage caused by the fire to the building. Today they are successfully solved through the use of FireStop passive fire protection materials produced by 3M. These solutions have been extensively tested not only in the USA – the country, which is the technological leader in the sphere of tall buildings construction, but also in the rapidly growing megapolises of China, Malaysia, the UAE, Saudi Arabia

and other «young economies» of the modern world.

Not everyone knows that the main risk factor for a person during a fire is not at all the flame. Impartial statistics show that the majority of lethal cases are caused not by thermal influence but by poisoning with combustion products – smoke and toxic gases, which are emitted as a result of burning of different materials, primarily, plastics and polymers used both in the constructional and engineering infrastructure of the buildings and in the interior finishing, furniture and household appliances.

The key factor in this situation is to extinguish the fire at fire escapes and evacuation routes as quickly as possible. However, the building may have design defects, invisible at first glance, that will facilitate the spread of fire and smoke, which will not only complicate the work of fire teams, but also jeopardize the safety of people evacuating from the building.

The most common solution to mitigate the risk of fire escalation is to install water sprinkler systems, however they have a number of drawbacks and constraints. Sprinkler fire suppression systems are always energy dependent and there is a risk that, like any engineering equipment, they may turn out to be out of order – in part or in whole. Besides, sprinklers are meant for localization rather than extinguishment and do not ensure complete suppression of fire, smoke and toxic gases – the products of thermal decomposition of various materials. Their aim is to retard fire propagation until the arrival of fire teams and that’s all.

Unfortunately, in Russia practical application of modern passive fire protection means is not systematic. This stems from the fact that our normative base doesn’t react quickly enough to the emergence of new technical solutions in this field. Besides, design organizations don’t have personnel development programs. Meanwhile, application of these systems in construction is of great importance, especially when erecting tall buildings, as well as industrial and technology-intensive constructions.

If the building is designed and erected with due consideration of all safety requirements and fire development scenarios, divided into fire-retardant bays and its openings, cable passages and constructional joints are equipped with fire-protection, then fire teams have more time and better chances to evacuate people and effectively extinguish the fire. The fire outbreak itself, due to application of a complex passive fire protection system, is localized in the point of its origin, without spreading onto adjoining rooms and neighbouring projects.

In fact, therein lies the concept of passive fire protection of buildings and constructions.

So what are the main technologies and materials for fire containment

and the means for its localization? Let’s examine this question in greater detail.

According to the results of full-scale fire simulation, in a fire-free room, 10 m³ in volume, separated from the fire growth point by a wall with a through hole ≈ 8 mm in diameter, the visibility becomes near-zero in 3 minutes 40 seconds. As a result a person can’t make out even his/her own outstretched arm (≈ 0,5 m). This test clearly demonstrates the importance of complex application of passive fire protection solutions at all the stages of project construction. For in case of a real fire the person caught in conditions of such smokiness would have little chance of escape from the building without getting poisoned with toxic gases and combustion products.

The main paths for fire and smoke penetration into fire-free rooms are the following:

- open doors and windows;
- joints between load-bearing structural elements, walls, floors, roof;
- pipe and cable passages;
- ventilating system, air ducts.

What means of passive fire protection are used to minimize the fire risks?

The solution depends on the action mechanism and physical properties of the materials which are divided into the following four groups:

- intumescent;
- endothermic;
- ablating;
- insulating.

Let’s examine them in greater detail.

Intumescent materials expand under the influence of heat energy from the fire. The process starts at the temperature of ≈ 100 °C. The reaction results in the formation of a non-combustible material – graphite which, while expanding, seals the opening and checks the fire propagation. Maximum expansion is achieved at the temperature of ≈ 540 °C and results in the formation of a rigid solid noncombustible composition, which is effectively used to protect pipe and cable passages.

Endothermic materials absorb heat energy while destroying their own structure. These include plaster, which contains water in crystalline form. At the heart of 3M endothermic technology is chemically bound water, which, when released under the influence of heat energy, inhibits the process of heat transfer onto the protected construction. The release of chemically bound water starts at the temperature of 316 °C. Absorption of heat energy by the material, which is under thermal influence, produces a cooling effect on the protected construction. This product is effectively used to protect constructional steelwork, cable runways, fuel pipes and containers with chemical and flammable liquids.

Ablating materials slow down the heat energy transfer disintegrating in the process of burning. This group of

products is represented by 3M putties and mastics, which, coupled with other materials, are effectively used to protect pipe and cable passages, as well as openings. Besides, some of them have waterproof properties, which is of paramount importance when water sprinkler systems are activated and fire teams flood the rooms. Application of 3M mastics helps to avoid flooding the floors below and minimize the damage.

Insulating flexible materials inhibit the heat energy transfer and have low heat conductivity. They remain stable at high temperatures unlike the solutions on the basis of fiberglass, which melt and lose their structural integrity in such conditions. 3M insulating materials may be made of ceramic or mineral fiber. They are effectively used to protect air ducts, grease traps and air chutes.

Let’s examine the application of the above mentioned materials in a specific context – the use of passive fire protection for a high-rise building.

Many elements of load-bearing structures and engineering infrastructure of a skyscraper require fire protection. Cable runways, which are «neutral pathways» of the building, are most vulnerable to fire. Even modern flame-resistant cables present a significant fire load, let alone the cheaper and combustible ones. In case of fire cable passages become «perfect» fire and smoke propagation paths. Take the fire on the Ostankino TV Tower for instance. Cable runways, carrying a critical functional load in BMS (building management system), are protected by FireStop Interam™ flexible endothermic mats which provide up to 4-hour fire protection. This amount of time is enough for the evacuation of people, application of the basic fire-fighting equipment and the arrival of fire teams. Cable runway passages are covered with composite fire-protective panels and sealed with a special refractory mastic from smoke and toxic gases penetration. The same is done to all pipe passages, which present the «weak points» of the building. Polymer pipes used extensively in water supply, heating and sewerage systems, also carry a significant fire load and after burning out open up the path for fire and smoke propagation. Special intumescent fire-protecting materials are used here, which, when expand several times in volume, seal the mouth of a pipe passage, thus checking the fire escalation.

There is another path for a quick spread of fire inside the building, – the ventilating system. In such cases insulating materials on the basis of mineral or ceramic fiber present an effective fire barrier and have a fire-resistance rating up to 3 hours.

Modern high-rise buildings are equipped with power backup emergency systems on a mandatory basis. As a matter of fact, these are diesel generators which have fuel reserves and are «tied» by a system of fuel pipes, reaching from fuel containers to gen-

erators. Endothermic mats are perfect for their protection, as they prevent the heating of flammable liquid inside the container. It makes sense to install an active fire-fighting system in the diesel-generator room itself, for instance, a compact automatic gas fire-fighting system on the basis of safe GFES Novect-1230™ also produced by 3M.

Finally, modern high-rise buildings are steel and concrete. High-strength steel of the constructional steelwork is extremely vulnerable to fire. When heated to over 500 °C the metal loses its structural integrity, which leads to collapse of support structures. According to the results of a meticulous investigation of the 9/11 events, carried out by a special committee appointed by the US government, the rapid collapse of the World Trade Centre Twin Towers in New York was mainly caused by the quick melting of the steel bearing structures, which were practically unprotected (the layer of refractory paint hadn't been renewed for a long time and by the time of the tragedy had lost its properties to a considerable extent). If the steel structures had been protected by FireStop Interam™ endothermic mats, the buildings would have suffered less – only the upper floors would have been damaged as a result of direct crash of the airplanes. But if the steelwork is not properly protected, even a localized fire outbreak in any (!) part of a high-rise building can lead to similar consequences. That's why, to avoid such risks, it is extremely important to insulate the load-bearing structural elements of skyscrapers with the help of modern, durable and easy-to-use materials. Supporting columns and load beams may be covered with FireStop Interam™ endothermic material, which will provide up to 4-hour protection, depending on the number of layers, in hydrocarbon, cellulose and propellant fires with a temperature up to 1200 °C (!).

Summing it all up, it's important to point out once again that fire protection is a special field of expertise; a science, comprising a complex of technical solutions, which compliment rather than replace each other. The use of active fire-fighting systems, such as sprinkler systems or gas fire suppression installations, does not eliminate the necessity to use passive fire protection. System application of all the solutions is most important – in this case they ensure people's safety and preservation of buildings and property.

There is only one thing left to add – «Pojtehnika» Group is the integrator of complex fire fighting systems of any level of complexity and an exclusive distributor of FireStop passive fire protection materials produced by 3M on the territory of Russia. ■

There is only one thing left to add – «Pojtehnika» Group is the integrator of complex fire fighting systems of any level of complexity and an exclusive distributor of FireStop passive fire protection materials produced by 3M on the territory of Russia. ■

MAINTENANCE
Leaving aside
the Earth
(p. 112)
MATERIALS PROVIDED
BY TRACTEL GROUP

For over a hundred years, humanity is pushing upwards, conquering new heights in the skyscrapers construction and step by step crossing the line of hundred meters, five hundred, kilometer... But it is not enough just to build such a structure, it is also necessary to maintain it in operational condition, and the higher it is, the more difficult it is to realize.
Transnational Corporation Tractel Group specializes in the development and manufacture of equipment for the maintenance of the tall buildings facades. Company offices are located in 15 countries and spread on four continents. At the basis of Tractel Group strategic development are technological innovations, expenditure control and global marketing, centered on the products, which are popular all around the world.

HEARST TOWER

Tractel Swingstage Division once again confirms its leadership position in the Façade Maintenance Equipment Industry through successfully launching the Hearst Tower systems.

The Hearst Tower, located on the corner of Eighth Avenue and Fifty Seventh Street, is a 46-story glass and steel commercial office building that was constructed within and above the original Hearst office building that was built in 1928. The innovative building, designed by Foster and Partners and Adamson Associates and built by Turner Construction, utilizes a distinctive "diagrid" frame allowing for its dazzling appearance. The "diagrids" were cut back on the corners to form "bird mouths," that open up most of the floors and allow a much more panoramic view.

The challenge for Tractel's engineers was to develop a system to access the straight runs of curtainwall, and then transform into a configuration that could access the inward sloping glass in the "bird mouth" areas of the building. The solution created by Tractel utilizes a unique pivoting spreader beam, suspended at three points using Tractel Twin Tirak™ hoist packages, with trolleys and a custom hinged platform with telescoping end sections. The platform can be configured to form the 90 degree corner and then travel on spreader beam trolleys and extend to form the straight diagonal across the spreader beam bar.

The 90 degree spreader beam forms on the outside of the building with the platform being maneuvered straight across the inwards sloping corners of the building. Reliable function is possible through the application of Tirak™ traction hoist technology which provides the only known means to provide code required leveling through PLC automated independent hoist controls.

Tractel was selected as the façade maintenance equipment provider primarily because we are the only manufacturer in the industry with the technical leadership and abilities deliver this unique type of articulating high capacity machine. Tractel's advanced independent Twin Tirak hoist system allowed the flexibility that was necessary so that we were able to hand over a fully functional solution that has enjoyed continued use with months of trouble free reliable performance.

Tractel has also worked hand in hand with the architect's team to provide four separate monorail and gantry systems to access the interior and exterior lobby, skylight, and top floor restaurant areas of the building. Tractel is also providing fall protection systems for workers servicing the "Icefall" water feature located in the grand atrium, as well a fall arrest system on the high roof.

Be proud of your building, with the knowledge it can be fully and safely maintained today and in the future. As a building owner you are responsible by law to provide a safe workplace for companies and their employees servicing your building. Tractel can help bring your building into compliance with all codes and standards.

MELLON BANK IN PITTSBURG

Mellon Bank Center is a 54 story, steel curtainwall building, located in Pittsburgh, Pennsylvania. When the decision to repaint the building was made, Mellon Vice President and Manager of Special Projects, Bernie Koblinsky, invited Tractel to attend the strategy sessions. Tractel's challenge was to develop a safe and effi-

cient method of access for the various phases of the project. This resulted in a comprehensive plan that would provide safe access for all the workers to the entire facade. The plan also encompassed methods to hoist and manage a variety of ultra-high pressure water cleaning hoses and vacuum recovery hoses.

Alongwith the Mellon Bank representatives the design team consisted of the engineering firm, H.F. Lenz Company, Hall Industries, DRS Architects, KTA-Tater coating consultants, Tractel and NLB Waterjet Corp. Turner Construction was then brought on board as the Construction Manager and Thomarios/Courtman as the painting contractor.

The final strategic plan to fully access the building consisted of using numerous custom designed Tractel suspended scaffold platforms, suspended corner platforms along with the already existing Tractel house equipment that is currently used for window cleaning operations and light duty maintenance.

BIOSPHERE 2

Also the company Tractel Inc. Swingstage Division also contributes to scientific breakthroughs. Its experts have designed and built the original fixed installation, which allows scientists to collect data without disturbing the environment.

While students and researchers hope to learn about Earth's evolutionary challenges in the Biosphere 2 at the University of Arizona, the engineers at Tractel Swingstage had to figure out how to solve their own set of challenges: Provide access to the plants in the Biosphere without trading on them.

The University of Arizona's Biosphere 2 in Tucson, Ariz., is a Landscape Evolution Observatory (LEO). Scientists will use the structure to study how water moves through mountain landscapes and how ecology and landscapes co-evolve, including growth of plantation variables.

The LEO consists of three sloping landscapes inside an environmentally

controlled facility. The slopes are covered with soil made from crushed volcanic rock, and plants and sprinkler systems are installed. Under the soil are sensors that test everything from water to chemistry cycles, giving researchers unprecedented data about how earth systems evolve and affect each other.

The university required three gantry assemblies, or transporters, one above each of the three slopes. The gantries were custom – designed to fit into the Biosphere on top of new, raised, sloped steel tanks approximately 38 feet wide by 112 feet long by 30 feet high on the higher side. Researchers would use the gantries to access the full plantation area of each tank and study plant growth, water cycles and chemical interactions that required monitoring on daily basis.

Tractel Swingstage Division was selected by the architect firm used by the University of Arizona to supply the equipment for the Biosphere 2. The contract was awarded by the University of Arizona. Allen Kanarek, vice president of sales and marketing for Tractel Swingstage, successfully managed the award of this project.

The university selected several companies to offer a solution for providing access to the study areas without disturbing the environment inside the LEO. Tractel was the only company to offer a complete solution for providing access to the whole observatory without disturbing the landscape below. The initial consultation took place in October 2010 with the project being awarded to Tractel Swingstage in September 2011. The initial installation was completed in spring 2012, and the full installation was completed by October 2012.

The transporter and platform had to work in all weather conditions simulated inside the LEO. Tractel Swingstage was able to design, engineer, developed and supply a traveling gantry that suspended a custom 2 – meter Tracmod platform over the observation area.

Tractel Swingstage designed and built a traveling bridge assembly that moved on a side pipe track. The bridge included a monorail track for the suspension of Tracmod platform to access the terrain below. The platform can move side to side and up and down to provide access to the whole slope area.

The transporter frame design had to be light enough to be assembled without the use of a crane or other big rigging equipment. It also had to be large enough to provide full length and width coverage for the sloped landscape area in the raised tank, and it had to be designed to fit in the existing arched structure of the building. The suspended platform on the transporter was custom – made with pivoting handrails to allow scientists to touch the plants and have a close view for inspection while on a safe surface. The transporter travels on a raised sloped steel track with a 38-foot span, requiring a positive

balanced drive system. The deflection of the complete system tank and transporter raised concerns for the drive. The material used to fabricate this and the finish selection was also critical in this design. Material and finish degrading was an important concern, and correct materials and finishes were chosen to serve the requirements of the experiment.

Tractel made the transporter frame truss type as light as possible, rugged and modular with bolted connections for easy installation. Engineers designed the suspension platform to allow required safe accessibility with safety sensors. The drive design took in consideration not only the deflection of the transporter but of the full supporting steel tank filled with soil as well.

Chuck Rhodes of Tractel provided proper training and instructions to all users to be able to utilize this system safely. Tractel also supplied a user manual for the transporter system, with specifics of safety and normal instructions and maintenance intervals.

"We enjoyed working on this project with the development of the transporter concept to the final install of the system," said Kamay Matharu, project manager for Tractel Swingstage. "We thank the team from the University of the Arizona to give us this opportunity and all the scientists, architects, structural engineers and contractors that worked with us to complete our part of this exciting challenging project successfully." ■

UP TO DATE
Fire Load and Severity of Fires

(p. 116)
TEXT BY LEO RAZDOLSKY, LR
STRUCTURAL ENGINEERING INC.,
LINCOLNSHIRE, ILLINOIS, USA,
PROFESSOR AT NORTHWESTERN
UNIVERSITY, EVANSTON,
ILLINOIS, USA

Notation

- $q = \sum M_i \Delta H_{ci}$ – Total fire load per unit area A_i
- M_i – Total weight of each single combustible item in the fire compartment (kg)
- ΔH_{ci} – Effective calorific value of each combustible item (MJ/kg)
- A_i – Total internal surface area of the fire compartment (m^2)
- α – Design rate of fire growth for t^2 fires
- k – Thermal conductivity, which must have the dimensions W/m K or J/m s K
- T – Temperatur
- d – Thickness in the direction if heat flow
- ρ – Air density
- c – Specific heat capacity
- K – Number of collisions that result in a reaction per second
- A – Total number of collisions
- E – Activation energy
- R – Ideal gas constant
- P – Losses of heat owing to thermal radiation

- e – Emissivity factor
- σ – Boltzmann constant ($\sigma = 5,6703 \times 10^{-8} W/m^2 K^4$)
- T_a – Ambient temperature
- A_v – Area of openings
- C_p – Average specific heat at constant pressure
- t – Time
- $\vec{v}(u; v; w)$ – Velocity vector
- M – Molecular weight
- i and k – Gas component numbers
- C_{mi} – Concentrations of mass fractions
- D – Diffusion coefficient (m^2/s)
- k_1 – Portion of a chemical reaction velocity that is a function of temperature only
- $m = m_a + m_b + \dots$ – Order of a chemical reaction
- ρ – Pressure
- ν – Kinematic viscosity; $\nu = \mu/\rho$
- q – Dimensionless temperature
- t – Dimensionless time
- h – Height of the compartment (m)
- a – Thermal diffusivity (m^2/s)
- τ_e – Effective dimensionless time
- AR – Area under the temperature-time curve (above a baseline of 300°C)

- Time – $t = \frac{h^2}{a} \tau(\tau)$
- Temperature – $T = \frac{RT_c^2}{E} \theta + T_c(K)$, where $T_c = 600^{\circ}K$ is the baseline temperature
- $q_{t,d}$ – Dimensionless temperature ($E/119$ standard fire exposure)
- Coordinates – $\bar{x} = x/h$, and $\bar{z} = z/h$, where x and z are dimensionless coordinates
- Velocities – $\bar{u} = \frac{v}{u}(m/s)$ and $\bar{w} = \frac{v}{h}(m/s)$, horizontal and vertical components of velocity, accordingly, v is kinematic viscosity (m^2/s) and u and w are dimensionless velocities.
- Pr = ν/a – Prandtl number

- $Fr = \frac{gh^3}{\nu^2}$ – Froude number
- g – Gravitational acceleration
- Le = $a/d = Sc/Pr$ – Lewis number
- Sc = ν/D – Schmidt number
- $\beta = \frac{RT_c}{E}$ – Dimensionless parameter
- $\gamma = \frac{c_p RT_c^2}{QE}$ – Dimensionless parameter
- $P = \frac{QE}{\sigma k_1 \beta T_c^4}$ – Thermal radiation dimensionless coefficient
- $K_v = A_v h/V$ – Dimensionless opening factor
- A_v – Total area of vertical and horizontal openings
- $\delta = \frac{E}{RT_c} \ln \left(\exp \left(-\frac{E}{RT_c} \right) + 1 \right)$ – Frank-Kamenetskii's parameter
- $C = [1 - P(t)/P_0]$ – Concentration of the burned fuel product in the fire compartment
- $\bar{w} = \frac{v}{h}$ – Vertical component of gas velocity
- Horizontal component of gas velocity
- $\bar{u} = \frac{v}{h} U$ – Horizontal component of gas velocity
- $b = L/h$ – Length L (width) and height h of fire compartment, accordingly
- W, U – Dimensionless velocities

- Temperature – $T = \frac{RT_c^2}{E} \theta + T_c(K)$, where $T_c = 600^{\circ}K$ is the baseline temperature
- $q_{t,d}$ – Dimensionless temperature ($E/119$ standard fire exposure)
- Coordinates – $\bar{x} = x/h$, and $\bar{z} = z/h$, where x and z are dimensionless coordinates
- Velocities – $\bar{u} = \frac{v}{u}(m/s)$ and $\bar{w} = \frac{v}{h}(m/s)$, horizontal and vertical components of velocity, accordingly, v is kinematic viscosity (m^2/s) and u and w are dimensionless velocities.
- Pr = ν/a – Prandtl number

- $Fr = \frac{gh^3}{\nu^2}$ – Froude number
- g – Gravitational acceleration
- Le = $a/d = Sc/Pr$ – Lewis number
- Sc = ν/D – Schmidt number
- $\beta = \frac{RT_c}{E}$ – Dimensionless parameter
- $\gamma = \frac{c_p RT_c^2}{QE}$ – Dimensionless parameter
- $P = \frac{QE}{\sigma k_1 \beta T_c^4}$ – Thermal radiation dimensionless coefficient
- $K_v = A_v h/V$ – Dimensionless opening factor
- A_v – Total area of vertical and horizontal openings
- $\delta = \frac{E}{RT_c} \ln \left(\exp \left(-\frac{E}{RT_c} \right) + 1 \right)$ – Frank-Kamenetskii's parameter
- $C = [1 - P(t)/P_0]$ – Concentration of the burned fuel product in the fire compartment
- $\bar{w} = \frac{v}{h}$ – Vertical component of gas velocity
- Horizontal component of gas velocity
- $\bar{u} = \frac{v}{h} U$ – Horizontal component of gas velocity
- $b = L/h$ – Length L (width) and height h of fire compartment, accordingly
- W, U – Dimensionless velocities

- Temperature – $T = \frac{RT_c^2}{E} \theta + T_c(K)$, where $T_c = 600^{\circ}K$ is the baseline temperature
- $q_{t,d}$ – Dimensionless temperature ($E/119$ standard fire exposure)
- Coordinates – $\bar{x} = x/h$, and $\bar{z} = z/h$, where x and z are dimensionless coordinates
- Velocities – $\bar{u} = \frac{v}{u}(m/s)$ and $\bar{w} = \frac{v}{h}(m/s)$, horizontal and vertical components of velocity, accordingly, v is kinematic viscosity (m^2/s) and u and w are dimensionless velocities.
- Pr = ν/a – Prandtl number

- $Fr = \frac{gh^3}{\nu^2}$ – Froude number
- g – Gravitational acceleration
- Le = $a/d = Sc/Pr$ – Lewis number
- Sc = ν/D – Schmidt number
- $\beta = \frac{RT_c}{E}$ – Dimensionless parameter
- $\gamma = \frac{c_p RT_c^2}{QE}$ – Dimensionless parameter
- $P = \frac{QE}{\sigma k_1 \beta T_c^4}$ – Thermal radiation dimensionless coefficient
- $K_v = A_v h/V$ – Dimensionless opening factor
- A_v – Total area of vertical and horizontal openings
- $\delta = \frac{E}{RT_c} \ln \left(\exp \left(-\frac{E}{RT_c} \right) + 1 \right)$ – Frank-Kamenetskii's parameter
- $C = [1 - P(t)/P_0]$ – Concentration of the burned fuel product in the fire compartment
- $\bar{w} = \frac{v}{h}$ – Vertical component of gas velocity
- Horizontal component of gas velocity
- $\bar{u} = \frac{v}{h} U$ – Horizontal component of gas velocity
- $b = L/h$ – Length L (width) and height h of fire compartment, accordingly
- W, U – Dimensionless velocities

COMPARISON OF PARAMETRIC AND STRUCTURAL FIRE-LOAD CURVES
The natural fire models take into account the main parameters that influence the growth and development of fires. Natural fires depend substantially on fire loads,

openings, and thermal properties of the surrounding structure. The gas temperature in the compartment can be determined with parametric temperature-time curves. These curves consider the ventilation by an opening factor and the design value of the fire-load density [7] (see Chap. 2). The comparison will be limited here to the Eurocode model only.

Let's rewrite the Eq. (2.32) in a different form for computer-aided calculations:

$$T_i = 20 + 1325C$$

$$C = (1 - 0.324e^{-0.2t^*} - 0.204e^{-1.7t^*} - 0.472e^{-19t^*})$$

where

$$t^* = t(\Gamma)$$

$$\Gamma = \frac{(F_{t,d}/0.04)^2}{(b/1160)^2}$$

The duration of the fire is determined by the fire load:

$$t^* = 0.20(10^{-3}) q_{t,d} \Gamma / F_v$$

where

$$q_{t,d} = q_{f,d} A_f / A_t$$

and $50 \leq q_{t,d} \leq 1000$ $q_{t,d}$ is the design value of the fuel-load density (MJ/m²) related to the surface area A_t (m²) of the enclosure, and $q_{f,d}$ is the design value of the fuel-load density related to the surface area of the floor (MJ/m²) (see Table 5.2).

The parametric curve in this case is valid for compartments up to a floor area of 100 m² and a height of 4.5 m; therefore, the compartment size is as follows: $h = 3$ m, $B = 6$ m, and $L = 12$ m.

Data
Floor area: $A_f = 6(12) = 72$ m²
Total area: $A_t = 2(72) + 2(18) + 2(36) = 252$ m²
Ratio: $A_f/A_t = 0.286$
Boundary thermal conductivity: $b = 1,160$

Opening factor: $0.02 < F_v < 0.2$
Essential parameters in advanced SFL models are the maximum gas temperature in the compartment, the maximum duration of the fire, and the maximum temperature versus opening factor relationship. The main goal, consequently, is to compare the results in these areas. All computations are self-explanatory and based on the preceding formulas. They are presented below in tabulated form.

The following formula will be used to compare these maximum temperature data with the theoretical data (see Sec. 6.2):

$$T_{max} = \frac{RT_{max}^2}{E} \theta_{max} + T_a = 60\theta_{max} + 600$$

where dimension of T is kelvins. Temperatures T_{max} from Table 6.50 also will be transferred into kelvins by adding 273°.

The dimensionless opening factor K_v should not be confused with the opening factor F_v , which has dimensions $m^{-1/2}$. In fact, the relationship between two of them is as follows:





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
Alla Shugaykina
Ekaterina Nilulina
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: 545-2495/96/97
 www.tallbuildings.ru
 E-mail: info@tallbuildings.ru

All materials contained in this issue are protected by Russian copyright law and may not be published without the prior publisher's permission and reference to. 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 № ФС77-25912 as of October 6, 2006.

The magazine is printed in the PA "Periodika", Ltd, Gardnerovskiy perulok 3, bld. 4
 Open price Circulation: 5000

Table 06.48 PARAMETERS F_v ; Γ ; Γ/F_v AND C

F_v	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15	0.20
Γ	0.25	0.562	1.0	1.562	2.25	4.0	6.25	9.0	14.06	25.0
Γ/F_v	12.5	18.73	25	31.24	37.5	50	62.5	75	93.73	125
C, Case 1	0.62	0.664	0.698	0.723	0.744	0.776	0.801	0.821	0.847	0.881
C, Case 2	0.587	0.627	0.659	0.684	0.7056	0.7387	0.7636	0.7842	0.8083	0.841
C, Case 3	0.5401	0.577	0.604	0.627	0.647	0.680	0.7056	0.7266	0.7518	0.7842
C, Case 4	0.4752	0.5265	0.554	0.5743	0.5912	0.6197	0.6436	0.6643	0.6899	0.7233

Table 49. FUEL LOAD

Category	Fuel Load, MJ/m ²	$q_{f,d}$
Ultra Fast	700	200
Fast	500	143
Medium	300	85.8
Slow	100	50 (minimum)

$$K_v = \frac{F_v \cdot A_t}{\sqrt{h} \cdot A_f} \quad (66)$$

Assuming, for example, that $h = 1$ m and $A_f/A_t = 0.286$, we now have: $K_v = F_v/0.286$. Obviously, this will change if one (or both) of these parameters changes. In this respect, one might call a comparison of results "conditional." It provides the general information (maximum temperatures versus opening factors) but a not an exact comparison. The range of parameters K_v was limited from 0.02 to 0.2, which corresponds [based on Eq. (66)] to the range of parameters F_v : $0.02 < F_v < 0.06$ (see Table 51). The values of parameters K_v are provided in parentheses in the second column of Table 51.

It can be seen from Table 51 that the maximum temperatures from parametric Eurocode curves are higher (between 3 and 26 percent) than the values from dimensionless analysis. The parametric curves also were compared directly with measured compartment firetest temperatures. The data were gathered from experiments carried out in the United States, France, and the United Kingdom. The conclusions were similar to the results in Table 6.51: Parametric temperature-time curves overestimate the temperatures achieved in real fire compartments.

PASSIVE FIRE PROTECTION DESIGN

A typical fire-resistance calculation involves estimating an expected

Table 50. MAXIMUM TEMPERATURES RESULTS

F_v	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15	0.20
Ultra Fast t^*	0.500	0.749	1.0	1.249	1.5	2.0	2.5	3.0	3.75	5.0
Ultra Fast T_{max}	841	900	945	978	1006	1048	1081	1108	1142	1187
Fast t^*	0.357	0.535	0.715	0.894	1.072	1.431	1.788	2.154	2.68	3.575
Fast T_{max}	798	851	893	926	955	999	1032	1059	1091	1134
Medium t^*	0.215	0.322	0.429	0.535	0.643	0.858	1.072	1.286	1.607	2.154
Medium T_{max}	736	784	820	851	877	921	955	983	1016	1059
Slow t^*	0.125	0.188	0.249	0.312	0.375	0.500	0.625	0.751	0.037	1.25
Slow T_{max}	650	718	754	781	803	841	873	900	934	978

main dvantages of spray coverings are that they are cheap and they easily cover complex details. However, application is wet and may delay other work on a construction site. Fire ratings of up to 4 hours can be achieved through use of these methods. Thickness for an I-section with $H/p/A$ (perimeter over section area) = 150 m⁻¹ is on the order of 20 to 25 mm (1 inch) for 1 hour and 30 to 50 mm for 2 hours of fire resistance. Thermal conductivities range from approximately 0.03 to 0.05 W/m K. Since there is a large variety of spray materials and passive fire protection solutions, these numbers are used in this chapter as examples only. Shown below are the dimensionless parameters that must be changed if the thickness of

insulation is larger (or smaller) than 50 mm or the thermal diffusivity parameter is different from that assumed here. Spray coatings provide protection against hydrocarbon-based fires, and some of these systems can provide up to a 4-hour fire rating. Spray-applied fireproofing materials typically are cement-based products or gypsum with a lightweight aggregate (e.g., vermiculite, perlite, or expanded polystyrene beads) that has some type of cellulosic or glass-fiber reinforcement. Spray-applied fireproofing typically is one of the more inexpensive means to protect structural elements. Thicknesses required to achieve various ratings may be found on a generic basis in some publications [5], but typically, they are provided by the manufacturer. Test methods exist to assess the adhesion and cohesion characteristics of the material. However, additional research is needed to better understand their performance, including deformation, brittleness, adhesion, and so on at

Fire protection of steel can be achieved by three methods: (1) insulating the element with spray material or board-type protection, (2) shielding, or (3) hollow sections can be filled with concrete or liquid to form a heat sink. This section deals primarily with the first method of fire protection. Passive fire protection materials insulate the structure from high temperatures, and they can be classified as *nonreactive* (e.g., boards and sprays) or *reactive* (e.g., intumescent coatings).

Boards are fixed dry usually to columns. Beams are more commonly protected with spray materials. The

higher temperatures. Let's note here again that the physical parameters, such as, for example, thermal diffusivity of insulating material and the air-gas mixture, should be taken at the maximum temperature

for a given fire-severity case. Spray-applied products typically are used more to protect beams than columns.

Thermal diffusivity indicates how rapidly the material changes temperature. Lightweight materials tend to have high diffusivities because they change temperature quickly and their temperature responds rapidly to that of their surroundings. Conversely, heavyweight materials have low diffusivities, which means that they have a slow response to the surrounding temperatures. Since all the analyses here are presented in a dimensionless form, only the ratio between

the thermal diffusivity of the insulating material and the air-gas mixture is involved (see below).

Let's now consider the one-dimensional heat flow, which is governed by the following partial differential equation:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a_1 \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (67)$$

where T is the temperature, t is the time in seconds, and a_1 is the thermal diffusivity in square meters per second, given by λ/rc_p . In this treatment, the thermal conductivity λ (in W/m K), the density r (in kg/m³), and the heat capacity c_p (in kJ/kg K) are all considered to be constant. Boundary conditions are defined by specifying a flow rate or temperature at each end of the one-dimensional domain. The solution to the heat-flow problem is the internal temperature history that satisfies the field equation (67), the initial conditions, and the prescribed boundary conditions.

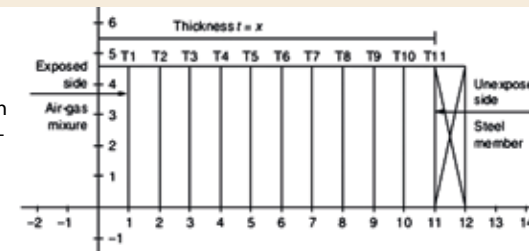
Most numerical methods convert the continuous partial differential or integral equations of heat transfer to a set of linear differential equations. The complex partial differential equation is transformed into a system of simultaneous first-order differential equations, one at each node. The system of nodal equations then is solved by stepbystep integration over the time domain. The *method of lines* is a general technique for solving partial differential equations (PDEs) typically by using finite-difference relationships for the spatial derivatives and ordinary differential equations for the time derivative. William E. Schiesser [12] at Lehigh University has been a major proponent of the numerical method of lines (NMOL).

Consider that a slab of insulating material with a thickness t is subjected to the air-gas compartment temperature on the exposed side. This slab is shown in Fig. 6. For a numerical problem solution, the slab is divided into N sections with $N + 1$ node points. The Polymath software does not accept any Greek letters as variables; therefore, as

Table 51. MAXIMUM TEMPERATURES COMPARISON

F_v	Case #1 T_{max} (Kv) (theoret.)	Case #1 T_{max} (paramet.)	Case #2 T_{max} (theoret.)	Case #2 T_{max} (paramet.)	Case #3 T_{max} (theoret.)	Case #3 T_{max} (paramet.)	Case #4 T_{max} (theoret.)	Case #4 T_{max} (paramet.)
0.02	1151(0.07)	1114	1034	1071	865	1009	810	923
0.03	1051(0.10)	1173	974	1124	844	1057	800	931
0.04	966(0.14)	1218	930	1166	830	1093	790	1027
0.05	888(0.175)	1251	898	1199	810	1124	780	1054
0.06	893(0.20)	1279	880	1228	805	1150	776	1076

Figure 6. Non-steady-state heat conduction in a one-dimensional slab



done previously, the dimensionless temperature and time are renamed as follows: $T1=0$; $T2=0$;... $T11=0$, are the dimensionless temperature functions at each slab section, and $t=\tau$ is the independent dimensionless time variable.

If the exposed surface is held at a temperature of $\theta(\tau)$, the fire compartment's temperature from Chap. 5 (see Cases 1 through 4), then the boundary condition at node 1 is as follows:

$$T1 = \theta_1 = A \exp(-(\tau - a)^2 / 2\sigma^2) \quad (68)$$

where parameters A , a , and σ are defined by corresponding formulas from Chap. 5. The other boundary condition is that the boundary at node $N + 1$ has minimum temperature value. Thus:

$$\frac{\partial T_{N+1}}{\partial x} = 0 \quad \text{For } t > 0 \quad (69)$$

The boundary condition (68) (not to be confused with the term *thermal boundary condition*) is presented by the dimensionless function $\theta(\tau)$ (from Chap. 5); therefore, the original Eq. (6.67) has to be presented by the same set of dimensionless scale factors for temperature and time, that is,

$$T = \beta T_* \theta + T_* \quad (70)$$

and

$$t = \frac{h^2}{a_2} \tau \quad (71)$$

$$x = h \zeta$$

Where: a_2 – thermal diffusivity of air-gas mixture; h – height of the compartment, $\beta = 0.1$ and $T_* = 600^\circ\text{K}$ – the base temperature. This, substituted into Eq. (6.67), yields

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = \alpha_0 \frac{\partial^2 \theta}{\partial \zeta^2} \quad (72)$$

where $\alpha_0 = a_1/a_2$ is the dimensionless thermal diffusivity parameter.

Boundary condition (6.68) is different (parameters A , a , and σ are different) for each fire-severity case: very fast, fast, medium, and slow. It is assumed here that the thermal diffusivity parameter a_1 is constant (e.g., for vermiculite insulation material, $a_1 = 6.77 \cdot 10^{-8}$ m²/s, the thermal conductivity $\lambda = 0.13$ W/m K at elevated temperature, and $cp = 525$ J/kg K per data from ISO 22007-2 [13]), and the air thermal diffusivity parameter a_2 changes with the maximum temperature [14], which is defined as follows:

$$a_2 = 9.1018(10^{-11})T^2 + 8.8197(10^{-8})T - 1.0654(10^{-3}) \quad (6.73)$$

The advantages of vermiculite material are as follows:

- Vermiculite has reduced thermal conductivity.
- It is light in weight.
- It possesses improved workability.
- It is an excellent fire-resistance material.
- It has improved adhesion properties.
- It has increased resistance to cracking and shrinkage.
- It is easy to install or apply.

To be continued

REFERENCES

1. *Issen, L. A.*, Single-Family Residential Fire and Live Loads Survey, NBSIR 80 – 2155, Nat Bur Stand, Gaithersburg, MD 20899, 176 p, 1980.
2. *Culver, C. G.*, Survey Results for Fire Loads and Live Loads in Office Buildings, NBS BSS 085, Nat Bur Stand, Gaithersburg, MD 20899, 157 p, 1976.
3. *England, J. P., Young, S. A., Hui, M. C., u Kurban, N.*, Guide for the

Design of Fire Resistant Barriers and Structures, Warrington Fire Research (Aust) Pty. Ltd., and Building Control Commission, Melbourne, AU 2000.

4. *Ingberg, S. H.*, Tests of the Severity of Building Fires, NFPA Quarterly, 22 (1), 43 – 61, 1928.

5. *Law, M.*, Review of Formula for T-Equivalent, Fire Safety Science Proceedings of the Fifth International Symposium, pp 985 – 996, 1997.

6. *Pettersson, O.* (1976) Fire Engineering Design of Steel Structures. Publication 50, Swedish Institute of Steel Construction, Stockholm, Sweden, pp 33 – 41.

7. *Heaney, Alexander, C.* (1971) A Reliability-Based Study Concerning Live Loads and Codified Structural Design. Thesis presented to the University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada, in partial fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy.

8. IFEG (2005), International Fire Engineering Guidelines, DBH, NZ; ABCB, Australia; NRC, Canada; ICC, USA; 2005.

9. *Heskestad, G. and Delichatsios, M. A.*, The Initial Convective Flow in Fire, 17th Symposium on Combustion, Combustion Institute, Philadelphia, PA 1978.

10. *Drysdale, Dougal, An* Introduction to Fire Dynamics, 2nd Edition, John Wiley and Sons, West Sussex, England, (1999).

11. NISTIR 7563, "Best Practice Guidelines for Structural Fire Resistance Design of Concrete and Steel Buildings", 2009.

12. *Schiesser, W. E.* The Numerical Method of Lines, San Diego, CA: Academic Press, 1991.

13. ISO 22007-2 "Plastics – Determination of thermal conductivity and thermal diffusivity – Part 2: Transient plane heat source (hot disc) method", 2008.

14. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 2nd Edition, SFPE, NFPA, 1995.

15. Design Guide 19 "Fire Resistance of Structural Steel Framing", AISC, 2003. ■

Подписка на журнал «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"/> 6 месяцев (3 номера)	<input type="checkbox"/> 1 год (6 номеров)
Стоимость комплекта (в т.ч. НДС)	1200 рублей	2220 рублей
Количество комплектов		
Сумма к оплате		
Ф.И.О. получателя		
Организация		
Индекс, почтовый адрес		
Тел./факс		
E-mail		

ИЗВЕЩЕНИЕ	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 _____ <small>фамилия, и., о., адрес плательщика</small>
	Назначение платежа Подписка на журнал «Высотные здания»/Tall buildings. На номеров Сумма _____ _____ <small>Подпись плательщика</small>
ИЗВЕЩЕНИЕ	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 _____ <small>фамилия, и., о., адрес плательщика</small>
	Назначение платежа Подписка на журнал «Высотные здания»/Tall buildings. На номеров Сумма _____ _____ <small>Подпись плательщика</small>