



— проектирование
— изготовление и монтаж
фасадов под ключ

ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ

ИСПОЛИНЫ
ИСПАНИИ
The Spanish Giants

СОЗДАТЕЛЬ
СКУЛЬПТУРНЫХ
НЕБОСКРЕБОВ
*The Creator
of Sculptural
Skyscrapers*

«ОХТА-ЦЕНТР»:
ВЗГЛЯД
НА ПЕРСПЕКТИВУ
*Okhta Centre:
the Perspective View*

WTC: ВЕРСИИ
И ВЫВОДЫ
*WTC: Theories
and Findings*





Учредитель
ООО «Скайлайн медиа»
при участии
ЗАО «Горпроект»
и **ЗАО «Высотпроект»**

Консультанты
Сергей Лахман
Надежда Буркова
Юрий Софронов
Петр Крюков
Татьяна Печеная
Святослав Доценко
Игорь Клешко
Елена Зайцева
Александр Борисов

Генеральный директор
Наталья Выходцева

Главный редактор
Татьяна Никулина

Исполнительный директор
Сергей Шелешнев

Редактор-переводчик
Сергей Федоров
Редактор-корректор
Ульяна Соколова
Иллюстрации
Олег Нагай

Над номером работали:
Марианна Маевская
Иветта Беглярова
Елена Голубева
Алла Павликова
Алексей Любимкин

Отдел рекламы
Тел./факс: **545-2497**

Отдел распространения
Светлана Богомолова
Владимир Никонов
Тел./факс: **545-2497**

Адрес редакции
**105005, Москва, наб.
Академика Туполева,
д. 15, стр. 28**

Тел./факс: **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 ОАО «Московская типография № 13»
Цена свободная Тираж: 5000 экз.

На обложке: Marina Towers,
фото предоставлено FXFOWLE Architects



С о д е р ж а н и е

с o n t e n t s

- Коротко/In brief **6** События и факты
Events and Facts
- Конкурсы/Competitions **16** Лучший из лучших
Simply the Best

международный обзор INTERNATIONAL OVERVIEW

- История/History **20** Исполыны Испании
The Spanish Giants
- Персона/Personality **30** Сантьяго Калатрава – создатель скульптурных небоскребов
Santiago Calatrava – the Creator of Sculptural Skyscrapers
- Стройплощадка/Construction site **36** Башни на старом стадионе
Towers instead of Former Stadium

архитектура и проектирование ARCHITECTURE AND DESIGN

- Ракурсы/Perspectives **42** Главный фактор творчества
The Major Creative Factor
- Стиль/Style **48** Сергей Скуратов: Высотная провокация
Sergey Skuratov: The High-rise Challenge
- Фотофакт/Photo session **54** Чикаго
Chicago
- Проект/Project **62** Каскад индивидуальных домов
High-rise Cascade of Individual Homes
- Точка зрения/Viewpoint **68** «Охта-Центр»: взгляд на перспективу
Okhta Centre: the Perspective View

управление MANAGEMENT

- Нормативы/Guidelines **76** Организационно-технологическая документация при строительстве высотных объектов
Design Documentation on Organization of High-rise Construction
- Аспекты/Aspects **82** Корректировка МГСН 4.19-2005
Correcting MGSN Code 4.19-2005

строительство CONSTRUCTION

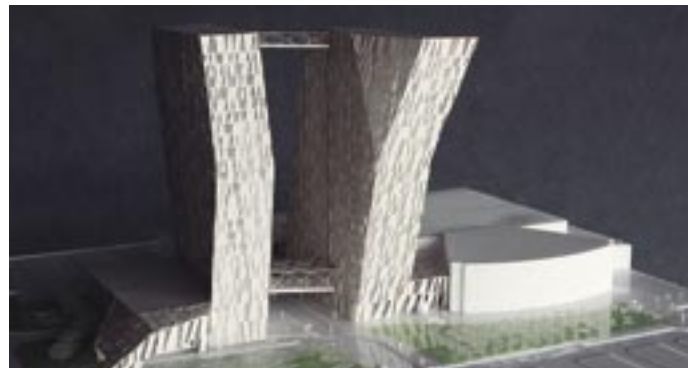
- Технологии/Technology **88** Разнонаправленное движение
Differently Directed Operation
- Материалы/Materials **92** Металлоконструкции в высотном строительстве
Metalware in High-rise Construction
- Опыт/Experience **96** Теплопроводность бетона
Thermal Conductivity of Concrete
- Визитная карточка/Bussines card **100** Планарное остекление на службе реконструкции
Planar Glazing at Service of Renewal
- Конструкции/Metalware **102** Диагонально-сетчатые конструкции
Diagrid Structures
- Испытания/Testing **108** Тесты на надежность
Reliability Testing

эксплуатация MAINTENANCE

- Актуально/Up to date **116** Гарантия стабильности
Stability Safeguard
- Стекло/Glass **120** Интеллектуальное стекло
Smart Glass
- Безопасность/Safety **122** WTC: версии и выводы
WTC: Theories and Findings

132 английская версия ENGLISH VERSION





Копенгагенские падающие башни

Впечатляющий проект Bella Hotel, предложенный архитекторами студии 3XN, должен будет укрепить положение Копенгагена как естественного центра международных мероприятий. Гостиница является частью комплекса Bella Center, ведущего конференц-центра, чьи сооружения позволяют проводить мероприятия любого рода, включая ярмарки, выставки, заседания и международные конференции.

Здание Bella Hotel – крупнейший проект, запущенный в Дании в 2008 году – обещает стать одной из самых больших гостиниц в Скандинавских

странах. Арне Бэнг Миккельсон, исполнительный директор Bella Center, подчеркнул, что местоположение гостиницы будет совершенно уникальным – в центре столицы, в пяти минутах от международного аэропорта, подобно мосту, связывающему с остальной Скандинавией и Европой в целом, где автострада, метро и наземный общественный транспорт будут, что называется, в шаговой доступности.

Нынешней осенью две башни Bella Hotel, по 76,5 м каждая, поднимутся на расходящихся наклонных курсах. Архитекторы уверяют, что нюансы восприятия зданий будут зависеть

от расстояния, освещения и времени года. Закрученная верхушка одной из башен снижает влияние турбулентности, характерной для данного равнинного ландшафта. Ким Херфорт Нильсен, главный архитектор 3XN, так поясняет наклонную форму: «Трудность состояла в том, чтобы выполнить пару башен на едином основании, чтобы у них было единое фойе. Их наклон продиктован нашим желанием избежать вида «окна в окно». Она уточняет: «На самом деле, это единая несущая конструкция, а башни – ее наклонные консоли. Для нас было немаловажно внушить застройщику, что такой крен обойдется ему не слишком дорого. Строительные издержки – а это только часть общих расходов – повысились всего лишь на 5%».

В четырехзвездочной гостинице Bella Hotel будет 814 номеров, 34 конференц-зала, три ресторана, бар под открытым небом и центр здорового образа жизни. Первый камень Bella Hotel был заложен 17 сентября, а первая очередь будет готова весной 2011 года.

3XN architects

Когда работа – высота

В Московском государственном строительном университете открыта кафедра высотного строительства. В торжественной церемонии приняли участие мэр Москвы Юрий Лужков и ректор МГСУ Валерий Теличенко.

Стоит отметить, что Московский государственный строительный университет – единственное в стране учебное заведение и одно из немногих в мире, которое имеет кафедру высотного строительства. Идея и инициатива ее создания принадлежит мэру Москвы Юрию Лужкову. На выставке работ студентов строительного университета столичного градоначальника привлек интересный проект по возведению оригинальной высотки. Но оказалось, что такое здание останется только в студенческих мечтах – для того чтобы проектировать и строить подобные объекты, ни в Москве, ни в России нет соответствующих специалистов. Отечественные учебные заведения их не готовят. Тогда Юрий Лужков предложил создать при МГСУ кафедру высотного строительства. Задача оказалась вполне актуальной. Ведь здания высотой более 70 м в Москве, как и в других городах России, пока возводятся силами иностранных специалистов. Теперь положено начало процессу подготовки отечественных кадров для отрасли высотного строительства. Правительство Москвы оказало университету организационную и материальную помощь в

создании такой кафедры. И вот новая учебная структура открыта. Она создана в рамках договора о сотрудничестве между строительным университетом и ОАО «Новое кольцо Москвы».

Общая площадь кафедры составляет около 400 кв. м. Здесь ведется целевая подготовка студентов-старшекурсников по трем специальностям: проектирование, возведение и эксплуатация высотных зданий. Подготовка квалифицированных отечественных кадров в этом направлении является составной частью городской комплексной инвестиционной программы «Новое кольцо Москвы», утвержденной постановлением столичного правительства. Студенты будут практиковаться на строительных площадках Делового центра «Москва-Сити».

Кроме базового обучения на кафедре организуется повышение квалификации инженерно-технических работников проектных и строительных организаций, участвующих в реализации программы высотного строительства в Москве. Преподавательский состав сформирован из российских и иностранных ученых, в том числе наших молодых специалистов, прошедших стажировку за рубежом. Ведется также работа по созданию при кафедре учебной научно-производственной лаборатории по аэродинамическим и аэроакустическим исследованиям.

www.tver13.ru



Москва набирает высоту

В состоявшейся в отеле «Арабат Парк-Хаятт» 22–24 октября конференции «Москва набирает высоту» приняли участие около 120 делегатов – архитекторов, инженеров, государственных служащих, специалистов по градостроительному планированию. Конференция была организована агентством «Лобби» и ЦНИИЭП жилища, международным партнером мероприятия выступил СТБUN. Осенью прошлого года председатель совета директоров московского агентства «Лобби» Елена Шувалова впервые привезла российскую делегацию профессионалов в штаб-квартиру СТБUN в Иллинойском технологическом институте. В несколько расширенном составе группа посетила Восьмой Международный конгресс по высотным зданиям в Дубае, состоявшийся в марте 2008 г. Там же и было принято решение о проведении несколько менее масштабного, но схожего по целям и духу мероприятия в Москве, которое позволило бы собрать в России всемирно известных экспертов в сфере высотного строительства для обмена опытом с российскими коллегами и ознакомления их с планами строительства небоскребов в стране. Главными спонсорами мероприятия стали компании KONE и УК «Управление высотного строительства». Открыл конференцию директор по научной работе ЦНИИЭП жилища Юрий Граник. С ключевыми докладами на мероприятии выступили президент НП «АВОК» Юрий Табунщиков и исполнительный директор СТБUN Энтони Вуд, который в своей речи остановился на вопросах повышения устойчивости и дальнейших перспективах эволюции высотных зданий. Его доклад еще раз подчеркнул интерес аудитории к теме устойчивого развития, которая красной нитью прошла через всю конференцию. Одним из самых ярких стало убедительное выступление вице-президента ФИАБСИ (Международная Ассоциация участников рынка недвижимости) Элизабет Беленча о вызовах технологиям устойчивого развития в современном мегаполисе.

Три доклада, прозвучавших во второй половине дня, дали делегатам общее представление о высотном строительстве как в России, так

и за ее пределами. Генеральный менеджер по Европе компании Turner Construction International Томас Мак-Кул представил вниманию аудитории исчерпывающий обзор восходящих звезд на рынке небоскребов региона; партнер по проектированию бюро NBBJ Тим Джонсон остановился на самых интересных кейс-стади из мировой практики, а директор Санкт-Петербургского филиала RMJM Филипп Никандров подробно рассказал делегатам конференции о работе над одним из самых нашумевших за всю историю создания небоскребов в России проекте – башней «Газпром».

Одной из главных тем стала безопасность высотных зданий. С докладами выступили Константин Белоусов из Московского НИИ пожаробезопасности, президент компании LR Structural Engineering Лео Раздольский с беспрецедентной презентацией «Структурное проектирование высотных зданий против возможных терактов», директор ИМЭТ Марсель Бикбау и технический директор НТЦ «Вибросейсмозащита» Михаил Дашевский, рассказавший делегатам о защите высотных зданий от транспортной вибрации.

Участники конференции ознакомились со знаковым проектом комплекса «Москва-Сити» – башней «Федерация», посетили ЦНИИЭП – головной Институт по вопросам разработки нормативной и технической документации для объектов высотного строительства. Директор института Станислав Николаев принял гостей и представил им основные аспекты деятельности организации. Делегатам также было предложено посетить легендарное здание МГУ – самое высокое из семи сталинских высоток и до 1988 года – в Европе, новую офисную башню «Соколиная Гора», входящую в проект «Новое кольцо Москвы» и самое высокое жилое здание в Европе – башню «Триумф Палас».

Делегаты сошлись во мнении, что все три дня конференции стали для них познавательными и незабываемыми. Разнообразие презентаций и технических туров, широта тем, раскрытых российскими и зарубежными участниками конференции, предоставили им уникальную возможность эффективного профессионального общения.





600 МЕТРОВ НАД УРОВНЕМ МОРЯ

Проект здания высотой более 600 м, созданный дубайским отделением студии Atkins, компания-застройщик Tameer назвала победителем конкурса на возведение на знаменитой улице Sheik Zayed Road.

Согласно последнему рейтингу высочайших в мире строений, Anara Tower займет достойное место в их числе.

В застройке смешанного назначения, включающей башню в сто с лишним этажей, немалая роль отводится культурно-художественному компоненту как формально, так и функционально. Там разместятся просторные роскошные квартиры с одной, двумя и тремя спальнями, великолепные пентхаусы, по меньшей мере один из коих будет иметь отдельный лифт и собственный бассейн, что делает данное жилье самым дорогостоящим на Ближнем Востоке.

В башне также найдется место для галереи искусств мирового класса, бутик-отеля, ресторанов, магазинов и 30 192 кв. м офисных площадей.

«Основным замыслом было сделать объем, восходящий по своим формам к минарету, в архитектурном отношении повсеместно узнаваемым: на родине, в регионе, ну и в мировом масштабе», – говорит Шон Килла, главный конструктор Atkins в Дубае.

«Здание устроено и ориентировано таким образом, что с 60% участка открывается вид на море. Четыре соединительных мостика на задней стене башни дадут возможность достроить ее в будущем. Эта гарантия дальнейшей экспансии имеет значение для такого ключевого места, поэтому Atkins предусмотрела кое-какие опции в том, что касается «добавленной стоимости».

На подиуме будут учреждения общепита и торговые точки, 30-метровый плавательный бассейн с «лягушатником», а также пара многофункциональных спортплощадок. Четыре сада под открытым небом, расположенные через каждые 27 этажей, дополнят жилые помещения. Озеленение будет производиться с применением экологического подхода, а также исходя из потребностей жителей. Природоохранные вопросы решаются в Anara Tower путем применения наиболее эффективных способов водо- и энергосбережения и возможности использования возобновляемых источников энергии, что отвечает требованиям международно признанной сертификации по LEED.



Исполнительный управляющий Tameer Хасан Сахнини утверждает, что проект Anara Tower олицетворяет собой сплав культуры и искусства в Дубае: «Как и сам Дубай, великое искусство берет начало в великом предвидении. Башня Anara – не просто шедевр сама по себе, она создается, чтобы упрочить благополучие всех граждан, и призвана стать самым желанным адресом проживания в Дубае. Anara – образ будущего в городе, который уже стал самым передовым в мире».

Atkins



Международная специализированная выставка
Оконные Технологии

31 марта - 3 апреля 2009 | Крокус Экспо, Москва

Совместно с: MosBuild 



WinTec Expo в России!
WinTec Expo kommt nach Russland!
WinTec Expo is coming to Russia!

Получить дополнительную информацию Вы можете на официальном сайте выставки www.wintecexpo.com

Организатор:



Официальный Интернет-партнер:



При поддержке:



При содействии:





Пока вторая

25 октября в Шанхае открыто здание World Financial Centre. На сегодняшний день это здание, имеющее высоту 492 м, – самое высокое в Китае, а из сданных в эксплуатацию в мире уступает только башне Тайpei (501 м).

SWFS имеет 100 этажей, на самом верхнем этаже расположена обзорная галерея. Здание построено на средства японских инвесторов. При строительстве использовались ограждающие конструкции компании «Пермастелидзе». Стеклопакеты изготовила Shanghai Yoahua Pilkington Glass Co., Ltd. Система обслуживания – австралийской компании COX.

Здание SWFS расположено в районе Пудонг, буквально в сотне метров от бывшего ранее самым

высоким зданием Китая Jin Mao Building (421 м) и неподалеку от телевизионной башни Шанхая (Oriental Pearl Television Tower, 468 м). Новое здание «подавляет» бывшего рекордсмена своей массой. Еще год назад можно было наблюдать за возведением нового объекта с Jin Mao. Сегодня же виден только его шпиль.

В планах шанхайских строителей – не останавливаться на достигнутом. В проектах – новое 800-метровое здание. К сожалению, насладиться видами Шанхая с новой обзорной площадки затруднительно. Виною тому не многочасовая очередь и высокая стоимость билетов (180 юаней – примерно 700 руб.), а туман и дымка, закрывающие вид и снизу, и сверху.

Последний кирпич уложен

Внутреннее многоцелевое здание в 92 этажа и высотой в 1361 фута, расположенное по адресу 401 N. Wabash на месте прежней штаб-квартиры Chicago Sun-Times, становится четвертым по высоте в Чикаго.

По сдаче в эксплуатацию в 2009 году новая башня будет самым высоким в Северной Америке жилым домом на 472 квартиры. Кроме того, там разместятся гостиница Trump International Hotel на 225 номеров, 50 тыс. кв. футов торговых площадей, стоянка на 868 машино-мест, ресторан, спа-салон, вестибюли и променады. Башня, выросшая на берегу реки Чикаго, является одним из основных проектов на побережье в центральном деловом районе, в котором используются все выгоды подобного местоположения, в том числе трехуровневый широкий променады, нисходящий прямо к реке. Не исключено, что это будет способствовать организации пешеходного сообщения между проспектом Michigan Avenue и улицей State Street, поскольку людям будет где собираться в районе набережной. Башня, стоящая так, что в реке видно ее отражение, неплохо дополняет вид окрестностей. Близлежащие здания составляют вместе с башней некую уступчатую панораму. С востока это здание Wrigley, с запада – комплекс Marina City и жилая башня. Еще одним уступом с восточной стороны, который сравним по высоте с Trump Tower, выглядит здание компании IBM.

Руководитель проекта Ричард Ф. Томлинсон Второй отмечает, что главной градостроительной задачей было сделать комплекс по-настоящему уместным: «Гибкость – это ключ к успеху в жилой или смешанного назначения архитектурной среде. Если здание устроено как надо, оно найдет свое место на рынке. И наша башня такова».

Skidmore, Owings and Merrill



www.mosbuild.com

Главная выставка года
31 марта - 3 апреля 2009

MosBuild 
Москва, ЦВК «Экспоцентр»

 building materials & equipment
Строительные материалы и оборудование

- Строительная химия
- Сухие смеси
- Кровельные материалы, конструкции для крыш
- Изоляция
- Фасадные материалы
- Строительные леса
- Опалубка
- Лесо-, пиломатериалы
- ПВХ материалы, оргстекло
- Сэндвич-панели
- Профнастил, металлоконструкции
- Цементы / бетоны и оборудование
- Кирпич, строительные блоки
- Промышленные / наливные полы
- Системы водоотвода и дренажа
- Быстровозводимые конструкции
- Станки и оборудование
- Тара, упаковка, сетки, пленка
- Строительная техника
- Безопасность труда в строительстве
- Строительные услуги

В рамках выставки – консультации по проектированию и строительству загородных домов от ИД «Красивые Дома». Получить дополнительную информацию Вы можете на официальном сайте выставки www.mosbuild.com.

Организаторы:
 ITE
Москва: +7 (495) 935 7350
Лондон: +44 (0) 20 7596 5000
www.mosbuild.com

Информационная поддержка:
 Красивые дома

При содействии:
 ЭКСПОЦЕНТР



Город без автомобилей

Студия Timelinks разработала концептуальный проект экогорода в дубайском районе Cityscare Dubai. Расположенная в Дубае фирма предлагает решение проблемы вредных выбросов, связанных с ростом населения в крупных городах стран Персидского залива и, как

следствие, возникновения дополнительной нагрузки на окружающую среду и инфраструктуру. «Зиккурат» (Ziggurat) – это город-пирамида, который представляется его создателям «экологическим городом будущего» и предназначен для размещения сообщества численностью

до миллиона человек на площади, составляющей всего десятую часть от необходимой для такого количества людей при традиционном градостроительстве. В здании будут парки, каналы и пруды с климатическими зонами, где чем выше, тем прохладней. Объединенная транспортная система в пределах Ziggurat позволит сократить показатели выбросов CO₂ в 4 раза (только в Дубае автомобили выбрасывают в атмосферу около 2 млн тонн CO₂ в день). Пути сообщения будут взаимосвязаны в трехмерной транспортной сети, поэтому можно будет вполне обойтись без машин. Биометрическая система обеспечит безопасность с помощью технологии распознавания

лиц. Ридас Матонис, управляющий Timelinks, подчеркивает: «Выхлопы промышленных городов в окружающую среду в наши дни составляют миллиарды тонн CO₂. Среда в комплексе Ziggurat будет безавтомобильной, а транспортная система будет питаться энергией солнца, ветра и пара. По нашим оценкам, выброс углеродистых соединений в пределах города может быть радикально сокращен – примерно в 10 раз».

Timelinks уже запатентовала проект и технологии, которые в нем применяются, и обратилась к Евросоюзу за субсидией на техническую проработку проекта.

Timelinks



Новый прибрежный район для России

Спроектированный компанией Oncuoglu Architecture «Волгопарк-Центр» на юге Волгограда представляет собой объединение городской и природной среды. Проект состоит из комплекса зданий, расположенных вокруг прогулочной зоны набережной – «Променада», которая является центральным элементом всей застройки. Комплекс раскинется в месте слияния Волго-Донского канала и Волги, что позволит извлечь наибольшую выгоду от соседства с естественной средой. Генеральный план предполагает multifunctionality объекта, состоящего из различных элементов, размещенных вдоль протяженной оси променада.

Гармоничное сочетание зданий и природного ландшафта должно придать своеобразие городу. Для Красноармейского района на юге Волгограда комплекс непременно станет местом притяжения жителей города. «Волгопарк-Центр» состоит из «Волгопарк-Променада», торгового центра «Волгомолл», жилой башни «Волгопарк», бизнес-центра «Волгопарк Плаза» с некоторым



количеством торговых площадей, а также спортивного центра.

«Волгомолл» устроен по принципу «поход по магазинам или на выставку». Сложность городской среды выражена как во внешнем виде зданий, так и в их интерьерах. Архитектурные особенности сооружений связаны с существующим ландшафтом, и это сочетание делает застройку центром общественной жизни.

Основной жилой части станут два объединенных между собой высотных корпуса. При ориентации зданий, в частности, учтены естественные факторы, такие как освещенность солнцем и т.п. Дома состоят главным образом из жилых апартаментов, тем не менее нижние этажи отданы под магазины.

Бизнес-центр «Волгопарк Плаза» спроектирован пятиэтажным с подземной автостоянкой, магазинами на первом этаже и офисами, расположенными выше.

Oncuoglu Architecture-Planning

13 – 16 АПРЕЛЯ

Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»
Павильоны №1, №5, №8

mips 2009

Protection, Security & Fire Safety



- Технические средства обеспечения безопасности
- Охранное телевидение и наблюдения
- Пожарная безопасность и аварийно-спасательная техника
- Защита информации. Smart-карты. Банковское оборудование

www.mips.ru

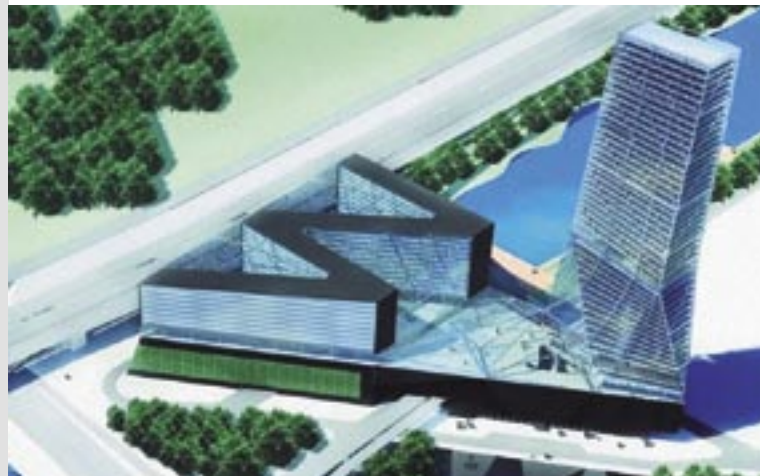
15-я Международная выставка и конференция ОХРАНА, БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА

Экспозиции и новые разработки более 300 компаний из 22 стран мира: Австрии, Австралии, Германии, Испании, Израиля, Нидерландов, Латвии, Литвы, Турции, Франции, Японии, Украины и др.

Национальные стенды Великобритании, Италии, Китая, Кореи, Тайваня, Финляндии.



Для получения именного пропуска на выставку – зарегистрируйтесь по ссылке <http://www.mips.ru/visitors/>



Башня на берегу Днепра

Il Ponte – один из двух новейших архитектурных проектов, представленных в Киеве миланскими архитекторами из Studio & Partners компании-застройщику Terra Development. Il Ponte – честолюбивый проект общей полезной площадью в 250 тыс. кв. м – будет включать в себя офисы, торговые точки, культурно-развлекательные учреждения и гостиницу. Основной объект

этого комплекса на берегу Днепра – 180-метровая башня, которая станет главным ориентиром и символом всей застройки, врезающейся в центральную часть города с юго-запада. Проект, созданный в сотрудничестве с ARUP, задуман как единое целое с речной экосистемой, что позволит максимально использовать ее потенциал.

Задача размещения на относительно небольшом участке стоянки для 4 тыс. машин решена устройством обширного подиума над железнодорожной и автомобильной развязками. На верхней части этой платформы будут разбиты сады, чтобы облегчить и сделать максимально приятным перемещение людей между офисной и гостиничной частями комплекса. Эта «зеленая» часть застройки накрыта прозрачным сводчатым навесом, который формирует анфиладу атриумов, где в любое время года будет поддерживаться постоянный микроклимат, что должно снизить расходы на отопление и охлаждение близлежащих зданий. Этажи офисных пространств представляют собой нескончаемую извилистую ленту 15-метровой ширины, где условия будут отвечать европейским требованиям по естественному освещению и вентиляции, учтут такие факторы, как ориентация помещений и вид из окон. Гостиница в плане похожа на треугольник с гранеными поверхностями, что выглядит по-настоящему современно и символизирует комплекс в целом. Башня находится среди зданий магазинов, ресторанов и кафе, строений делового центра, что обещает сделать Il Ponte местом, куда ведут все дороги в стране.

Studio & Partners



БИТВА ЗА ВЫСОТУ

Обнародован многомиллиардный проект Nakheel Tower, превосходящий по высоте головокружительный Burj Dubai. Проект башни высотой более километра создан отделом застройки крупнейшей инвестиционной компании Nakheel. Как и в случае с Burj Dubai и другими зданиями-рекордсменами, высота готовой башни держится застройщиками в строжайшей тайне, чтобы кто-то другой не отнял пальму первенства. Единственное, что в Nakheel согласились подтвердить, так это то, что по проекту высота башни превышает километр.



Национальный колорит

38-этажная резиденция Управления Абу-Даби по инвестициям (Abu Dhabi Investment Authority – ADIA) будет возведена в плотно застроенном районе Corniche, протянувшемся по побережью Персидского залива. Национальный колорит вроде наполненных парусов и зыбучих песчаных дюн стал прообразом форм здания. Его очертания должны решительным образом изменить панораму Corniche и Абу-Даби в целом.

Заказчик пожелал, чтобы здание было открытым и гостеприимным, символизирующим стремление банка к прозрачности его деятельности. Проектное решение весьма незатейливо: вертикальная пластина, сложенная втрое, напоминающая руки, протянутые в приглашающем жесте.

Ячеистые офисные пространства со свободной планировкой позволяют проводить собрания и прочие мероприятия, предполагающие взаимодействие большого количества людей. В двух крыльях здания будут располагаться светлые офисные помещения, свободная планировка которых даст возможность вести доверительные беседы. Для неформальных встреч предназначены озелененные центральные атриумы с зимними садами как дань исламской традиции. Атриум, как будто парящий на высоте в 150 м, также служит некоей вытяжной трубой. Здание вполне устойчиво ко внешним воздействиям. Его «активный» фасад состоит из трех слоев: внешнее двойное остекление, одинарное внутреннее остекление, а также солнцезащитная



кулиса в полости между внешним и внутренним остеклением. Такое устройство обеспечивает высокий коэффициент затенения и теплоусвоения, что снижает нагрузки, связанные с охлаждением помещений.

В архитектуре здания резиденции слышатся отголоски многовековой истории исламского зодчества. Его стройная ступенчатая башня как будто шепчется с тонким минаретом расположенной рядом мечети – трогательная связь традиций и современности.

Kohn Pedersen Fox Associates



Две сотни этажей венчает некий изогнутый экзоскелет, напоминающий перо авторучки, и, если верить слухам, конструкция вознесется аж на 1140 м. Стройплощадка займет около 270 га. Здание станет домом для 55 тыс. человек и рабочим местом для 45 тыс., а количество посетителей за год будет исчисляться миллионами. Инфраструктура здания поражает воображение: одних только лифтов будет более 150. Создание башни – задача не из легких даже для самых искусных инженеров.

Комплекс Nakheel Tower включает в себя четыре отдельные башни на едином основании, соединенные на разных уровнях многочисленными мостами. Оно будет иметь характерную для этих мест форму полумесяца и добавит метров и без того высокому строению. Кроме того, будет построена большая пристань для яхт как современное воплощение античной Александрийской бухты.

Многомиллиардную застройку получил Султан Ахмед бен Сулайим, председатель компании Dubai World. Помещения площадью 250 тыс. кв. м будут отведены под гостиницу, 100 тыс. кв. м займут торговые площади, кроме того, немало места будет отведено под зеленые насаждения, в том числе аллеи, парки и прочие объекты ландшафтного дизайна. Башня, расположенная в центре Дубая на пересечении улицы Sheikh Zayed Road и канала Arabian, при-



звана дополнить окружающую застройку Jumeirah Park и Discovery Gardens.

С точки зрения дизайна архитекторы старались руководствоваться не просто исламской традицией, а целым комплексом исламских представлений об устройстве, инновациях, разнообразии, совершенстве, развитии и прогрессе: «Эти принципы были направляющей и движущей силой многовековой исламской культуры. Вот и теперь они вдохновляют создание городов будущего», – говорит Султан Ахмед бен Сулайим. Чтобы добиться этого, архитекторы обращались к мотивам величайших исламских городов прошлого, таким как сады в Альгамбре (Испания), Александрийская бухта в Египте, мосты в иранском Исфахане и т.п.

Экологичность и безопасность – ключевые понятия, характеризующие проект башни вкупе с современными стандартами и передовыми технологиями.

Осуществление проекта не представляется таким уж несбыточным. Nakheel уже открыла офис продаж, а на стройплощадке вовсю кипит работа. У организации-застройщика, принадлежащей государству, есть деньги, поэтому там полны решимости превзойти главных конкурентов из компании Emaar, строящей башню Burj Dubai и уже готовящейся к внесению ее в Книгу рекордов Гиннесса.

Nakheel



Shanghai World Financial Center

SIMPLY THE BEST



Советом по высотным зданиям и городской среде обитания (СТВУН) названо лучшее высотное здание года – им стал Shanghai World Financial Center.

Победителями в номинации «Лучшие высотные здания» по каждой из четырех географических областей – Америка, Европа, Ближний Восток/Африка и Азия/Австралия – стали The New York Times Building, Нью-Йорк; 51 Lime Street, Лондон; Bahrain World Trade Center, Манама; Shanghai World Financial Center, Шанхай. Следует отметить, что все здания, получившие столь высокое признание, проектировались и строились с учетом современных требований по использованию экологически чистых материалов и технологий, а также имеют хорошие показатели по энергосбережению.

Здание The New York Times Building, построенное по проекту Ренцо Пьяно совместно с FXFOWLE Architect, введено в эксплуатацию в июне 2007 года. 52-этажный небоскреб вызвал неоднозначную реакцию, однако, как признают все критики, в нем удалось создать новый стандарт офисного пространства, плавно переходящего в пространство города. При проектировании и строительстве здания учитывались современные требования по экологичности и экономичности проекта. В солнечный день 320-метровая башня выглядит светло-серой и ее почти призрачный, легкий объем в манхэттенском ландшафте словно метафора существования традиционной большой газеты в эпоху стремительного развития информационных технологий.

51 Lime Street спроектировано известным британским архитектором Норманом Фостером. 125-метровое офисное здание введено в эксплуатацию в апреле 2008 года. Эту постройку также отличает соответствие экологическим требованиям.

Здание состоит из двух отдельных объемов, соединенных внизу. Вогнутый фасад меньшего объема образует площадь с закругленными краями, которые увеличивают обзор, а также восстанавливают исторически сложившийся путь следования через место застройки. Расположенные внизу магазины, кафе и бары в сочетании с рядами лавочек и зелеными насаждениями формируют общественное место.

Bahrain World Trade Center состоит из двух башен по 240 м, зеркально отражающих друг друга. Это первый небоскреб с интегрированными в дизайн ветряными

турбинами. Три массивных турбины, каждая 29 м в диаметре, расположены между двумя башнями комплекса. Удачное расположение турбин и уникальный с точки зрения аэродинамики проект башен позволяют максимально использовать мощность ветров, дующих из Саудовской Аравии. Это позволит обеспечить от 11 до 15% необходимой зданию электроэнергии. Новые башни-близнецы разработаны архитектурным бюро Atkins совместно с компанией Ramboll. Создатели по праву считают, что их амбициозный проект задаст моду и станет прототипом для аналогичных сооружений в будущем.

Shanghai World Financial Center сдали в эксплуатацию позже всех, в августе этого года. Он построен по проекту бюро KPF. В здании 101 этаж, 93 лифта и уни-

кальная система качающихся амортизаторов, которые способны удержать конструкцию при любом землетрясении и даже, как говорят, могут вынести удар самолета. Небоскреб стал не только самым высоким в КНР, но и является зданием с самым высоким «рабочим» этажом (474 м) и с самым высоким уровнем перекрытий (487 м). Здесь же расположился самый «высокий» отель, его номера занимают с 79-го по 93-й этаж. С 100-го этажа башни можно полюбоваться пейзажами на берегах реки Пуцзян. Shanghai World Financial Center уже стал новой достопримечательностью Шанхая

Подробнее об архитектурных и конструктивных особенностях этих зданий мы расскажем на страницах нашего журнала. ■



51 Lime Street

Bahrain World Trade Center



The New York Times Building



ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Подвел итоги XVI Международный фестиваль «Зодчество», который традиционно прошел в центральном выставочном зале «Манеж» с 17 по 19 октября. Девизом этого фестиваля стала тема «Исторический город и новая архитектура».

Как всегда гости получили возможность ознакомиться с работами российских и зарубежных архитекторов, дизайнеров, проектных, производственных и строительных организаций и компаний, архитектурных бюро и студий, персональных мастерских, студентов архитектурно-строительных учебных заведений, учащихся архитектурно-художественных школ и студий. Свои достижения в области архитектуры и градостроительства представили многие регионы и города России.

В программу фестиваля вошли разнообразные тематические смотры-конкурсы и выставки, в которых приняли участие 18 регионов и 43 города. Жюри было представлено 245 работ, каждая из которых рассматривалась с точки зрения культурной ценности.

Прошли дискуссии по актуальным проблемам современного зодчества и градостроительства, их общественной значимости, взаимоотношений архитекторов с органами власти. Провел свой мастер-класс Даниэль Либерскинд, один из главных архитекторов современности, создавший самые амбициозные проекты десятилетия. Главный архитектор Барселоны Хосе Асебельо посвятил свою лекцию сохранению архитектурных памятников и инновациям – противоречащим друг другу факторам современного градостроения. Чешский архитектор Олег Хаман рассказал о том, как можно совместить визуальную целостность исторического города с современными высотными зданиями.

И как всегда были названы наиболее интересные проекты и постройки, а также вручены призы. Премии «Хрустальный Дедал» получил творческий коллектив под руководством Сергея Гнедовского за здание театра «Мастерская Петра Фоменко».

Медали «За высокое зодческое мастерство» получили Маргарита Гаврилова, Сергей Гнедовский, Михаил Мамошин, Михаил Хазанов, Владимир Юдинцев и Никита Явейн.

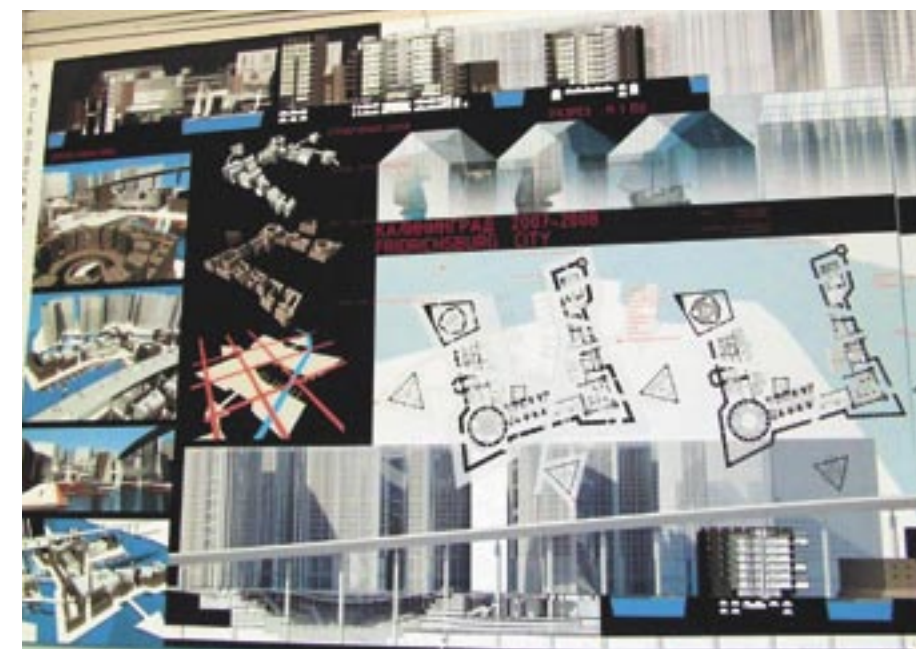
Золотые дипломы за постройки получили «Дом у моря» Евгения Герасимова / Сергея Чобана и станция «Строгино» Метрогипротранса. Серебряных дипломов

удостоились «Живописный мост» Николая Шумакова (Метрогипротранс), реставрация «Кузьминок», конгресс-холл республики Башкортостан. «Бронзу» присудили горнолыжной «трубе» – центру всепогодных видов спорта в Красногорске Михаила Хазанова, а также зданию Владимира Юдинцева на Цветном бульваре, построенному на месте снесенного доходного дома, и многофункциональному комплексу на ул. Академика Павлова в Петербурге Михаила Мамошина. «Золото» по разделу «Проекты» получили многофункциональный комплекс на Пушкинской площади Андрея Бокова, Дмитрия Подъяпольского и других и «Михайловская дача» Никиты Явейна. Третьим среди золотых дипломов был назван дом в селении Бардзикау в Алании – реконструкция горной аланской усадьбы с башней архитектурной студии «Стиль». «Серебра» за проекты удостоили: «Золотую милю в Анапе» архитектора Сергея Орешкина из Петербурга, апартаменты в Геленджике Вячеслава Богачкина и проект реставрации московского Опекунского совета. «Бронзы» – генплан Петрозаводска, сделанный архитекторами из Петербурга, жилой комплекс в Петербурге Земцова/Кондаина и проект реставрации храма X века в поселке Бзыбь в Абхазии.

Среди мастеров золотые дипломы получили «А-Лен» и НИИПИ Генплана. Серебряный диплом достался бюро «Архиграф» Максима Чернина и Моспроекту-4 Андрея Бокова.

Золотого диплома удостоился и Нижний Новгород – «За противодействие административному и финансовому давлению на историческое наследие города». Москва тоже получила награду за активную позицию по сохранению исторического облика. Правда, с оговоркой, что диплом выдан авансом.

«В районах новой архитектуры люди гулять не ходят, туда не ездят иностранцы, все смотрят наше наследие, наше культурное достояние. Потому, конечно, этот диплом был небольшой наградой. Все-таки работы большие ведутся, здесь представлено много реставраторов, но этот строительный маховик еще предстоит остановить», – подчеркнул президент Союза архитекторов России Юрий Гнедовский.



В рамках фестиваля проводились конкурсы студенческих работ на лучшую концепцию и эскиз-идею, развивающие тему встраивания современных архитектурных элементов в историческую ткань центра города. Симпатии жюри завоевали проекты, выполненные для Калининграда – это трое из четырех победителей. Золотой диплом получила Ольга Яцук за проект спортивно-развлекательного комплекса «Площадь Вагнера», серебряный – Варвара Домненко за проект комплекса «Гостиница Гофмана» и реконструкцию территории восточнее Альтштадта, специальный приз жюри – Евгения Яцук за проект водного туристического комплекса в структуре воссоздаваемого центра Калининграда.

Прошедшее «Зодчество» показало, что профессиональное сообщество, как всегда, щедро на идеи, более того – звучали конкретные предложения. Так что теперь, похоже, для решения проблемы сохранения исторической среды городов осталось договориться с властью. ■

На снимках: посетители знакомятся с экспонатами; выступление Даниэля Либерскинда; выставочный стенд

ИСПОЛИНЫ ИСПАНИИ



Испания – страна с древней историей и обостренным чувством гордости за все национальное, будь то живопись или еда, архитектура или футбол, литература или коррида. Любое самобытное достижение испанского происхождения вызывает в стране неподдельный энтузиазм, а привнесенные интернациональные традиции получают новые импульсы и окрашиваются в новые тона в результате соприкосновения с богатейшей испанской культурой.

Не является исключением из правил и такая национальная сфера деятельности, как высотное строительство. Даже неодушевленные небоскребы из стекла и металла в Испании приобретают частичку местного колорита, пропитанные жарким испанским солнцем и проникнутые духом гордых наследников великой империи. Как во всякой империи, внутри страны большое значение имеют особенности местной национальной традиции. Везде, где только возможно, подчеркивается отличие валенсианских традиций, скажем, от того, что принято в Севилье, Кордове или Гранаде. А уж постоянное соперничество Каталонии и Кастилии, с прославлением и возвышением столиц, не способны примирить никакие идеи глобализации нынешнего унифицированного времени.

Высотные здания, как никакие другие, особенно хорошо подходят для реализации амбициозных

разрушили многие красивые, в том числе и высотные, здания. Поэтому при строительстве новых кварталов испанцы проявляли достаточную осмотрительность и осторожность, стараясь не оплошать совсем уж радикальных замыслов. Испанские города практически миновала повсеместная мода на клонирование офисных стеклянных призм «в стиле Миса» конца 1960–1970-х годов. Поскольку появление небоскребов всегда представляет собой некоторый конфликт со сложившейся городской тканью, то новое высотное строительство в Мадриде тоже было вынесено за пределы исторического центра.

Большие спортивные события играют значительную роль в формировании архитектурного облика испанских городов. В 1982 году, к моменту проведения в Мадриде чемпионата мира по футболу (FIFA World Cup), в городе была построена «Торре Эспанья» (Torrespaña). Эта конструкция из стекла и бетона (231 м), по

здания новых офисных гигантов наклоняются внутрь к центральной оси под углом 15 градусов. Фасадное решение дополнительно подчеркивает напряженное стремление к общему центру и одновременную устойчивость гигантской конструкции. Сплошное темное остекление фасадов как бы вставлено во внушительную светлую стальную раму, дополнительно делящую боковые фасады на три сегмента и фиксирующую строгую вертикаль. Обращенные друг к другу фронтальные, а также задние фасады, наоборот, диагональными полосами подчеркивают динамичность композиции. Разнообразие и выразительность образу 27-этажных зданий придает вкрапления вертикальных и горизонтальных полос красного цвета. Плоские кровли большой площади оборудованы удобными вертолетными площадками, а нижние этажи включают торговую зону и обширный паркинг. Общее нестандартное решение и лаконичная образность Puerta de Europa позволили говорить о появлении нового лица современного высотного строительства Мадрида.

В новом тысячелетии потребность в возведении высотных башен как эффективном инструменте для решения проблем интенсивно развивающегося города проявилась с новой силой. Как следствие, в начале 2000-х годов было принято решение о строительстве целого делового района из четырех высотных башен. Их возведение было запланировано рядом с уже упомянутыми наклонными «воротами» Мадрида в северной части города. Исторический центр Мадрида практически не содержит современных высотных зданий, а новый деловой район оказывается вынесен за пределы центра, но связан с ним главной осью. Все четыре небоскреба, строительство которых должно завершиться в текущем году, превысят отметку в 200 м и станут средоточием наиболее высоких зданий страны – Torre Espacio, Torre de Cristal, Torre Sacyr Vallehermoso и Torre Caja Madrid.

Заказчиком одной из башен выступил крупнейший банк Испании «Кайа Мадрид». Поэтому название нового офисного 55-этажного небоскреба, строительство которого началось в 2002 году, – Caja Madrid Tower. Перед бюро Нормана Фостера, разработавшего этот проект для испанской столицы, была поставлена задача не просто создать комфортное офисное пространство, но и продемонстрировать узнаваемый и запоминающийся образ, как в зданиях лондонского Swiss Re или франкфуртского Commerzbank. Новая башня должна впервые собрать всех сотрудников разрозненных офисов города вместе. Помимо обширных возможностей социальной сферы, внутри здания предусмотрены условия для экспонирования коллекции произведений искусства, принадлежащей банку.

Здание небоскреба «Кайа Мадрид» построено на бывшем участке мадридской железной дороги и развивает программу освоения этой территории как нового делового района. В качестве местных партнеров сэра Нормана Фостера выступили архитекторы Gonzalo Martinez Pita-Copello и Javier Martin Minguez. Образ небоскреба, предложенный английским архи-

тектором, действительно заметно отличается от своего окружения и обладает легко запоминающейся трехчастной структурой, как бы обрамленной гигантским светлым бетонным контуром. Темные стеклянные блоки, вставленные внутрь этой рамы, демонстрируют статичную монументальность, что вовлекает в диалог не менее монументальные, но стремительно напряженные объемы «Ворот Европы». С другой стороны, фостеровская башня выглядит более материально на фоне трех остальных почти «хрустальных» башен.

На первом этаже предусмотрена возможность сквозного прохода по улице через здание. Само внутреннее пространство 22-этажного стеклянного атриума небоскреба рассматривалось архитекторами как своеобразная гигантская арка, средоточие связей между офисными пространствами этажей. Организация пространств на самих этажах допускает

Torre Espacio, Torre de Cristal, Torre Sacyr Vallehermoso и Torre Caja Madrid



Torre de Valencia



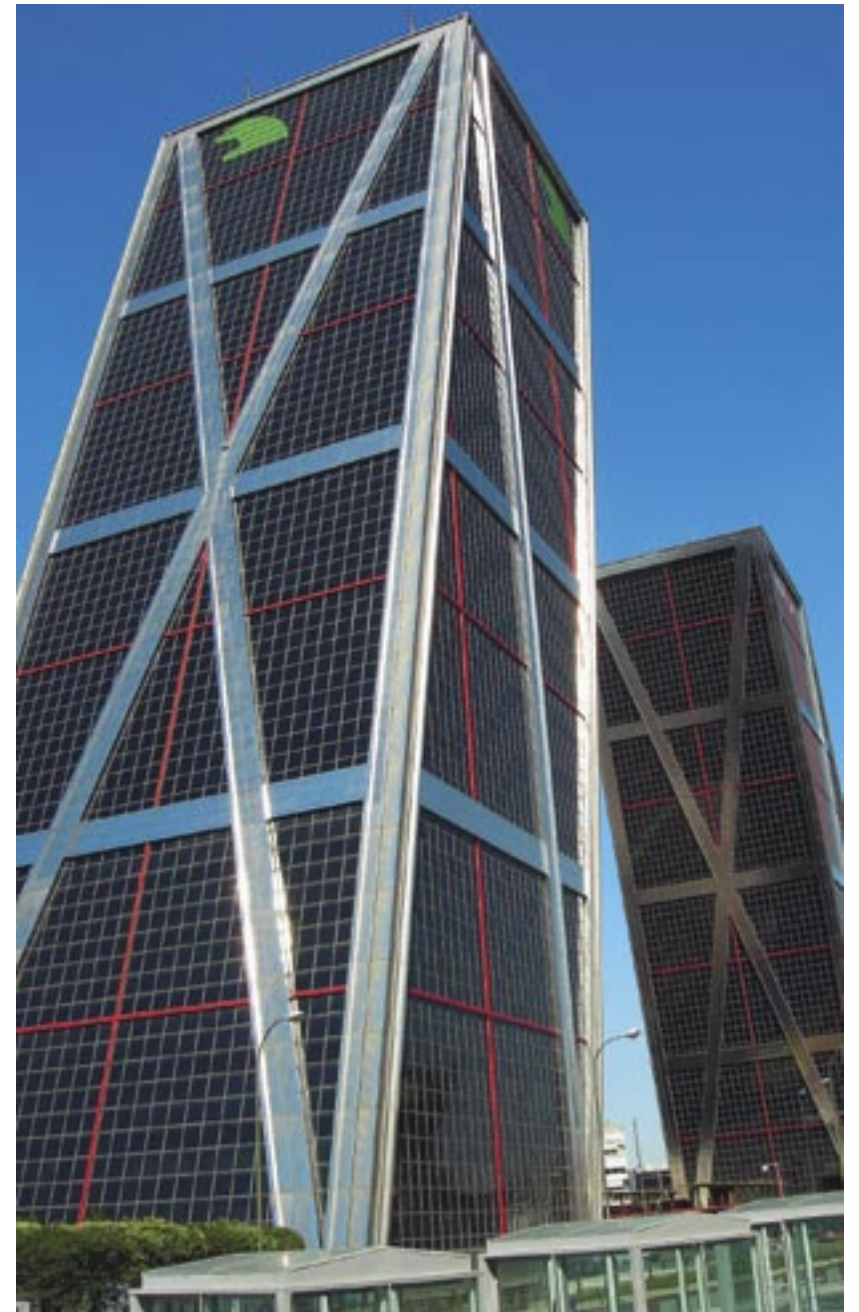
замыслов соперничающих городов. Поэтому не удивительно, что в Мадриде, главном городе Кастилии, административном и экономическом центре всей Испании, периодически возникает интерес к проблеме высотного строительства. В XX веке строительство небоскребов в Мадриде проходило, как и в большинстве европейских стран, в несколько этапов.

Как и полагается настоящей имперской столице, Мадрид обладает самыми разноплановыми архитектурными памятниками. Высотный рельеф исторического центра города составляют колокольни и башни дворцов, выполненные в различных исторических стилях. Барочные формы собора Сантьяго де Компостелла, не менее вычурные башни построек в затейливых формах стиля «мануэлино» спорят с аскетичными башнями Эскориала. Однако гармоничные напластования эпох в застройке города понесли значительные утраты в XX веке: бомбардировки во время гражданской войны сильно

существу, является телекоммуникационной башней, выстроенной по заказу ведущего телеканала Telemadrid. Благодаря постановке на относительно низком участке сооружение не довлеет над окрестными кварталами, но хорошо читается на общей панораме города. Из-за своей формы, напоминающей традиционное испанское лакомство, здание получило прозвище «леденец».

Бурный экономический рост Испании в 1990-х годах привел к необходимости строительства множества офисных зданий, жилья и объектов инфраструктуры. Весьма нестандартным и чрезвычайно масштабным ответом на новые запросы общества оказалась идея постановки своеобразных «ворот Мадрида». Проектирование новых парных высоток комплекса Puerta de Europa муниципалитетом заказан титулованным американским архитектором бюро Burgee & Johnson, а ведение проекта с испанской стороны осуществляли архитекторы Dominigues и Martin. Поставленные с двух сторон от проспекта Paseo de la Castellana,

Edificio Espana



Puerta de Europa



Museo Reina Sofia



Вид Мадрида

значительную степень свободы и легкость переоборудования единого пространства в 1200 кв. м. Ранее подобная тактика создания цельного пространства этажа в офисных зданиях применялась архитекторами бюро в штаб-квартире Hongkong Bank. Подземное пространство башни также имеет несколько уровней и активно используется – помимо паркингов там будут небольшие магазинчики и т.д. Новое здание будет содержать фасадные системы, блокирующие попадание прямых солнечных лучей по оси восток-запад, но с него будут открываться прекрасные виды как на север, на холмы Сьерра де Гуадаррама, так и на юг, на исторический центр Мадрида.

Здание соседней Torre Sacyr Vallehermoso представляет собой разительный контраст с фостеровским творением. Выполненная по проекту испанских архитекторов Rubio & Alvarez-Sala, эта 58-этажная башня являет собой торжество округлых линий и форм. Элегантная и лаконичная овальная постройка темного стекла поднимается над окружением на 236 м. В отличие от Torre Caja Madrid, в ней будут как офисные, так и жилые помещения. Две остальные башни сопоставимы с упомянутыми по высоте, но имеют более сложные формы стеклянных фасадных поверхностей.

Несмотря на более чем двухтысячелетнюю историю, Барселона не обладает таким уж огромным количеством архитектурных памятников. Здесь, как, например, в Стамбуле, гораздо больше виртуальной истории, чем ее физических следов в пространстве города. Тем более интересными оказываются постройки относительно недавнего времени.

Вопросами выделения самобытности каталонской столицы средствами архитектуры был чрезвычайно озабочен еще великий Гауди. Все его творчество было направлено на создание неповторимого образа Барселоны, как в небольших домиках для частных заказчиков, так и в главной работе всей жизни – кафедральном соборе города Sagrada Família. И уж большей самобытности, чем в этом грандиозном соборе, устойчиво встраивающемся в рамки национальной традиции в высотном строительстве, просто трудно представить. Начатый еще в 1882 году, он

строится на частные пожертвования по сей день, и его завершение планируется не раньше 2026 года (срок строительства сопоставим со сроками возведения средневековых соборов европейских городов). И хотя сегодня 172-метровый собор уже не является самым высоким сооружением Барселоны, его художественное первенство по-прежнему неоспоримо.

Интерес к архитектуре ар-деко в 1930-е годы не оставил в Испании значительных примеров высотного строительства. Практически единственное сохранившееся сооружение, превышающее 100-метровую отметку, – это ажурная стальная башня Жуама I (Torre Jaume I), построенная в 1931 году по проекту архитектора Карлоса Богиоса (Carlos Boigas). Являясь по существу техническим пилоном для поддержания трамвайных линий, башня считается второй по высоте (107 м) в Испании структурой подобного рода. В дополнение к основным функциям она обладает небольшой смотровой площадкой.

В период особенного увлечения высотными призмами модернизма 1970-х Барселона обзавелась 110-метровой офисной башней Edifici Colom (1970), однако дальнейшее высотное строительство было продолжено уже десятилетиями позже.

1992 год во многом оказался знаковым для совре-

менной истории всей страны и Барселоны в частности. Масштабные празднования 500-летнего юбилея открытия Христофором Колумбом американского континента подвигли испанцев на качественно новые свершения в самых разных областях. Во многом поэтому Барселона получила право на проведение XXV летних Олимпийских игр, а Севилья стала местом проведения очередной международной выставки «Экспо». Именно серьезнейшая подготовка к этим событиям позволила говорить о новом равноправном включении Севильи и Барселоны в контекст мировой современной архитектуры.

Надо отметить, что использование международных выставок в качестве стимула для нового витка развития городов практиковалось в Испании с завидной регулярностью. Первая Всемирная выставка прошла в Барселоне уже в 1888 году (место проведения – парк Цитадели), а следующая – в 1929 году. Гражданская война и ее последствия отодвинули на второй план градостроительные и архитектурные поиски испанских зодчих. Однако это не помешало стране обзавестись во второй половине XX века мощной национальной школой современной архитектуры, отдельные представители которой выросли до уровня общепризнанных мировых звезд, как, например, La Sagrada Família



Риккардо Бофил и Энрико Миралес, Рафаэль Монео и Сантьяго Калатрава. Возможно, именно чувство оправданной гордости за собственную национальную традицию в области современной архитектуры и объясняет легкость приглашения иностранных архитекторов к работе над многими значительными проектами.

Необходимость преобразований городской среды под нужды заявленных мероприятий – выставки «Экспо» и летней Олимпиады – инициировала претворение в жизнь значительных градостроительных замыслов. И если опыт Севильи в основном не коснулся создания новых высотных объектов, то на отдельных примерах каталонского опыта следует остановиться подробнее. (Условно высотной структурой в рамках преобразования Севильи к «Экспо» можно

считать только мост Alamillo через Гвадалквивир, возведенный по проекту Калатравы к 1992 году.)

Олимпиада 1992 года стала колоссальным развивающим импульсом для каталонской столицы. Программа подготовки предполагала строительство отдельных сооружений в непосредственной городской ткани центра и отдельно – возведение и последующее перепрофилирование Олимпийской деревни вдоль побережья на окраинах.

Высотные объекты в рамках преолимпийского преобразования города 1990-х стали одной из важнейших тем. Заказчиком новой телекоммуникационной башни «Торре дель Кольсерола» выступил муниципалитет города. Бюро сэра Нормана Фостера выиграло конкурс на ее проектирование в мае 1988 года, а строительство было осуществлено в 1990–1992 годах. С тех пор построенное здание справедливо преподносится в путеводителях как самое высокое здание в городе и одно из наиболее элегантных технических сооружений подобного рода. Помимо архитектурных достоинств башня является уникальным инженерным сооружением: поддерживаемая шестью стальными тросами, при значительной высоте участка – 448 м над уровнем моря, она очень устойчива. Верхние тросы башни сделаны из специального волокна, не проводящего электричества, что позволяет не ограничивать передачу телевизионного сигнала. Центральная часть состоит из 13 слегка скругленных наружу треугольных этажей диаметром в 25 м, условно «надетых» на тонкий (4,5 м) ствол башни. В 135 м от основания башни для посетителей предусмотрена смотровая площадка, откуда открывается прекрасный вид на город и окрестности каталонской столицы. 288-метровая башня привнесла в городской ландшафт Барселоны изящество фирменного фостеровского хай-тека, удивительным образом впитавшего в себя горделивый дух испанских первооткрывателей, приняв эстафету господства уникальной авторской манеры архитектора над общей застройкой города.

Соперницей «иностранной» башни стала работа архитектора из Валенсии с не менее громким архитектурным именем – Сантьяго Калатравы. Телекоммуникационная башня «Монжуик» стала одним из национальных символов олимпийского духа Барселоны-1992. По замыслу мастера над городом взметнулась ослепительно белая фигура высотой 136 м, одновременно простая и изысканная. Основная вертикаль башни наклонена под углом 17 градусов в сторону города, а полусферическая корона в верхней части довершает некоторую антропоморфность образа. Во время проведения Игр башня служила для обеспечения радиотрансляций и быстрой мобильной связи, но после их окончания перестала использоваться по назначению и сегодня представляет собой скорее изысканный архитектурный монумент.

Кроме телекоммуникационных башен, построенных к Олимпиаде, в начале 1990-х годов в Барселоне были сданы в эксплуатацию еще два небоскреба: Hotel Arts и Torre Mapfre. Оба здания имеют практически одинаковую высоту (154 м), но существенно



Gas Natural



Marina village



Hotel Hilton, Valencia

различаются как по характеру фасадных решений, так и по функциональному насыщению. 43-этажный отель «Артс» содержит 600 роскошных номеров. Однако их нынешний вид – результат реконструкции 2006 года. Фасады отеля с колоритными металлическими структурами вокруг стеклянного прямоугольного объема были закончены только в 1994 году, уже как часть программы по реконструкции каталонской столицы, и получили высокую оценку в профессиональной архитектурной среде как яркий пример структурного экспрессионизма. Проектирование этого небоскреба на набережной Барселонетты осуществили специалисты из авторитетной международной компании Skidmore, Owings & Merrill. Со строительством в 2002 году отеля «Гранд Марина» мэтром современной мировой архитектуры Ио Минг Пейем «Артс» утратил свою монополию на позиции лучшего и самого престижного современного отеля Барселоны.

Вторым небоскребом района Олимпийского порта стала офисная башня «Мапфре». На фоне этих высотных зданий особенно игриво смотрится гигантская рыба – фантазия знаменитого американца Френка Гэри, служащая входом на известную городскую дискотеку. Свое название башня «Мапфре», расположившаяся рядом с отелем «Артс», получила, как это часто бывает, по имени компании – первого владельца. Асимметричный объем этого сооружения имеет наклонную ступенчатую структуру фасадов, обращен-

ных к соседнему отелю. По своему назначению башня многофункциональна, на 40 ее этажах располагаются и офисы, и жилые апартаменты, а на своеобразной «короне» кровли оборудована самая высокая в городе вертолетная площадка.

Отдельной темой в разговоре о современной архитектуре Испании стоит выделить испанские постройки иностранных архитекторов. Их деятельность в этой стране можно признать весьма успешной. Помимо уже упомянутых работ Фостера и Джонсона, Ио Минг Пейя, Араты Исодзакки (Дворец спорта Сан-Жорди, 1985–1990) и Кензо Танге над спортивными олимпийскими объектами Барселоны, Ричарда Майера над Музеем современного искусства Барселоны (1988–1995), работа Френка Гэри (Frank Gehry) в Бильбао оказалась судьбоносной для развития всего города. Сформировался даже так называемый «эффект Бильбао». Подразумевается узнавание образа города и его успешное развитие после постройки знаменитого Музея современного искусства Гуггенхайма (Guggenheim Museum Bilbao). Продолжение опыта сотрудничества в приглашенными иностранными архитекторами в последующие годы принесло Испании также немало интересных сооружений, в частности третье по высоте здание Барселоны – «Торре Агбар».

Значительным явлением архитектурной жизни Барселоны уже в 2000-е годы стало строительство небоскреба Torre Agbar (145 м) на площади Glories Catalanes по проекту титулованного французского

Torre Picasso





Torre Agbar архитектора Жана Нувеля (Jean Nouvel). С момента завершения работ в 2005 году и до сих пор высокотехнологичные фасады башни вызывают неослабевающий интерес. Собранные как «пазлы» (более 4500 открывающихся элементов), способные менять цветовой оформление поверхностей, специальные стеклянные фасадные панели, «одевающие» основную конструкцию из предварительно напряженного бетона, придают зданию черты скорее объекта виртуальной графики, чем реального массивного сооружения. Тепловые сенсоры на внешних сторонах стеклянных элементов позволяют автоматически регулировать степень их открытия и, соответственно, контролировать уровень естественной вентиля-

ции и текущие энергозатраты здания. Из 38 уровней четыре находятся под землей, а остальные имеют смешанное функциональное назначение: это жилые этажи и штаб-квартира компании Aguas de Barcelona – изначального заказчика сооружения. Небоскреб часто сравнивают с близким по форме зданием 30 St. Mary Axe Фостера в Лондоне. Однако барселонцы полагают, что их вариант более изыскан, красочен и разнообразен.

Кроме построек олимпийского цикла в Барселоне значительным проектом градостроительного масштаба можно назвать комплекс «Диагональ». Архитекторы Рафаэль Монео и Мануэль де Сола-Моралес осуществили весь проект в 1994–1997 годах. Формально комплекс является единым зданием с переменными высотами в отдельных частях, однако реально включает в себя офисы, гостиницу, несколько супермаркетов и торговых моллов, скверы и специальные пешеходные пространства, городской парк, конференц-зал, паркинги и дискотеку. При этом основной структурный объем спроектирован таким образом, что все многочисленные функции довольно органично уживаются в едином целостном фрагменте городской среды. Большая протяженность здания не нарушает впечатления соразмерности человеческому масштабу, несмотря на то что «Диагональ» занимает несколько кварталов и остается самым длинным зданием Барселоны.

Наиболее свежим примером строительства высотных объектов в Барселоне стало завершение строительства в 2008 году 115-метровой башни отеля Habitat Sky, несколькими годами ранее (2004) был закончен 109-метровый Hotel Princess BCN, завершающий список десяти наиболее высоких на данный момент зданий каталонской столицы.

Опыт последовательного преобразования столицы Каталонии, инициированного сугубо внешними факторами (Олимпиада), тем не менее привел Барселону к разработке и реализации комплексной градостроительной программы развития города. Разработанная по проекту Хосе Асебилю и последовательно воплощенная в жизнь, она получила высокую оценку и в профессиональных кругах, и у рядовых жителей города. В рамках этой программы город обзавелся целой серией новых парков, пешеходных площадей и променадов. Чтобы уменьшить контраст между новой Олимпийской деревней и историческими кварталами, М. Руисанчес и Х. Вендрел спроектировали парк «Поблену». Стилизованные пешеходные дорожки, цветущие деревья на фоне вполне современного дизайна уличных светильников и прочих малых форм позволили организовать художественные связи побережья с пляжами и исторической застройкой. Параллельно были созданы новые места отдыха: парк «Гава», рекреационный комплекс «Парк Ла Вал де Хеброн». Чуть позднее эта тенденция продолжилась в реконструкции променада и пляжей Барселонетты и создании парка «Эль Бесос». Испанские архитекторы заново связали прибрежную зону старого рыбацкого района с многочисленными ресторанами и клуба-

ми, появившимися здесь после Олимпийских игр. Внимание к комплексному решению градостроительных вопросов вообще характерно для испанских городов, однако именно барселонский опыт целостной реконструкции был отмечен наградой Королевского института британских архитекторов в 1999 году. (Royal Gold Medal от Royal Institute of British Architects впервые была вручена целому городу, а не отдельному проекту или архитектору.)

Возвращаясь к теме высотного строительства последних лет на территории остальной Испании, хотелось бы отметить следующее.

Среди высотных сооружений технического назначения небольшим, но очень интересным экземпляром следует считать маяк «Пунта Нарига» в Галиции. Хотя его высота не превышает 50 м, но стоящий на краю высокой скалы, выдающейся в море, он производит впечатление действительно высотного объекта. Будучи изначально техническим сооружением, маяк обладает формами и структурой объемов, присущими классическому небоскребу. Архитектор Сесар Портела (Cesar Portela) спроектировал очень элегантный трехчастный объем с развитым стилобатом

Поскольку в Испании удивительным образом переплелись самые разные культурные и религиозные традиции, это позволило национальной архитектурной школе легко сочетать постройки иностранных авторов с местной спецификой, параллельно успешно развивая собственные идеи и наработки. Олимпийские игры и всемирная выставка «Экспо»



Barcelona



Barcelona



Hotel Princess

и ажурным завершением, в стилистике постмодерна облицованный светлым натуральным камнем, с квадратными оконными проемами и лаконичными псевдо-историческими формами карнизов.

Отдельные запоминающиеся объекты современной архитектуры Испании становятся столь популярны, что периодически оказываются в сфере интересов кинематографистов. В середине 1990-х годов упомянутый музей в Бильбао стал знаковым фоном в начальных сценах очередного фильма бондианы, а мадридские башни «Ворота Европы» стали предметом особого внимания в комедии El día de la Bestia.

Завершая этот краткий обзор актуальной испанской архитектуры, хочется отметить следующее.

1992 года послужили отличным импульсом для развития всей испанской архитектуры. Появление множества интересных объектов способствовало популяризации имен испанской современной архитектуры во всем мире, а многие известные иностранные мастера и крупнейшие строительные компании продолжили сотрудничество с испанцами. Результатом этого сотрудничества стали новые яркие постройки на испанской земле – в частности, Музей «Домус» в Корунне (1995) Исодзаки и Портела или аэропорт в Барайе (Мадрид) Роджерса и Ламелы, получивший престижную премию British Stirling Prize в 1996 году, – а также повышение общего уровня качества архитектуры и строительства в стране. ■

САНТЯГО создатель скульптурных небоскребов

КАЛАТРАВА

Сантьяго Калатрава – архитектор, с самых ранних своих работ продемонстрировавший чрезвычайно яркое и индивидуализированное восприятие архитектурного пространства и образа зданий. Все его проекты и постройки обладают хорошо узнаваемым почерком, каждый раз по-новому показывая излюбленные приемы и формы. Преклонение перед красотой самих конструкций у Калатравы достигает заоблачных высот. Даже на камерных по масштабу объектах величие и гармоничная структурность его сооружений вызывает восхищение. Он один из наиболее изысканных и оригинальных мастеров испанской архитектурной школы, давно снискавший общемировое признание.

Получив начальное профессиональное образование в родной Валенсии, молодой испанец продолжил его в Швейцарии, где ему был выдан диплом инженера. От природы чрезвычайно художественно одаренный, в профессиональном смысле он сформировал сочетание возможностей и навыков, почти не встречающееся сегодня. Тонкое понимание сущности конструкции дает Калатраве свободу в соединении форм и объемов. В профессиональной литературе его часто называют наследником традиций великого итальянского инженера и архитектора Паоло Нерви. А сам мастер относит себя к последователям национальной испанской школы инженерного искусства и архитектуры, таких фигур, как Феликс Кандела и Антонио Гауди (Felix Candela и Antonio Gaudi).

Начало карьеры Сантьяго Калатравы пришлось

на период господства постмодернизма, однако уже тогда его творчество было вне общего мейнстрима. С середины 1980-х до начала 1990-х годов он строит несколько железнодорожных станций и мостов. В последующие десятилетия архитектор будет неизменно возвращаться к этим типам сооружений, все более совершенствуя свое мастерство.

В 1990 году по проекту Калатравы была построена одна из железнодорожных станций в Цюрихе, сразу ставшая сенсацией в архитектурном мире. Эта небольшая работа продемонстрировала легкость в обращении с различными материалами, умение грамотно и функционально организовать объект при цельном образе и художественном изяществе произведения. Плавные изогнутые формы светлого бетона интерьеров подземного уровня станции, мягкие переходы светотени и занятные светильники контрастировали с резкими и почти «колючими»

темными металлическими конструкциями навесов открытых платформ. Сооружение железнодорожных вокзалов и платформ стало одной из любимых тем архитектора и его визитной карточкой. В 1990-е годы им было спроектировано еще несколько станций: в Люцерне, в Берлине – Шпандау. В 1995 году – станция метро в Валенсии. Проект стал частью большого комплекса из трех объектов: оперы, планетария и собственно вокзала. Еще спустя десятилетие, уже активно работая в Америке, архитектор вновь вернулся к железнодорожной проблематике. В последние годы он активно работает над созданием пространства нижнего транспортного узла (Ground Zero) для World Trade Center Transportation Hub в Нью-Йорке и вокзалом для скоростных поездов в Льеже в Бельгии.

Конечно, страна не могла обойтись без работ своего уже достаточно знаменитого соотечественника в момент подготовки к Олимпиаде и Всемирной

выставке в Севилье. По его проекту были сооружены телекоммуникационная башня «Монжуик» в Барселоне и мост «Аламилло» в Севилье.

Телекоммуникационная башня «Монжуик» стала не только одним из символов олимпийской Барселоны-1992, но и поворотным объектом в карьере архитектора. Это была прекрасная возможность проявить себя и как инженера, и как архитектора крупного знакового объекта, и как скульптора. И в последней ипостаси Калатрава оказался чрезвычайно интересен. Одновременно сильная и легкая, динамичная по форме ослепительно белая телекоммуникационная башня, проросшая как прекрасный цветок на холме Монжуик, украсила собой Барселону. Ее высота вместе с основанием и шпилем составляет всего 136 м, но постановка на холме дает возможность увидеть башню практически из любой точки каталонской столицы. Наклон

Chicago Spire,
Чикаго, США



City of Arts Cinema, станция, Валенсия, Испания

основной вертикали композиции на 17 градусов в сторону города придает башне дополнительную динамичность, а полусферическая корона в верхней части как бы венчает весь холм. И хотя сегодня башня не используется по прямому назначению (для обеспечения радиотрансляций и быстрой мобильной связи), она и по сей день является одним из наиболее ярких монументов современной архитектуры, привлекающим не меньшее количество туристов со всего мира, чем постройки столь ценимого архитектора Гауди.

City of Arts Cinema-Opera, Валенсия, Испания

Весьма масштабной и обладающей особенной чистотой форм стала работа Сантьяго Калатравы для Севильи, выполненная в рамках подготовки города

к Всемирной выставке в 1992 году. С этой работой, параллельно с барселонской башней, к архитектуре пришла настоящая мировая слава, а постройку Puente del Alamillo – белоснежный мост через Гвадалквивир, отдаленно напоминающий какой-то щипковый музыкальный инструмент, сравнивали с симфонией Моцарта, такими совершенными линиями и пропорциями он обладал.

Одной из значимых неосуществленных работ валенсийского архитектора является проект реконструкции Рейхстага в Берлине, выполненный для конкурса в 1993 году. Именно благодаря этому проекту с высоким прозрачным раздвигающимся куполом и общим ребристым стеклянным абрисом более низкой кровли, занявшему на конкурсе третье место, мы в значительной степени обязаны сохранению общего достаточного традиционного облика реконструированного Рейхстага. Купол Калатравы был настолько хорош, что победившую (благодаря прочим комплексным достоинствам проекта) команду бюро сэра Нормана Фостера обязали кардинально переделать свой проект и предусмотреть купол. Тогда как первоначальный проект этой компании радикально менял облик площади и самого исторического здания в сугубо хай-тековском духе, без отсылок к каким-либо прошлым куполам или прочим «историзмам».

City of Arts Cinema-Planetarium (1999) в родной Валенсии – пример избыточного по своей структурной



City of Arts Cinema, Валенсия, Испания

«красивости» архитектурного проекта. Главным притягивающим внимание элементом является двойная кровля Планетария – оболочка здания. Обтекаемая форма и массивные внутренние ребра конструкции создают одновременно плавность и четкий ритм. Под первой белой кровлей располагаются собственно планетарий и кинотеатр. А наружная, наполовину прозрачная оболочка защищает вестибюль с живыми пальмами и вспомогательные помещения. Соседнее здание оперы также имеет нестандартную форму. Пространства фойе вокруг концертного зала не имеют промежуточных опор и не создают острых углов, тогда как внутренний объем самого зала содержит множество ломаных линий и разнонаправленных плоскостей. Внешний облик третьего сооружения комплекса – музея Науки работает на контрасте с Планетарием. Ребристая структура угловатых образующих рамных конструкций уравновешивается спокойной плавностью объема Планетария.

Особый интерес и любовь вызывают у валенсийского мастера сооружения сугубо функционального направления. Будучи чрезвычайно одаренным инженером, Калатрава придумывает свои «ребристые» конструкции исходя из их возможностей. Поэтому окончательные формы его работ выглядят такими выверенными и совершенными. При этом часто сугубо функциональные решения вызываются к жизни исключительно антропоморфными ассоциациями.

После громкого успеха в начале 1990-х Калатрава спроектировал и построил несколько сооружений на североамериканском континенте. Причем его постепенно перестали воспринимать исключительно как талантливого инженера, проектирующего мосты и железнодорожные станции. В новом тысячелетии архитектор воплотил в жизнь замыслы нескольких музеев – в частности, Quadracci Pavilion (2001) музея в Милуоки (Milwaukee Art Museum), которое было первым американским зданием Калатравы и новым типологическим вариантом среди его сооружений. Кроме того, он построил знаменитый закручивающийся небоскреб в Мальме (Malmö, Sweden).

Об этом проекте хочется рассказать подробнее, поскольку шведский небоскреб как архитектурное сооружение, с одной стороны, стал событием в профессиональном мире и, с другой стороны, открыл новую страницу в творчестве самого архитектора. В случае с этим высотным сооружением для небольшого шведского городка сработал так называемый «эффект Бильбао», когда одно архитектурное

произведение не только делает конкретное место более популярным и модным, но и способствует его росту и развитию, привлечению инвестиций, появлению новых интересных сооружений.

Башня «Турнинг Торсо» (Turning Torso) в Мальме, Швеция, проектировалась с конца 1999 года как самое престижное и необычное жилое здание в городе. Прообразом 54-этажного небоскреба послужила скульптура Twisting Torso, понравившаяся руково-



Montjuic Communications Tower, Барселона, Испания

дителю одной из девелоперских компаний Швеции. Идея воплотить скульптуру в гигантском масштабе поначалу показалась испанскому архитектору нереализуемой. Однако после повторного обращения со шведской стороны Калатрава все же решился перевести идею своей камерной скульптуры в градостроительный масштаб.

Проектная высота здания в 190 м и впрямь затмевала прежние высотные доминанты города. До завершения строительства «Турнинг Торсо» в 2005 году самым высо-





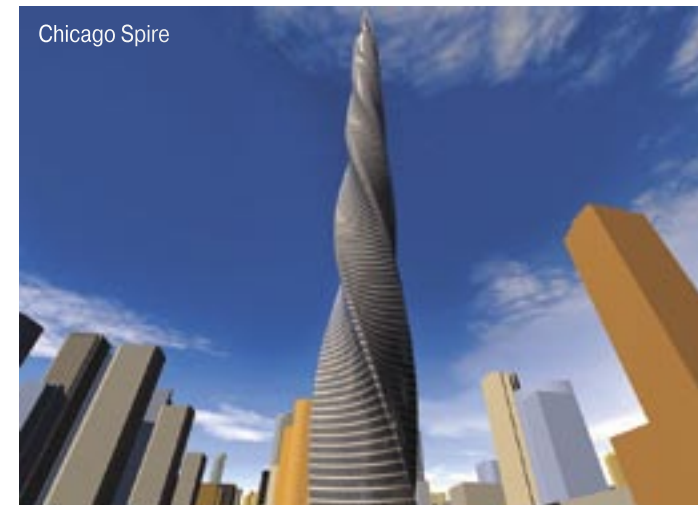
VCE Place, Торонто, Канада

ким зданием города считалась башня «Кронпринца» (86 м). И хотя на сегодняшний день небоскреб является самым высоким в Швеции и вторым во всей Северной Европе, но для испанского архитектора собственно высотные параметры сооружения никогда не являлись определяющими. Гораздо большее значение имело пропорциональное соотношение частей скручивающегося объема двух поворачивающихся плоскостей фасадов. Здание состоит из девяти блоков по пять этажей и имеет сплошные поверхности, усиленные внешними структурными рамами. Несмотря на внушительные физические размеры, эти металлические конструкции придают всему сооружению воздушность и дополнительную легкость.

На этом проекте было опробовано новое законодательство Швеции, когда размещение жилых апартаментов и офисов в одном здании позволяет жильцам не платить лишние деньги на обеспечение всего здания электричеством, отоплением и т.д. По новым

правилам на их долю приходится только реальная часть расходов, касающихся жилого сектора башни. Это еще больше увеличило привлекательность знакового сооружения в Мальме – квартиры в нем были распроданы чрезвычайно быстро. По прошествии нескольких лет интерес к зданию не ослабевает, а наоборот, оно привлекает больше внимания к городу и всей шведской части Орсундского региона. Недавно было принято решение о строительстве нового, еще более высокого небоскреба в непосредственной близости от Мальме. Новое высотное здание поднимется на 85 этажей и станет самым высоким (325 м) во всей Скандинавии. Однако именно работа Сантьяго Калатравы вызвала большой интерес и подтолкнула развитие целого региона.

После успеха своего первого небоскреба испанский архитектор более плотно занялся проектированием высотных зданий. Он разработал свой первый жилой небоскреб для Нью-Йорка. Состоящий из 12 кубических блоков, «поставленных» друг на друга с небольшими сдвигами, он тоже стал отражением скульптурной идеи, парной к «Твистинг Торсо» – Running Torso. Из-за финансового кризиса реализация проекта на 80 South Street была заморожена в середине этого



Chicago Spire

года. Еще более выразительным станет небоскреб для Чикаго на Лейк Шор Драйв 400. Самый высокий жилой дом в мире Chicago Spire должен иметь изысканно и плавно скручивающиеся элементы поверхности здания. Предварительное проектирование предполагало завершение работ к концу 2009 года. Масштаб сооружения гарантирует появление новой центральной высотной доминанты скайлайна Чикаго – города, традиционно славящегося своими небоскребами.

Особой главой в творчестве Калатравы-инженера следует отметить возведение мостов. Уже ранняя его работа – мост в Барселоне Puente Bach de Roda, законченный в 1987 году, стала своего рода символом инженерного искусства длиной в 140 м. В 1990-е он также построил изысканные мосты в Мериде (Испания) и в Бордо (Франция). В последующие годы по его проектам было возведено еще более десятка пешеходных и автомобильных мостов в Израиле (Light Rail Train Bridge, Иерусалим, Petach Tikva),



Milwaukee Art Museum, Милуоки, Висконсин, США

Ирландии (Macken Street Bridge в Дублине), Испании (Serreteria Bridge, Валенсия) и США (Trinity River Bridge в Далласе) и др.

У испанского мастера есть несколько излюбленных тем и сюжетов, с различным вдохновением обыгрываемых в отдельных работах. Так, складчатые навесы и «клювы» проекта Симфонического центра в Атланте нашли свое продолжение на Тенерифе. Восхитительный и поэтический Аудиториум на Тенерифе совершенствует тему наслаивающихся оболочек. Но если в City of Arts это достаточно спокойное наслаивание форм, то в проекте для Тенерифа это динамичное соединение складчатых ребристых поверхностей, похожих одновременно на распутившийся цветок или несколько изогнутые птичьи клювы.

Некоторые сооружения Калатравы вообще не имеют фасадов в традиционном понимании этого слова. Во-первых, для функциональных сооружений типа железнодорожных станций это не всегда имеет первостепенное значение. Но главное, что для архитектора особенную красоту представляют собственно скульптурные формы придуманных им конструкций или оболочек. Поэтому подавляющее большинство его произведений – скорее объемно-пространственные скульптуры, чем традиционные городские здания с главным парадным фасадом и скромными боковыми или дворовыми фасадами. Его постройкам присущи удивительное сочетание инженерной точности и скульптурной образности сооружений, невероятная отточенность и графичность форм. Однако все его сооружения неизменно являются событиями в архитектурной жизни тех стран, где они возводятся, и вызывают неподдельный интерес в современной архитектурной среде. ■



Turning Torso, Мальме, Швеция

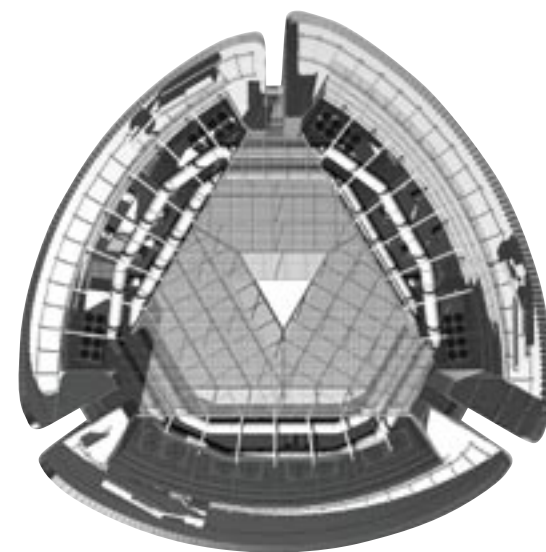
БАШНИ

на старом стадионе

В северной части престижного района Мадрида Paseo de la Castellana, где городская жизнь не слишком активна, возводится комплекс из четырех башен, который непременно сделает ее более насыщенной и динамичной.

Текст КАРЛОС РУБИО, ЭНРИКЕ АЛЬВАРЕС САЛА,
материалы предоставлены компанией Rubio & Alvarez-Sala estudio de arquitectura

В Мадриде образцов высотной архитектуры совсем немного. Именно поэтому строящийся комплекс значительно изменит силуэт города. Городским советом Мадрида под строительство высотных башен был отведен участок, на котором располагался стадион мадридского «Реала» Ciudad Deportiva, где изначально планировалось разбить сквер, а под землей устроить транспортную развязку. Городской совет провел конкурс, в результате которого и появился этот проект. Одно из зданий комплекса – небоскреб SyV Tower, спроектированный Rubio & Alvarez-Sala estudio de arquitectura. По условиям конкурса, это 240-метровое 58-этажное здание должно быть смешанного назначения, поэтому часть помещений – офисы, часть отводится под гостиницу.





Чистота объема каждой из четырех башен на бульваре Paseo de la Castellana рассматривалась как важный фактор для визуального восприятия комплекса в силуэте города. Стремление ввысь – вот отличительная особенность башни. Именно поэтому стройности пропорций придается больше значения, чем высоте. Здание разделено на три вертикальных части глубокими канелюрами, что подчеркивает стремительную вертикальность его форм. Через канелюры внутрь здания проникает свет, отчего создается впечатление целой группы вертикальных объемов.

Чтобы подчеркнуть независимость трех частей здания, все они начинаются и завершаются на разной высоте. Таким образом решаются нижний и верхний уровни башни. Во избежание жесткой зрительной связи с поверхностью земли нижний уровень башни приподнят и в вестибюли главного отеля и офисов ведут пандусы, расположенные между фасадами вертикальных объемов башни. При разработке поэтажных планов учитывалось как сокращение поверхности, подверженной ветровой нагрузке, так и оптимальное соотношение между полезной площадью и протяженностью фасада. Строгая геометрия сопряженных криволинейных объемов равностороннего треугольника легла в основу разработки поэтажных планов. Определяющим фактором было разумное размещение гостиничных номеров при учете совместимости этой схемы со свободной планировкой этажей офисной части. В центре плана этажа расположено вертикальное ядро,



Монтаж фасадов

в котором размещены лифтовые шахты, системы отопления, кондиционирования и вентиляции, пронизывающие все здание. Пространства высотой в два этажа предусмотрены для размещения технических этажей, которые разделяют гостиничную и офисную части здания. Для технических целей предназначен также этаж между вестибюлями и номерами отеля и верхний этаж здания.

Важно было сделать так, чтобы объект гармонично сочетался с его окружением, а функциональное и конструктивное решения были в то же время рациональными и эффективными. Двойной фасад не только создает особый образ здания, что особенно заметно с близкого расстояния, но и защищает помещения от избыточной инсоляции.

Башня SyV построена из железобетона с прочностью 70 МПа на нижних этажах и 35 МПа в остальной части здания. Конструктивная схема состоит из двух концентрических кругов несущих колонн различного поперечного сечения, круглых у основания строения с переходом на прямоугольное на этажах, где расположена гостиница, что наиболее рационально для разгороженных помещений. На офисных этажах со свободной планировкой колонны, заключающие в себе Y-образный сердечник из армированного бетона, снова становятся круглыми. Горизонтальные нагрузки переносятся на армированное центральное ядро здания, внутри которого расположены лифтовые шахты, в то время как остальные конструктивные элементы этажа и железобетонные колонны, воспринимающие

вертикальную нагрузку, служат для устройства планировки, соответствующей назначению помещений.

Наиболее разумным представляется такое конструктивное решение, при котором центральное ядро армировано переплетающимися стержнями, что позволяет надвигать их по спирали для бетонирования следующей вертикальной захватки. Подобный подход вполне уместен для данной структуры сооружения, состоящей из трех секторов.

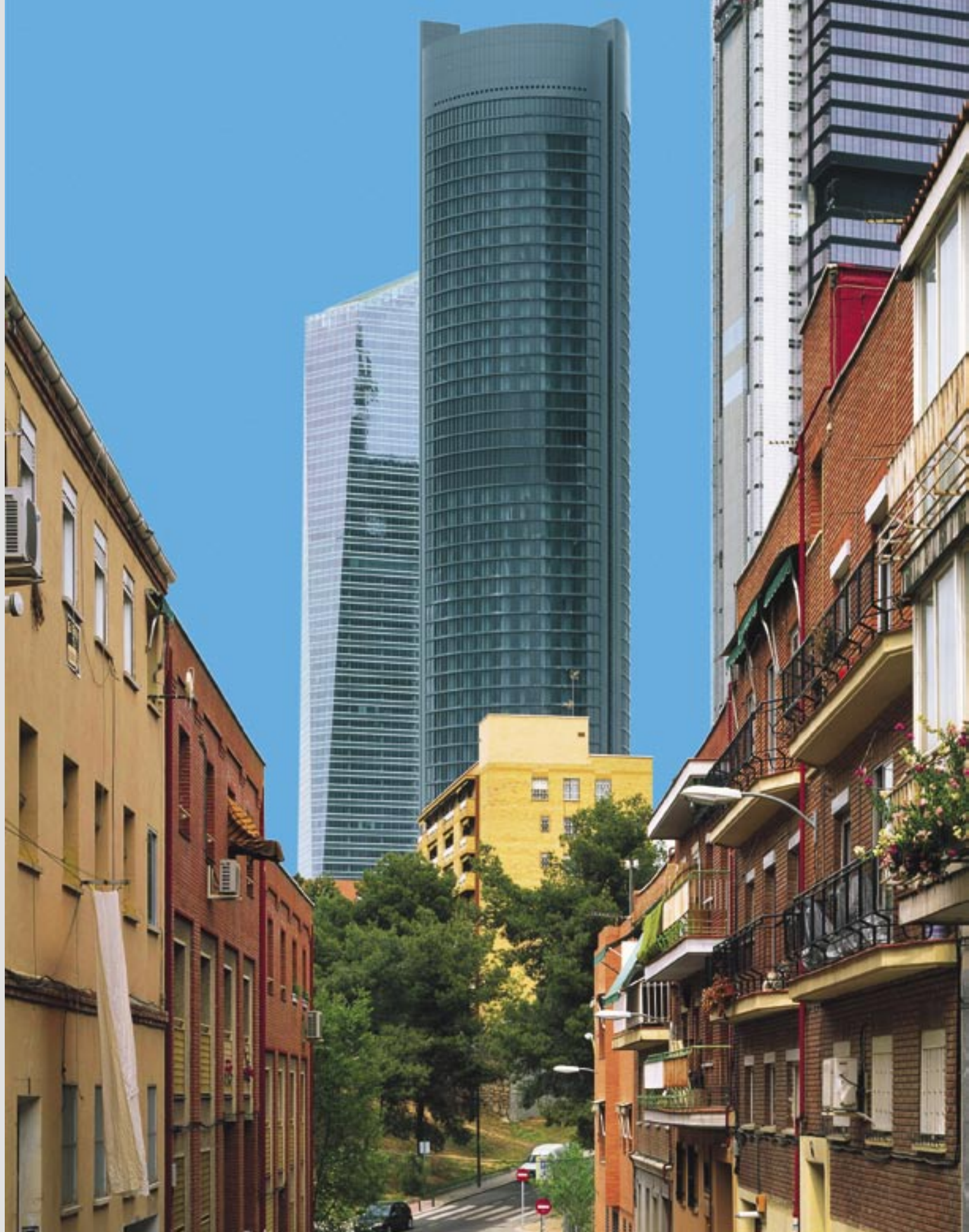
В подземной части здания шесть этажей. Фундаментная плита, толщиной 4 м и площадью 45х47 м (2115 кв. м) расположена на глубине 20 м. Она заливалась двумя слоями, по 2 м толщиной, причем каждый слой состоял из девяти заливок. По периметру нижнего слоя проходит кабельная инфраструктура.

На первом техническом этаже на четвертом и пятом надземных уровнях колонны немного по-другому размещаются и по фасаду, и по внутреннему контуру. Далее количество колонн уменьшается вдвое, чтобы сделать вход в здание и въезд на стоянку визуально более свободными.

Наверху башни на высоте 215 м заложен треугольный пояс жесткости, связывающий края перекрытия с центральным ядром. Вершины углов этого треугольника приходится на крайние точки общего поэтажного плана.

Традиционные решения несущих стен, разработанные в 1950-е годы в США, а затем примененные и в Европе, предполагают, что сплошной фасад просто прикрепляется к несущим конструкциям здания





Лифтовой холл

подобно кулисе. В таких случаях фасадная конструкция соединена с двумя соседними межэтажными перекрытиями. Таким образом, каждый уровень составляет отдельный противопожарный отсек благодаря увеличению площади межэтажного перекрытия по горизонтали путем устройства бетонного кольца по его периметру. Это кольцо, или галерея, кроме того, служит для уборки помещений и прочих эксплуатационных нужд.

Таким образом «двойная кожа» здания выполняет техническую и эстетическую функции. Отражения, тени и прозрачность делают башню «переливающейся».

Внешнее остекление, идущее по краю галереи, создает сплошной фасад. Оно состоит из листов стекла, установленных как вертикальные жалюзи. Угол взаимного расположения стекол образует небольшие зазоры между ними, через которые воздух проникает практически без помех. Внутренний же фасад позволяет обеспечить защиту помещений от внешних воздействий и с успехом обеспечивает тепло- и шумоизоляцию без применения ненесущих стен обычной конструкции.

Вентиляция пространства галерей и ограничение прямого солнечного света дают возможность существенно улучшить температурные условия внутри здания. На нижних уровнях отсутствует внешнее остекление галерей, что делает видимым интерьер помещений.

С учетом климатических условий в Мадриде основополагающей признана задача защиты здания от избыточной солнечной радиации. Фасад служит сво-



его рода солнцезащитными очками, галереи вентилируются, выступы межэтажных перекрытий затеняют помещения. Все это вместе взятое предохраняет конструкции от перегрева, что облегчает контроль за микроклиматом внутри здания.

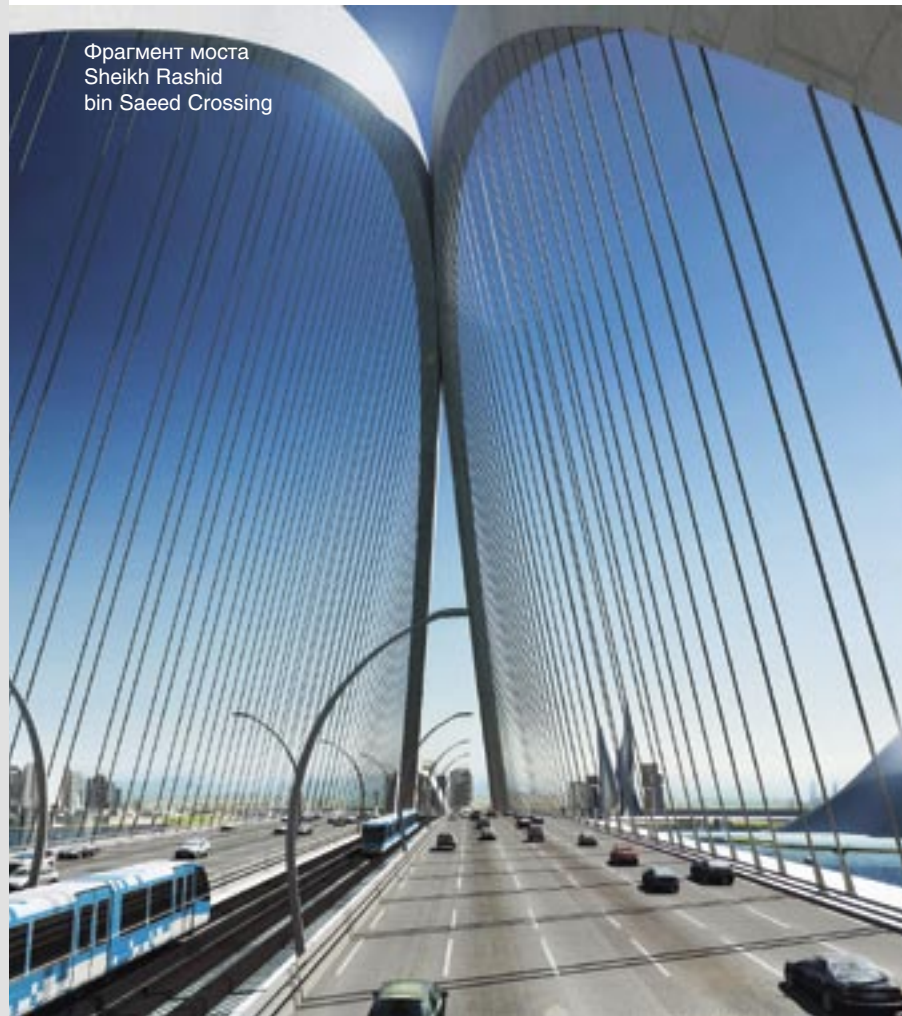
На крыше небоскреба установлены ветряные двигатели для научных изысканий. ■

Архитектурное бюро FXFOWLES было основано Брюсом С. Фаулом (Bruce S. Fowle) как Fox & Fowle в Нью-Йорке в 1978 году. Сегодня это одна из ведущих архитектурных фирм, активно работающих по всему миру. Среди работ FXFOWLE – постройки разного типа и масштаба в США, Китае, Индии, России и ОАЭ, которые неизменно отличает использование новаторских технологий и энергоэффективность. О том, чем сейчас занимается бюро, нашему журналу рассказал старший партнер FXFOWLE Судхир Джамбикар.



Мост Sheikh Rashid bin Saeed Crossing

ГЛАВНЫЙ ФАКТОР ТВОРЧЕСТВА



Фрагмент моста
Sheikh Rashid
bin Saeed Crossing

Господин Джамбикар, когда была основана ваша компания? На каких типах объектов она специализируется?

Наша фирма была основана 30 лет назад, так что в этом году мы отмечаем круглую дату. Что же касается проектов, то диапазон выполняемых нами работ очень широк. Мы занимаемся архитектурными работами, выполняем заказы по градостроительному проектированию и планированию; кроме того, делаем дизайн интерьеров. Другими словами, выполняем самые разные заказы. И конечно, мы проектируем высотные здания и делового, и смешанного назначения, осуществляем проектирование транспортных объектов, мостов, реализуем проекты в культурной и образовательной области, в том числе музеи и университеты. В области градостроительного проектирования и планирования мы участвуем в проектах, связанных с транспортными системами, разрабатываем проекты застройки районов уже существующих и новых городов.

Разработке каких проектов отдает предпочтение ваше бюро, какие типы проектов наиболее интересны для вас?

Ответ на этот вопрос довольно прост: дело в том, что я архитектор, а не просто проектировщик, поэтому особых предпочтений у меня нет. Мне нравится заниматься проектированием в разных странах по всему миру, ведь каждый раз это новая типология, что требует известной самоотдачи. Поэтому всякий раз, когда я сталкиваюсь с новыми условиями работы, воспринимаю это как интересную творческую задачу,



Судхир Джамбикар, старший партнер в FXFLOWLE. Работает с 2000 года, когда произошло слияние компании Jambhikar Strauss, соучредителем которой он являлся, с FXFLOWLE. Это архитектор и эксперт по градостроительным вопросам с более чем 40-летним стажем работы над проектами различного характера и масштаба. Его отличает увлеченность решением как художественных, так и сугубо технических задач. Всегда стремится делиться опытом с молодыми, что уже немало обогатило творческий процесс FXFLOWLE.

Судхир воспринимает проектирование как осмысленный поиск разумного содержания и функциональности решений, сводя все возможное разнообразие приемов к идее, которая все уравнивает и побудит к дальнейшему ее развитию. Он уверен, что отдельные элементы являются частью единого целого и каждая составляющая построенной среды не просто заслуживает, но и требует безупречного дизайна.

В настоящее время основные проекты – это генплан Dubai's Business Bay на участке в 40 га, выполняемый по заказу Dubai Properties; 300-метровая башня смешанного назначения для Мумбаи, проект которой уже победил в конкурсе; многочисленные жилые и офисные башни в Индии, на Ближнем Востоке, в Китае и Корее, а также жилой комплекс среднего класса IT Park в Нью-Дели. Кроме того, Судхир Джамбикар участвует в разработке проектов высоток смешанного назначения в Софии и Москве, а также занимается генпланом Dubai Waterfront для компании Nakheel. Последнее его достижение – победа в конкурсе проектов арочного моста под названием Sheikh Rashid bin Saeed Crossing Bridge общей протяженностью 1600 м и высотой 205 м, который будет построен в Дубае.



Conde Nast Building,
4 Times Square

Eleven Times Square,
Нью-Йорк



Mixed-Use Tower,
Саудовская Аравия

своего рода вызов. Каждый новый проект – это новая задача, а значит и новая радость от поиска ее решения.

В настоящее время я занимаюсь проектированием моста и высотного здания. Речь идет о проектах в Индии, Объединенных Арабских Эмиратах, Японии, других странах. Я получаю настоящее удовольствие, работая за рубежом в интернациональной команде, создавая самые разные сооружения.

Когда вы начали заниматься проектированием высотных зданий? Что для вас наиболее привлекательно в этом процессе?

Мой первый опыт проектирования высоты относится к 1981 году, когда мне была предоставлена возможность поработать над проектом 80-этажного здания. А привлекательность нашей работы объясняется очень просто: уже по своей природе высотные здания – это что-то выдающееся – из-за своего размера и масштаба. И как правило, высотка становится символом того места, где она возведена.

Каковы, на ваш взгляд, перспективы развития процесса проектирования высотных зданий, что нас может ожидать в будущем в плане развития форм, конструктивных особенностей и экологической составляющей высоток?

Пожалуй, самое главное в проектировании высоток сейчас да и в будущем – это то, что мы стали думать об экологии. И это не может не увлекать. В начале 1980-х годов, когда у меня впервые появилась возможность работать над проектом высотного здания, экологический аспект в расчет не принимался. Нынешние времена – совсем другое дело, мы думаем об энергосбережении, экономии воды, о том, чтобы каждое здание было экологически чистым. Что же касается применения современных технологий в проектировании высотных зданий, то, на мой взгляд, активнее всего они используются при разработке конструктивной части проекта. Преимущества использования современных технологий и компьютерного оборудования дают возможность получить зрительный образ здания и представить все сложные элементы его структуры, сделать зримыми сложнейшие строительные конструкции. Вот и получается, что в сугубо конструктивном аспекте достижения представляются особенно значимыми.

Насколько важны в современном городе высотные здания, какую роль они играют в городской среде?

Несомненно, их значение в нашей жизни сложно переоценить, поскольку подобные комплексы обеспечивают компактность застройки, что косвенно облегчает применение экологических технологий. Кроме того, высотные здания могут быть легко увязаны с системой общественного транспорта. И это еще не все: они дают замечательную возможность формирования своеобразия городского контекста в целом.

Как рождается визуальный образ проекта? Это результат коллективного творчества или у идеи один автор?

Можно сказать, что это результат и коллективного, и индивидуального творчества. Иногда это идея, которая возникает лишь у одного человека, а иногда она рождается в команде. В моей студии генератором такой идеи порой являюсь только я.

Расскажите о реализованных проектах. Для каких стран вы проектировали?

В США недавно завершено строительство здания редакции газеты «Нью-Йорк Таймс» (The New York Times Building), над проектом которого мы работали вместе со студией Renzo Piano Building Workshop. Сейчас мы занимаемся проектом переустройства Lincoln Centre, опять-таки в сотрудничестве – на этот раз с компанией Diller Scofidio + Renfro. В нашем портфолио также есть здания коммерческого назначения – Eleven Times Square и штаб-квартиры неправительственной организации Wildlife Conservation Society в зоопарке района Бронкс, проекты которых номинированы на звание LEED Gold-Grade и, наконец, платиновый номинант LEED – проект расширения штаб-квартиры американского отделения корпорации SAP в окрестностях Филадельфии, штат Пенсильвания. Достроены здания издательского дома Condye Nast и информационного агентства Reuters. Реализуются несколько проектов, связанных с развитием транспортной инфраструктуры – Bergen Line Avenue Tunnel Station и Newark Elizabeth Rail Link.

В Дубае по заказу компании Nakheel Properties мы разработали генеральный план застройки Dubai Waterfront, который охватывает основной участок в 200 га в районе Jebel Ali, и участок в 125 га под торговые площади и помещения смешанного назначения. Мы разработали проект моста Sheikh Rashid bin Saeed Crossing Bridge, заказанный дубайскими властями. А для Dubai Properties создали генеральный план новой застройки с полезной площадью в 1,3 млн кв. м, основанной на принципах экологической ответственности. Кроме того, у нас немало проектов в Японии и в Индии.

Какие проекты из тех, над которыми вы работаете сейчас, представляются вам наиболее интересными?

Конечно же мост в Дубае. Это так захватывающе! Красивый, состоящий из двух арочных пролетов мост называется Sheikh Rashid bin Saeed Crossing Bridge. Его протяженность около 1,6 км. На сегодняшний день в мире нет арочных мостов, которые могли бы сравниться с ним по длине и высоте.

Учитываете ли вы при проектировании национальные особенности страны, ее архитектурный стиль? Как влияет окружающая архитектурная и ландшафтная среда на визуальный облик, насколько они учитываются при разработке проекта?

Климатические условия играют важную роль. В Москве, Осаке или в Нью-Йорке, Дубае, Мумбаи климатические условия настолько разные, что требуют

различных подходов. Поэтому постоянно приходится искать новые решения для каждого случая в отдельности. Именно этот фактор оказывает наибольшее влияние. Вторым по значимости назову фактор места самого по себе, ну и контекста – окружающей среды. Важно, чтобы решение было наиболее подходящим именно для конкретного места. Конечно же культурные различия также имеют немалое значение, особенно когда речь идет о жилищном строительстве. Например, образ жизни в Мумбаи несколько отличается от дубайского. То же можно сказать и о Москве, поэтому всякий раз проект будет самобытным. Кстати, архитектурная стилистика в этом смысле вообще играет незначительную роль. Это влияет преимущественно на образ мысли автора, т.е. на стилизацию замысла до той или иной степени.



Какие страны, на ваш взгляд, сейчас являются лидерами в высотном строительстве?

Пожалуй, лидирующие позиции занимают страны Ближнего Востока, ведь не секрет, что именно там возводят самые высокие в мире здания.

Как вы оцениваете в этом плане российский рынок?

Мне известно, что в Москве планируется построить не одну высотку. Неудивительно, что архитекторы смотрят на Россию с большим интересом, следят за ее развитием. Я считаю, что у вашей страны большое будущее, тем более что российские архитекторы тоже умеют создавать интересные проекты. Поэтому ваш рынок выглядит весьма привлекательным и многообещающим. К тому же я так люблю Москву! Совершенно фантастический город! Красная площадь просто великолепна! ■

Hudson Bergenline
Avenue Tunnel Light Rail
Station

Сергей Скуратов

ВЫСОТНАЯ ПРОВОКАЦИЯ

«Сергей Скуратов Architects» сегодня одно из немногих московских бюро, чьи работы неизменно вызывают повышенный интерес как у коллег, так и у широкой публики. Сооружения, построенные по проектам Сергея Скуратова, всегда отличаются яркой узнаваемой архитектурой и относятся к разряду архитектурных событий первого ряда. Большое внимание в профессиональной прессе уделялось его проекту небоскреба, но многие интересные аспекты создания этого высотного комплекса остались незатронутыми. Корреспонденту нашего журнала обладатель звания «Архитектор года 2008» Сергей Скуратов рассказал об особенностях возведения «Дома на Мосфильмовской» и специфике работы с компанией «ДОН-Строй», а также поделился своими впечатлениями о недавно прошедшей Венецианской архитектурной биеннале.

Большинство ваших известных проектов – это достаточно камерные клубные дома небольшой этажности. Расскажите, пожалуйста, подробнее, как возникла идея строительства небоскреба на улице Пырьева и что происходит с ним сегодня.

Моя история проектирования высотных зданий началась давно. В середине 1990-х, работая тогда еще в компании «СКИП» с Сергеем Киселевым, мы сделали несколько попыток погрузиться в эту достаточно специфическую область зодчества. Когда я уже был владельцем собственной фирмы (2002 год), ко мне обратился Алексей Добашин (компания «Крост») с просьбой спроектировать высотку на проспекте Маршала Жукова, а до этого – представители «Капитал Групп» с аналогичным предложением нарисовать высотное здание рядом с Домом художника (на том месте, для которого Эрик ван Эгераат позже придумал свой «Русский авангард»). Я согласился на участие в конкурсе. Мотивы были вполне понятные. Во-первых, престижно и интересно. Во-вторых, хотелось создать новый образ современного высокотехнологичного высотного здания, которое впитало бы в себя элементы исторической московской и псковско-новгородской архитектуры, встречающейся в основном в храмовом строительстве. Архитектура объекта имела сглаженные формы, белые стены, наверху башни – большая консольная бронзовая вставка. Все эти приемы вписывались в стилистику классического модернизма. С градостроительных же позиций этот объем визуально был связан со множеством зданий и пространств.

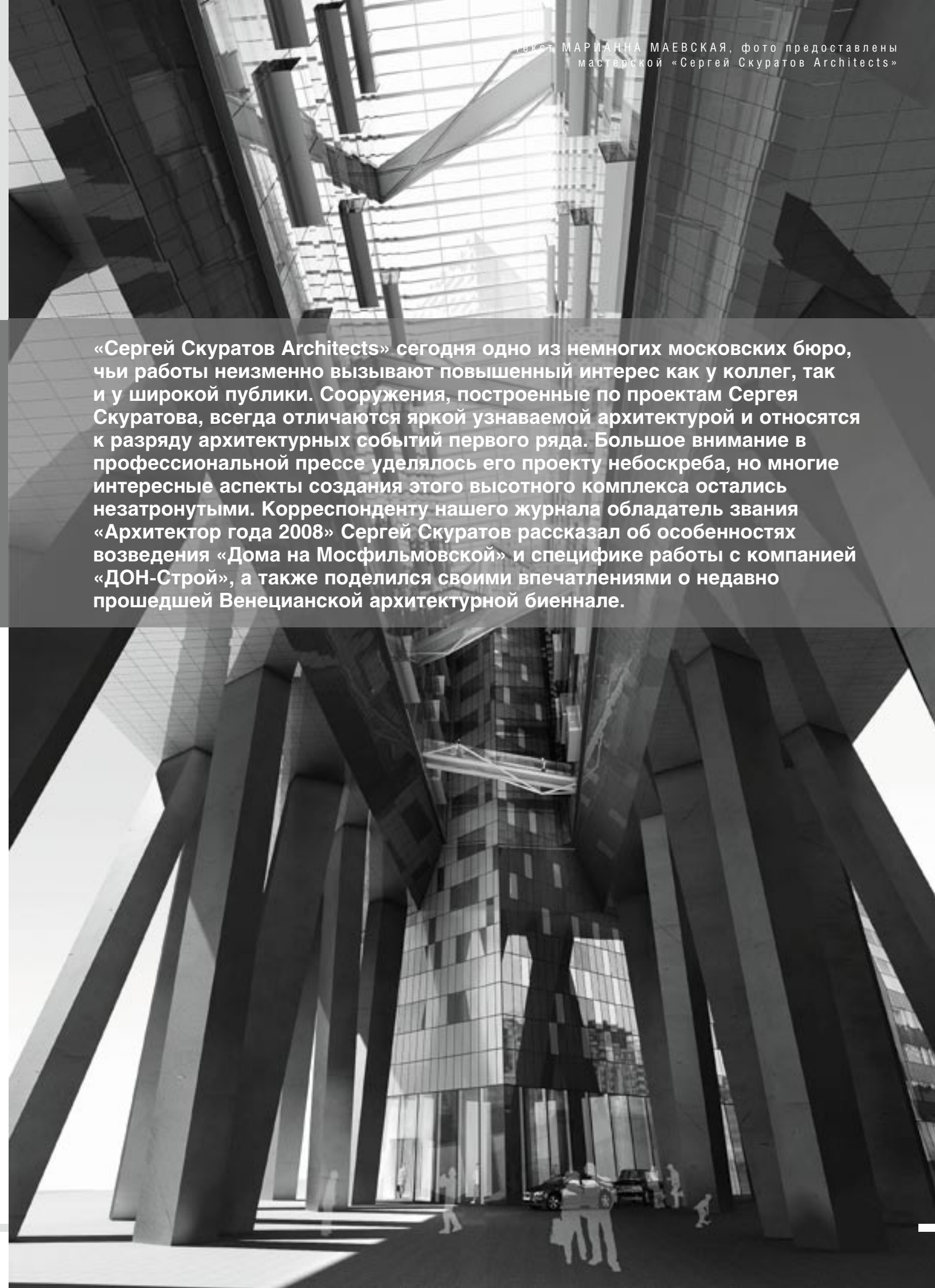
В отличие от этого здания высотка на проспекте Жукова была призвана решать локальные задачи: она замыкала ось, фиксировала поворот магистралей и, на наш взгляд, придавала дополнительную динамику сложившемуся комплексу, который проектировал ТПО «Резерв».

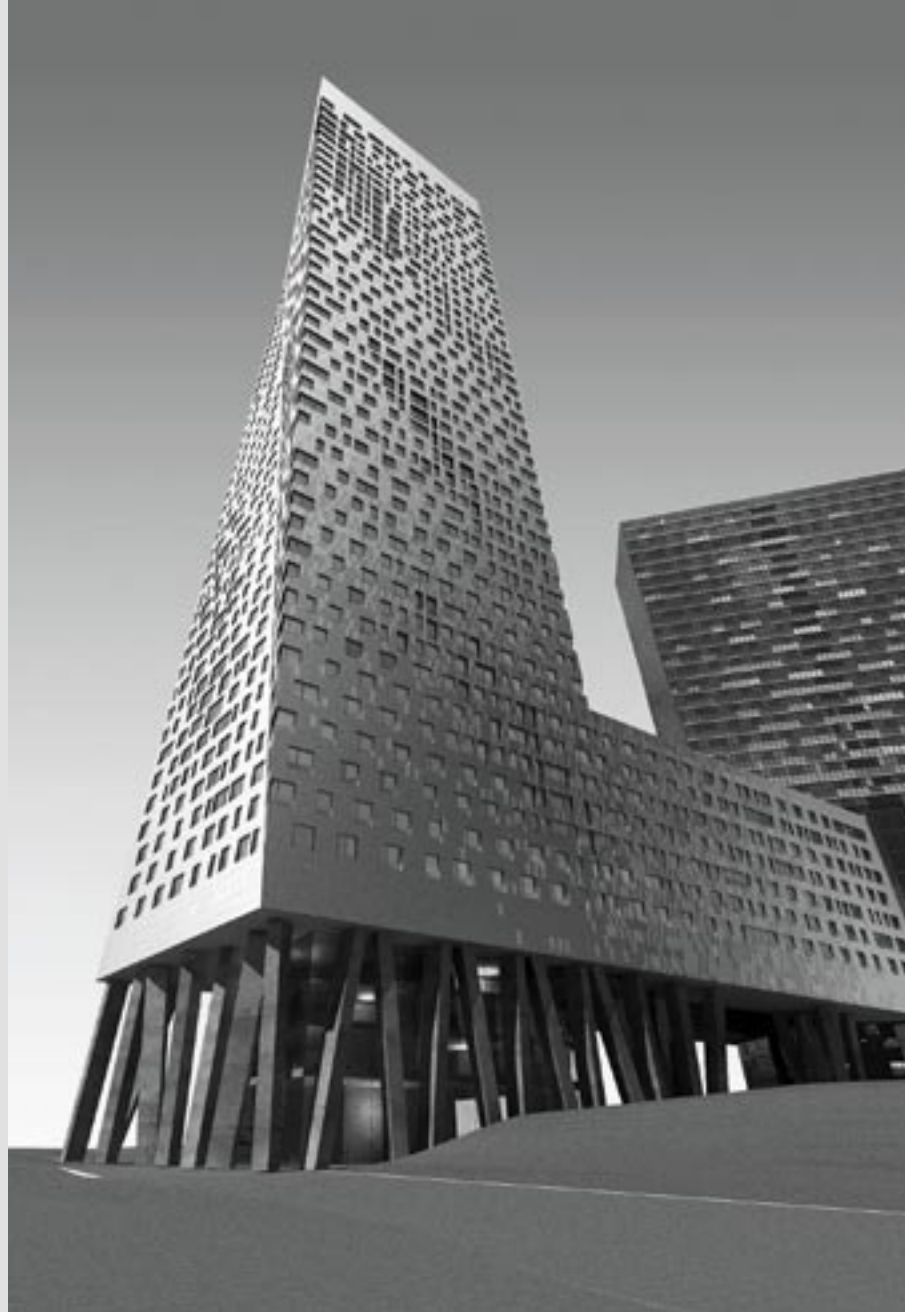
Начиная эту работу, мы понимали, что высотное здание воспринимается со всех сторон и взаимодействует со всеми объектами и субъектами наблюдения, со всей средой. В отличие от небольшого домика оно «работает» как на большие расстояния, так и на малые. Очень важны его пропорции, его взаимоотношения с землей: как оно стоит, как «прорастает», опирается или, наоборот, не касается земли. Мы сделали около 100 маленьких эскизных макетов. Показали это заказчику и Главному архитектору города Москвы А. Кузьмину, он был поражен количеством вариантов. Но в итоге работа, к сожалению, не пошла.

После этой истории еще пару раз я работал над домами, близкими по высоте к 75 м, но никогда не переходил этот рубеж. Однажды мы вместе с Сергеем Киселевым (ООО «СКИП») проектировали застройку Мосфильмовской улицы. Он делал бизнес-центр, я – киноцентр и четыре жилых дома. А напротив Андрей Трофимов (АБ «ТРОМОС») нарисовал для «ДОН-Строя» первую версию небоскреба на Мосфильмовской. Его вариант не устроил Главного архитектора города. Вскоре я получил от Кузьмина предложение поработать с «ДОН-Строем». Признаюсь, что меня это предложение несколько уди-



Сергей Скуратов





Дом на Мосфильмовской

вило. На тот момент я не видел ничего общего между стилем работы этой компании и собственными представлениями об архитектуре. Ценности, которые они исповедовали, не были мне близки. В каких-то своих проектах они активно реанимировали псевдоклассический сталинский ампи́р, в других работах поощряли современные тенденции, но тоже не очень внятно. Я сомневался, сложатся ли взаимоотношения с заказчиком – настоящий творческий диалог, без которого невозможно построить хороший дом.

Но судя по результатам работы, такой диалог сложился, и весьма успешно. Отразилась ли ваша работа над проектом «Дома на Мосфильмовской» на других проектах этой компании?

Я думаю, что совместная работа сильно повлияла на обе стороны. В новых домах «ДОН-Строя», уже не в моих, можно встретить отдельные приемы и детали, которые обсуждались в процессе проектирования, но не вошли в окончательный вариант «Дома на Мосфильмовской». В первом варианте нашего небоскреба силуэт башни был винтообразный, скручивающийся и имел треугольные балконы. Похожая версия этих балконов появилась в

«Доме на Беговой». Стали появляться фасады со сбитыми ритмами окон, полифонией цвета. Для меня это свидетельство сильного влияния нашей совместной работы на почерк «ДОН-Строя». Мне даже кажется, что произошло изменение сознания.

Какие художественные находки в этой работе оказались существенными для вас?

Важнейшим умозаключением стал тезис, что такой сложный комплекс в городе нужно создавать в первую очередь как безупречную скульптуру, где равное значение имеют размеры, пропорции, силуэт и материал. Небоскреб должен быть выразительным и привлекательным и с дальних дистанций, и с близкого расстояния, иметь такой образ, который бы воздействовал на каждого зрителя. Стало очевидно, что для достижения этой цели нужно создавать сложную композицию. На мой взгляд, в Москве совершенно не «работают» прямоугольные «манхэттенские»



силуэты для крупных объемов. Здания типа «Сигрем Билдинг» в Москве не приживаются, и со временем их либо сносят, либо значительно модернизируют. От московских версий этого стиля возникает ощущение бедности, какой-то невыразительности (вспомните «Интурист», «Минск», «Гидропроект»).

Как сформировалась такая необычная композиция всего комплекса с небоскребом?

Это объемное решение показалось нам, скажем так, наиболее уместным и к тому же редко встречающимся в мировой практике. В первоначальном варианте территория под комплекс планировалась в 2 раза больше. Композиция состояла из двух групп, одна из которых сейчас строится. Группы были почти зеркальные, но дома немного отличались по размеру и архитектуре. Опробовав множество вариантов, мы остановились на том, где композиция одной из симметричных групп состоит из башни, пластины и горизонтального переходного блока.

Будет ли реализован весь проект, к сожалению, сказать не могу. Но при подобном решении в переходных блоках размещают галерейные (односторонние) квар-

тиры, которые не пользуются особой популярностью у российских покупателей. Было сложно уговорить заказчика, поскольку без этого элемента композиция вообще не получалась, хотя у нас были еще десятки вариантов в запасе. В первом варианте башня-недокрут вообще «смотрела через плечо» назад, на объем пластины. Но в итоге был выбран более экономичный и элегантный вариант.

Ваши постройки всегда имеют пластически развитые, «нескучные» фасады. Какие особенные приемы были использованы при создании «Дома на Мосфильмовской»?

Необходимо было придумать что-то, что было бы интересно рассматривать и с ближних точек, а не только в городской перспективе. Хотелось уйти от структурной жесткости, которая всегда есть в фасадах небоскребов. Так родилась тема фальшкон, создающих сбитый иррациональный ритм, своеобразную мозаику на теле башни. На самом деле за этими ложными окнами – бетонная конструкция.

Следующая задача – цветовое решение фасадов. Постоянно находясь в поиске средств выразительности, мы неожиданно нащупали тему «вечно сияющего» небоскреба. Сдвинуто-деформированная граненая призма наклонной формы ослепительно белого цвета призвана была придать зданию сходство с айсбергом. В результате долгих обсуждений башня получила растянутую цветовую палитру фасада от белого цвета на вершине до темного, почти черного, у колонн основания. Более низкий объем – пластина облицована стеклом под разными углами по принципу плетеной корзинки. Часть стекол повернуты к небу, часть – к земле, остальные – вертикальные. Торцы здания имеют общий отрицательный или положительный уклон. Торцы треугольных призм забраны в алюминий. Есть еще и другие темы и другие материалы, – например, швейцарская сетка, которой закрыты эвакуационные балконы. Восприятие фасада меняется в зависимости от погоды, освещенности, времени суток. И самое главное – у жителей, находящихся внутри дома, не будет ощущения, что они живут в стеклянном ящике. Но для этого была придумана масса хитростей.

Одним из показателей современности и высокого класса небоскреба, неперенным атрибутом сооружения уровня де-люкс является наличие особенных технических и инженерных решений. Какие технологические новации были использованы в этом здании?

Во-первых, постановка подобного сооружения на такие разнонаправленные колонны – вещь вообще небывалая. Этот прием позволил смягчить ощущение массивности сооружения, добавил ему некоторую долю нестрогости и несерьезности. Внизу под зданием получилось большое пространство, где кажется, что находишься в лесу после бури, в котором хаос и беспорядок (в нашем случае – свобода). Такой «дом на деревьях» сразу лишается пафоса, получается





Дом на Мосфильмовской

более раскованным и необязательным. Технически воплотить такое решение оказалось довольно сложно. Для того чтобы сделать почти полусотню 17-метровых наклонных бетонных колонн, пришлось придумать специальный способ изготовления скользящей опалубки. Причем немецкая компания, помогавшая ее конструировать, не смогла реализовать вариант с треугольными колоннами с поворотом, который был задуман изначально. В результате многих усилий как с русской так и с немецкой стороны был разработан вариант для трапециевидных колонн прямоугольного сечения. Дополнительная сложность состояла в том, что все они выстраивались под разными углами. Подобное решение для небоскреба является уникальным в современной практике не только с художественной, но и с технологической точки зрения. Большое число японских, немецких, русских специалистов посещали стройку, «охали» и разводили руками.

Еще одним «чудом» нашего дома на улице Пырьева является уникальная фундаментная плита. Для ее сооружения потребовалось непрерывно заливать

бетон в течение недели. Толщина плиты составила 4,5 м, а площадь основания – 1000 кв. м.

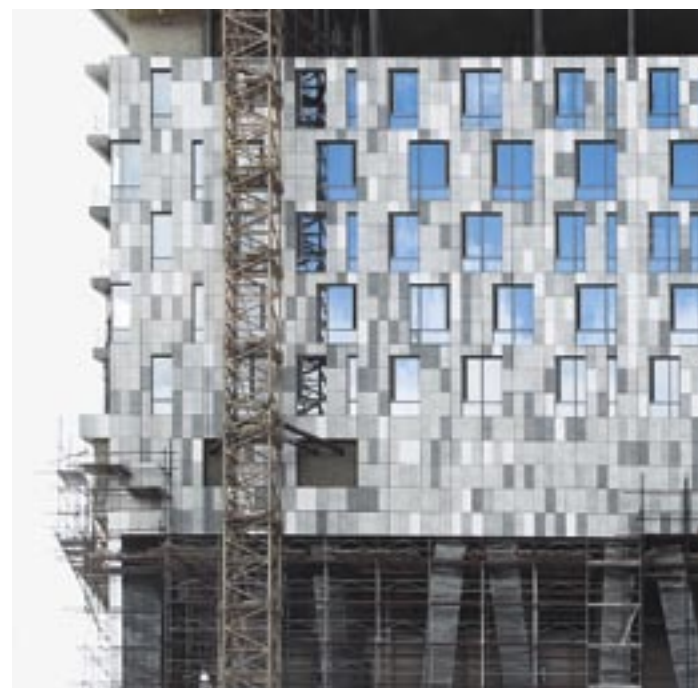
Это из разряда вещей для книги рекордов Гиннесса. В фасадах 200-метровой башни применены японские панели «Алполик» с фотослепками 18 видов натурального мраморовидного известняка. Конструкция, технология, разработка – российские. Фасадами 130-метровой пластины вместе с нами занимались российская фирма «Алютерра» и немецкие инженеры из компании TAUBER. Практически все технологии придумывали или адаптировали под этот дом, так что инновационность его для отечественной практики очевидна.

Что для вас как архитектора значит строительство высотного здания в городе?

Высотное здание, к сожалению, «как слон в посудной лавке», всегда провокационно и порождает конфликты разного свойства. В столице новые высотные доминанты приживаются долго и зачастую болезненно. Хотя Москва город отдельных домов, а не срежессированных ансамблей, последние все-таки присутствуют. Правда, скорее не в рамках московских традиций, а вопреки им. В каком-то смысле «выращивание» новых высотных зданий в городе – закономерное продолжение традиции точечной застройки. Как простому москвичу мне нравится район московского Сити, я воспринимаю его как символ будущего. К сожалению, с художественной точки зрения некоторые из запроектированных зданий оставляют желать лучшего (это уже критика со стороны архитектора). Другое дело, что в целом Сити все же хорош. Красиво «работает» его силуэт на фоне вечернего неба, с подсветкой и т.д.

А улучшит ли ситуацию появление еще нескольких высотных зданий в непосредственной близости от вашего дома?

Сложно однозначно ответить. Следует только хорошо помнить, что каждый новый небоскреб в городе



заметно увеличивает концентрацию людей в одном месте, нагрузку на транспорт, коммуникации, экологию и т.д. Нельзя забывать и об этических проблемах, возникающих с коренными жителями тех мест, где происходит уплотнение среды. Но сценарий, когда у города «вырастает» сначала один «подлесок», потом другой, – по-моему, нормальный. Изменяется силуэт города, а небоскребы начинают жить своей, отдельной жизнью. Как, например, во Франкфурте-на-Майне, где район высоток и весь остальной город живут практически параллельно.

Вы недавно вернулись с одного из самых престижных европейских профессиональных форумов – Архитектурной биеннале в Венеции. Ваши впечатления?

Весь мир давно уже разделили на две части. Наиболее интенсивно развивающиеся и богатые страны все еще хотят построить самый высокий, самый большой, сверхоригинальный «супермегадом» и привлекают для этого самых звездных, амбициозных, технологически подкованных архитекторов, которые могут и желают это делать. Остальные заняты более «приземленными» проблемами: экологией, улучшением качества пространства для жизни. Как построить энергоемкие и наиболее доступные дома, использовать новые материалы, производство которых требует наименьших энергозатрат – вопросы, которые решаются чаще в социально защищенном и продвинутом обществе. Россия, на мой взгляд, имеет шанс впасть в состояние тоталитарной болезни. Опять реанимируются сталинско-брежневские приемы формирования нового образа жизни. В такой период архитектура всегда объединяется с властью и пытается доказать свою лояльность путем создания амбициозных зданий. И в этом смысле экспозиция российского павильона – иллюстрация такого процесса. Например, представленный на биеннале проект фостеровской 600-метровой башни «Россия», которая станет самым высоким домом в Европе, – демонстрация силы, мощи и значительности российского государства. Все соревнуются в оригинальности, высотных характеристиках, количестве вложенных денег. При этом была практически проигнорирована тема биеннале – рассмотрение архитектуры не как отдельного здания, а как образа мышления, средства коммуникации между людьми.

А есть ли какие-то интересные разработки среди российских проектов, касающиеся темы экологических зданий или эффективного использования энергоэффективных технологий и т.п.?

Мне об этом ничего не известно. Сегодня этот круг вопросов не входит в сферу дискурса российских архитекторов. Иностранцы, работающие в нашей стране, тоже не особенно подвизаются на этом поприще. Российскому заказчику сегодня это не нужно и не интересно.



У вас множество разнообразных премий и дипломов. А что для вас значит звание «Архитектор года»? Дает ли это какие-либо дополнительные дивиденды при общении с заказчиками?

Я не почувствовал. Это все-таки не Притцеровская премия. Это довольно трудоемкая обязанность организовать выставку на следующей «АРХ-Москве».

А из всех существующих сегодня смотров и премий какие для вас являются наиболее авторитетными и значимыми?

Некоторое время назад наиболее почетной и интересной для меня была премия «Золотое сечение» Союза московских архитекторов. Дважды я получал первую премию на «Зодчестве». В упомянутой «АРХ-Москве» практически всегда участвовал и всегда получал какие-то награды – за экспозицию, за проект и т.д. Но испытывать какие-то особенные чувства от обладания титулом «Архитектор года» все-таки несерьезно. В жизни есть большое количество более важных вещей и моментов... к счастью! ■

Чикаго

Чикаго – это третий по числу жителей город США. И один из важнейших промышленных и транспортных центров. Город знаменит своими парками и архитектурой – именно здесь в конце XIX века был возведен первый в мире небоскреб.



Деловой центр Чикаго называется Loop. Своим названием он обязан построенной в 1897 году железной дороге, которая огибает весь район. Сегодня Loop – это лицо Чикаго, фасад города, застроенный гигантскими небоскребами.

Современный Чикаго расположен на юго-западном берегу озера Мичиган, в самом начале водного пути из Великих озер к реке Миссисипи.

Чикаго не раз был первым в мире в области высотного строительства. В 1891 году самым высоким офисным зданием на планете стал 16-этажный Monadnock Building.





Чикаго – это не только взметнувшиеся ввысь небоскребы, здесь немало произведений пластического искусства.



КАСКАД ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМОВ



Текст АЛЛА ПАВЛИКОВА, материалы предоставлены Herzog & de Meuron

Новая башня 56 Leonard Street от Жака Херцога (J. Herzog) и Пьера де Мерона (P. de Meuron) должна появиться в центре Манхэттена к 2010 году. Строительство 57-этажного жилого здания в виде хаотичного нагромождения разногабаритных стеклянных коробок, несомненно, станет новым словом в мировом высотном строительстве.

Авторы претенциозного и неоднозначного небоскреба – швейцарская компания Herzog & de Meuron, на счету которой множество разнообразных объектов, отличающихся парадоксальностью балансирования на грани – между традиционностью и инновациями, функциональностью и эстетикой. Один из последних знаменитых проектов компании – Олимпийский стадион в Пекине, получивший название «Птичье гнездо». Именно благодаря своей разносторонности и способности сочетать несочетаемое, швейцарцы быстро снискали международное признание. Однако, несмотря на солидный возраст (в этом году Herzog & de Meuron отметила свое 30-летие), среди проектов компании до недавнего времени не было небоскребов. Башня 56

Leonard Street станет для швейцарцев первым опытом высотного проектирования. При разработке проекта небоскреба в Нью-Йорке архитекторы делали ставку в первую очередь на новаторство архитектурной концепции, пытаясь вдохнуть новую жизнь в знакомые и привычные формы и материалы.

Башня должна появиться в историческом районе Манхэттена Tribeca между Church Street и Западным Бродвеем, в окружении строений XIX века: небольших особняков, старых промышленных зданий, высотных домов, расположенных на мощных улицах. Однако, проектируя башню на Леонард-стрит, Ж. Херцог и П. де Мерон вдохновлялись отнюдь не образцами присутствующей здесь исторической застройки. Они постарались предложить собственную трактовку традиционного американского небоскреба. Помимо

строений XIX века, эта часть Манхэттена пестрит совершенно неожиданными архитектурными приемами, деталями, резкими линиями, углами. Новое здание, по мнению его авторов, должно способствовать налаживанию диалога между представителями разношерстной архитектуры района.

Таким образом, в своей высотке архитекторы постарались соединить традиционное видение с классическими композиционными принципами модернизма, обозначив при этом новые структурные, конструктивные возможности. Поиски нетривиальных приемов привели к интересному, свежему решению. Объем здания образует каскад стеклянных кубов, словно случайно нагроможденных друг на друга. Каждый этаж несколько сдвинут относительно основной вертикальной оси и других ярусов. В результате получа-



ется несколько непривычная для небоскреба асимметричная форма с многослойной, ступенчатой поверхностью. Хаотичные выступы и загибы рожают завораживающую игру теней, что делает фасады здания динамичными, меняющимися в зависимости от точки зрения и угла падения солнечного света. Башня с ее бесконечными перепадами поверхностей, захватывающими дух консолями, выступающими белыми бетонными перекрытиями, сменяющимися сплошными стеклянными поверхностями, обилием террас ломает привычное восприятие небоскреба как



гладкого, статичного объема, предлагая ему осмысленную альтернативу: небоскреб как арт-объект, вертикальная скульптура, форма которой оказывается еще и функционально оправданной, так как в итоге получается не многоквартирный дом, а скорее башня из отдельных индивидуальных жилых домов, поставленных друг на друга.

Преимущества подобного объемно-пространственного решения этим не заканчиваются. Каждая из 145 квартир, помещающихся в отдельных стеклянных объемах, благодаря разно-

бразию их расположения в общем каскаде, будет иметь уникальную планировку внутренних помещений и открытых пространств – террас, где устроят небольшой зеленый сад с лужайкой. Чем ни частный мини-особняк?

Одной из основных задач проекта стал поиск путей преодоления границ между зданием и окружающей средой. Идея сделать городской ландшафт частью интерьера в последние годы получила широкое распространение, но реализовывалась зачастую в малоэтажных сооружениях. В данном случае этот прием представлен в увеличенных масштабах и к тому же в самом сердце мегаполиса. Применение сплошного остекления стен и образованные за счет смещения объемов многочисленные террасы, площадки под открытым небом позволили добиться в решении поставленной задачи максимального эффекта: будущие жильцы башни получат возможность наблюдать захватывающую панораму Нью-Йорка со всех возможных сторон и ракурсов. Даже оживленную картину Нью-Йоркской гавани и гладь Атлантического океана можно будет увидеть из собственной квартиры.

Не может остаться незамеченной специально разработанная для данного проекта скульптура художника с мировым именем Аниша Капура (Anish Kapoor). Интегрированный в архитектуру здания бесшовный вытянутый объект из полированной стали, похожий на гигантскую блестящую каплю, будет установлен под нависающей консолью первого этажа и возьмет на себя помимо эстетической и художественной функций еще и роль эффектной входной группы.

Архитекторы постарались соединить традиционное видение с классическими композиционными принципами модернизма, обозначив при этом новые структурные, конструктивные возможности

В структуре 56 Leonard Street можно выделить четыре функциональные зоны по мере увеличения высоты: внушительных размеров вестибюли, жилые квартиры, досугово-развлекательный комплекс для жильцов и десять пентхаусов, устроенных в верхней части дома.

Обширный вестибюль предполагается поместить внутри скульптуры А. Капура.

Нижние этажи формируют поверхности различной степени прозрачности и непрозрачности. Вход в здание осуществляется со стороны Leonard Street, откуда посетитель сразу попадает в вестибюль, стены

которого отделаны полированным черным гранитом.

Вторая зона вместит различные по площади и конфигурации жилые апартаменты с пятью либо двумя спальнями, высокими потолками и окнами от потолка до пола, благодаря чему можно любоваться захватывающими видами. Все интерьеры в высотке также разрабатывались архитекторами компании Herzog & de Meuron. В каждой квартире высокие стеклянные двери ведут к площадкам на открытом воздухе без дополнительных балюстрад и перил, мощенным травертином. Конфигурации террас,





Вместо глухих стен обитатели «орлиных гнезд» получают живой и меняющийся пейзаж мегаполиса

так же как и квартир, отличаются друг от друга, расширяя возможности введения манхэттенских пейзажей в интерьер. Кроме того, прозрачные стены способствуют насыщению жилых помещений дневным светом. В противовес грубым бетонным плитам фасада внутренние помещения выполнены в тонкой нейтральной палитре почти невесомых материалов.

Два следующих этажа отведены под досугово-развлекательный комплекс, все виды услуг которого будут доступны для жителей дома. Здесь расположатся спортивно-оздоровительный центр со студией йоги, SPA, многочисленные открытые площадки; библиотека; кинозалы; банкетный зал; ресторан, детская игровая комната и многое другое. Каждый элемент и каж-

дая композиционная деталь были разработаны таким образом, чтобы посетители могли иметь максимальную возможность любоваться городским пейзажем, а прохожие на улице – испытать эстетическое волнение.

Венчает композицию девятиэтажная корона из пентхаусов, восемь из них располагаются каждый на отдельном этаже, еще два – делят поровну последний этаж. Эти «орлиные гнезда» на головокружительной высоте перемежаются широкими частными верандами, не ограниченными дополнительными балюстрадами и ограждениями, из-за чего создается волнующее впечатление свободы парения над городом. Пентхаусы Ж. Херцог и П. де Мерон задумали сделать поистине фантастическими. Помимо приятной возможности подышать воздухом на собственном «приусадебном участке» на высоте 250 м над землей в центре Нью-Йорка, обитатели «орлиных гнезд» вместо глухих стен получают живой и меняющийся пейзаж мегаполиса, причем не только в гостиной или в столовой, но даже в таких интимных помещениях, как спальня или ванная. Трудно представить, но ваннные комнаты в небоскребе тоже имеют стены из совершенно прозрачного стекла.

Подчеркивая внешнюю скульптурность здания, фокусируя внимание на его нетрадиционных форме, композиции и планировке, авторы тщательно продумывали и все его внутренние детали. К примеру, огромные камин от пола до потолка, устроенные в квартирах и пентхаусах, становятся композиционным ядром интерьера. Отделанный белой сталью камин – своего рода монументальный скульптурный элемент, который рождает ощущение домашнего уюта даже в квартире площадью более 500 кв. м с высокими потолками и стеклянными, визуальными почти отсутствующими стенами.

Конструкции здания будут выполнены из железобетона. Основными материалами для фасадов послужат стекло, нержавеющая сталь, алюминий и бетон. Для отделки внутренних помещений будут использованы качественные и дорогие материалы, такие как гранитные плиты, бетонно-мозаичный пол, мозаики из нержавеющей стали, красное дерево и др.

Современный Нью-Йорк быстро и уверенно меняет свое лицо, приобретая все новые выразительные акценты. Связано это именно с появлением нетрадиционных ярких образцов большой архитектуры. Авторы проекта 56 Leonard Street сделали попытку переосмыслить предшествующий опыт высотного строительства и создать нечто глобальное как раз в момент интенсивной трансформации американского мегаполиса, чтобы оставить свой собственный, уникальный след в ткани города. И след этот, несомненно, станет, хотя и спорным, но существенным, заметным вкладом в архитектурную практику США и всего мира. ■

Варианты интерьеров здания

Современный Нью-Йорк быстро и уверенно меняет свое лицо, приобретая все новые выразительные акценты. Связано это именно с появлением нетрадиционных ярких образцов большой архитектуры. Авторы проекта 56 Leonard Street сделали попытку переосмыслить предшествующий опыт высотного строительства и создать нечто глобальное как раз в момент интенсивной трансформации американского мегаполиса, чтобы оставить свой собственный, уникальный след в ткани города. И след этот, несомненно, станет, хотя и спорным, но существенным, заметным вкладом в архитектурную практику США и всего мира. ■

Фокусируя внимание на нетрадиционной форме здания, авторы тщательно продумывали и все его внутренние детали



«ОХТА-ЦЕНТР»

Взгляд на перспективу

«Охта-Центр» стал одним из самых обсуждаемых проектов высотного строительства. Большинство его противников считают, что здание испортит исторический вид Санкт-Петербурга, не представляя при этом убедительных доказательств. Мы предлагаем читателям ознакомиться с точкой зрения компании-проектировщика на этот вопрос.

Представить Санкт-Петербург без выдающихся вертикальных доминант невозможно. Петропавловский собор, возведенный в 1712–1733 годах Доменико Трезини, в свое время лишь немного уступал по высоте самым величественным соборам Европы. На тот момент выше него возносились лишь три сооружения – Ульмский собор в Германии, собор во французском Руане и Святого Петра в Риме. Запроектированная Растрелли колокольня Смольного монастыря так и не была отстроена – сооружение высотой 143 м смогло бы побить рекорд пирамид в Гизе за столетие до строительства Эйфелевой башни. С тех пор, кроме нескольких десятков заводских труб, радиомачт и телебашни, история высотных амбиций Санкт-Петербурга не знала иных сооружений выше рубежа, достигнутого еще при жизни Петра I.

В 2006 году Газпром организовал международный архитектурный конкурс на лучший проект новой высотной доминанты Санкт-Петербурга в составе общественно-делового района в месте слияния Охты с Невой, отобрав из 42 компаний шесть ведущих архитектурных бюро из Западной Европы, США и Великобритании.

По решению жюри, которое совпало с результатами голосования на веб-сайте проекта и горожан, посетивших выставку конкурсных проектов, в соревновании шести концепций, созданных всемирно известными архитекторами, победила британская компания RMJM, самая крупная из всех участников фирма с 50-летней историей, имеющая к тому же опыт проектирования в России и Санкт-Петербурге. В ходе разработки концепции в RMJM провели внутренний конкурс среди ведущих креативных архитекторов компании, и итоговый вариант собрал в себе несколько идей. Разумеется, обсуждались как самые радикальные, так и самые консервативные концепции – например, создание вместо высотной башни «землескреба». Но в итоге красивая и дерзкая одновременно идея высотной доминанты-шпиля, увековечивающего полуостров, на котором вершилась история этой земли на протяжении почти тысячелетия (крепость Ландскрона, Ниеншанц...), настолько захватила, что все остальные «приземленные» мысли нашли свое место в корзине для бумаг.

То, что все шесть участников, формирующих образ и тенденции современной архитектуры и строящие в исторических городах мира (Париж, Лондон,

Барселона, Милан, Эдинбург и Вена, где провести согласования по высотному объекту так же невероятно сложно, как и в Петербурге), представили на суд города здания высотой более 300 м, говорит о том, что выбранный вектор развития градостроительной концепции современного делового района города с новой вертикальной доминантой в своем центре имеет очевидное право на существование. Мы можем не соглашаться с теми или иными идеями этих поистине выдающихся архитекторов современности, но верно и то, что их концепции явились не столько реакцией на историческую среду центра Петербурга, сколько ответом на непосредственный контекст участка, на тот самый депрессивный Ленинград, в котором за последние полвека, по словам губернатора Валентины Матвиенко, «не создано ни одного архитектурного шедевра», и это при том, что были застроены огромные территории, превышающие площадь исторического центра в несколько раз. Назовите хоть одно построенное за этот период здание, которое вошло бы в сокровищницу мировой архитектуры наряду с десятками памятников и ансамблей исторического центра города, здание, на которое люди едут посмотреть из дальних уголков мира, на фоне которого фотографиру-

ются туристы и новобранцы... Ссылки на коммунистическую идеологию и плохое качество строительства не принимаются как отговорки – в период 20–30-х годов при столь же низком качестве и в рамках той же идеологии в СССР были созданы хрестоматийные шедевры советского конструктивизма, примеры которого до сих пор вдохновляют ведущих архитекторов мира.

Самым известным среди знатоков и историков архитектуры проектом небоскреба была и остается 400-метровая башня Татлина (Памятник III Интернационалу 1920 года), которую по замыслу автора должны были возвести в постреволюционном Петрограде прямо за Петропавловской крепостью. Эта башня – не просто бумажная архитектура, это был лозунг прогрессивной культуры первой половины XX века. Этому несбывшемуся сооружению посвящено множество публикаций и международных выставок.

Башня «Охта-Центра» содержит очевидные ассоциации с этим нереализованным небоскребом – в использовании темы спирали в высотном параметре. Однако шпиль архитекторы сделали на несколько метров короче, таким образом оставляя высотный приоритет в истории архитектуры города за виртуальным шедевром Татлина.

Вид с Петровской набережной у Троицкого моста (KGIOP)



примеров в Петербурге предостаточно. А, например, Эйфелева башня высотой 324 м вполне сомасштабна историческому центру Парижа за счет исключительно элегантного силуэта и орнаментальной детализировки ажурных металлоконструкций.

В концепции RMJM пять квадратных в плане крыльев башни, поворачиваясь поэтапно по спиральной траектории, рожают богатую скульптурную форму, подобно бриллианту высокой огранки отражающую в тысяче фасадных панелей из полированного стекла калейдоскопичную мозаику Санкт-Петербурга в раздробленных на мелкие осколки проекциях домов, неба и реки, в многоцветии оттенков от золота до голубого. Это дробление фасадных витражей на множество граней создает исключительно ажурный фасад, сомасштабный архитектуре исторического центра. Наблюдателю, перемещающемуся в пространстве, представится картина «живой» башни в движении бликов и отражений – такова природа оптического обмана, рожденного спиральными формами. Концепция генерального плана, построенная на контрасте горизонтальной и вертикальной доминант, предлагает горожанам новый линейный парк с бульварами и пешеходными мостами, переброшенными на другой берег Охты и через примыкающие дороги.

Силуэт линейного парка, плывущего вдоль зданий стилобатной части, вдохновлен волнами Невы и силуэтом Большеохтинского моста, шедевра эпохи модерна. Парящие в пространстве линии силуэта моста переносят взгляд на комплекс Газпрома и физически связывают его архитектуру с историческим центром Санкт-Петербурга, раскинувшимся на другом берегу Невы. Гигантские пролеты стальных ферм моста, отсылающие к XX веку, сочетаются с орнаментальной детализировкой его элементов, сомасштабной архитектуре века XIX. Это делает мост символическим сооружением, соединяющим исторический центр и современный Петербург, две эпохи и два масштаба. Волнообразный силуэт моста и его масштаб «подхватываются» архитектурой стилобата и транслируются в объемное решение и детализировку самой башни.

Что касается участка строительства на Охте, то он находится не в историческом центре, а на его периферии, в промзоне, основанной еще самим Петром I на развалинах Ниеншанца. Единственный значимый архитектурный ансамбль в ближайшей окрестности – Смольный (монастырь и институт благородных девиц) ввиду своих функций был построен нашими предками в намеренном удалении от центра города.

Высота в 400 м была бы неприемлемой и, безусловно, подавляла бы окружение, если бы башню построили в самом историческом центре. Однако в нашем случае здание строится на достаточном расстоянии от исторического центра. Вопрос достаточности этого расстояния волнует очень многих. Противники проекта предложили строить башню в Рыбацком или на намывных территориях Васильевского острова... Во всех этих предложениях сквозит признание простого явления оптической перспективы – любой объект смотрится на удалении

гораздо меньше по сравнению с находящимися вблизи. Однако, проведя тщательный анализ при помощи компьютерного моделирования и фотомонтажей, архитекторы пришли к выводу, что переносить башню на окраины не следует, поскольку район Охты уже сам по себе находится на вполне достаточном расстоянии от центра города (более 5 км от Дворцовой площади).

Критики проекта, к сожалению, как всегда голословны, они не располагают никакими данными, доказывающими якобы пагубность визуального влияния башни на исторический центр. И напротив, имеется предостаточно материалов исследований, чтобы доказать обратное.

Участок строительства «Охта-Центра» находится довольно далеко от центра города. Скажем, московская башня «Федерация» высотой более 500 м будет находиться ближе к кремлевской колокольне Ивана Великого (ансамбль под охраной ЮНЕСКО), чем башня «Охта-Центра» по отношению к колокольне Петропавловского собора или к Дворцовой площади. Небоскребы Дефанса, завершающие перспективу Елисейских полей в Париже, также находятся гораздо ближе к площади Звезды со знаменитой триумфальной аркой в центре, однако ЮНЕСКО, чья штаб-квартира расположена в Париже, пока не исключило из своего списка этот великий город за «крамольную» для многих идею визуальной взаимосвязи исторической и современной архитектуры.

Что же касается неангажированных оппонентов проекта из рядов интеллигенции, то никто не сомневается в том, что их порывы вполне искренни, – российская интеллигенция всегда была, есть и будет против любой власти и силы, а проект башни – это не что иное, как создание символа власти и силы возрождающейся экономики. Конечно, вместо строительства зданий-символов можно потратить деньги на разные социальные программы. Но что тогда останется в истории города от нашего времени? Если бы все правители были так гуманны и интеллигентны, то у человечества не было бы ни пирамид, ни Акрополя, ни Колизея. И Петербурга тоже бы не было...

Ни заказчик, ни архитекторы не ставили своей целью рекорд высоты. По завершении строительства башня «Охта-Центра» не попадет даже в десятку самых высоких зданий мира, хотя и войдет в тройку самых высоких башен нашей страны после «России» и «Федерации». Так 396-метровая башня «Охта-Центра» будет более чем в 2 раза ниже башни «Бурдж Дубай», строительство которой завершается в ОАЭ. Высота башни диктуется не высотными амбициями, а соображениями гармонии и красоты, она имеет заданную нами высоту и силуэт, чтобы выглядеть именно такой, какой мы, архитекторы, хотели бы видеть ее из исторического центра города в сложившемся градостроительном контексте. Высота башни в 396 м была продиктована стремлением встроить функцию в форму тонкого элегантного шпиля. Здание-obelisk, гармоничные пропорции которого были тщательно выверены и многократно смоделированы, будет органично смотреться на небесной линии Санкт-Петербурга.

Противники ссылаются на «Высотный регламент», который впервые появился в Петербурге в 2006 году и был направлен на ограничение роста рядовой застройки в историческом центре города и в прилегающих районах. Исторически полезный метраж зданий в городе был естественно ограничен высотой в пять-шесть этажей. Первое ограничение высоты зданий вводится в 1857 году «Строительным уставом» – 11 саженей (23,47 м), что не выше карниза Зимнего дворца. С изобретением лифтов и подъемной строительной техники петербургские застройщики стали активно штурмовать «небесную линию». Очевиден пример здания компании «Зингер» (Дом книги), первоначальную высоту которого в 12 этажей власти урезали до семи.

Однако как «Строительный устав», так и «Высотный регламент» относятся к регулированию рядовой застройки. Здания градостроительно важных высотных доминант никогда не подпадали под ограничения высоты. В XVIII и XIX веках это были шпили Адмиралтейства и колоколен, купола соборов, вокзальные башни, пожарные каланчи и пр. В XX веке в городе было уничтожено около сотни соборов и церквей, а старые печные трубы на домах заменили десятки гигантских дымящих труб ТЭЦ и заводов, заполнивших обедненную небесную линию города, вставших кратером вокруг исторического центра. В 1960-е годы на небосклоне появился

Запроектированная Растрелли колокольня Смольного монастыря не была построена



полосатый каркас телебашни высотой 310 м, а в порту выросли исполинские краны, превосходящие по высоте соборы исторического центра. Однако ни одного достойного здания, претендующего на роль особой вертикальной доминанты, в XX веке так и не было создано, во всяком случае ничто из реализованного современниками не может и близко сравниться с доминантами XVIII–XIX веков. В СССР вообще отсутствовали нормы на строительство высотных зданий и технологии их возведения.

Проект высотной доминанты «Охта-Центра» основан на принципах, заложенных первой доминантой Петербурга – колокольней Петропавловского собора, его высота относится к высоте окружения примерно как 1:8, т.е. при высоте рядовой застройки в 48 м (согласно «Высотному регламенту») доминанта имеет высоту 396 м. Высота башни равна восьми диа-

Незавершенный ансамбль Смольного монастыря

Таким должен был быть ансамбль Смольного





Вид на башню с Невы метрам основания (подобно классической колонне), а ее формообразование построено на принципах, заложенных в архитектуре еще строителями древних пирамид: вся масса здания визуальнo устремлена вверх, концентрируясь в точке вершины. По этому принципу построены практически все исторические вертикальные доминанты Санкт-Петербурга. Высота доминанты диктуется и масштабом окружения – в историческом центре, где рядовая застройка соткана из домов с длиной фасада в один-два модуля (25–45 м), высота доминанты до 100 м вполне адекватна. В районе же Свердловской набережной стоят дома с одинаковыми фасадами длиной около 200 м каждый, на Красногвардейской площади фасад зданий 1960-х годов постройки растянут на 760 м! Даже длина Смольного монастыря в 215 м и Смольного института в 300 м, не говоря уже о грандиозных пролетах Большеохтинского моста, диктуют масштаб, совершенно отличный от исторического центра. И в этой

Исторические высотные доминанты, уничтоженные в XX веке



связи 396-метровый шпиль «Охта-Центра» абсолютно сомасштабен своей среде.

Если экстраполировать петербургскую градостроительную традицию XVIII века на век XXI, то для нового района города, где высота рядовой застройки установлена в 48 м, высота безусловной высотной доминанты должна превышать 300 м.

Район Охты, несмотря на наличие нескольких уютных кварталов у Красногвардейской площади, в настоящий момент – олицетворение «депрессивности»: пойма Охты сплошь застроена промышленными объектами, перемежающимися с кладбищами и АЗС. Многие из промышленных предприятий пришли в упадок и ныне распродают, значительное число промобъектов являются экологически вредными, а содержание тяжелых металлов в почвах этих территорий многократно превышает предельно допустимые концентрации. Красногвардейский район в этой части города в сравнении с другими наименее обеспечен транспортной и социальной инфраструктурой, объектами торговли, обслуживания, досуга, культуры и спорта. Уровень благоустройства и озеленения здесь плачевный. Все это призвана изменить реализация проекта «Охта-Центра», как общественно-делового центра, где кроме

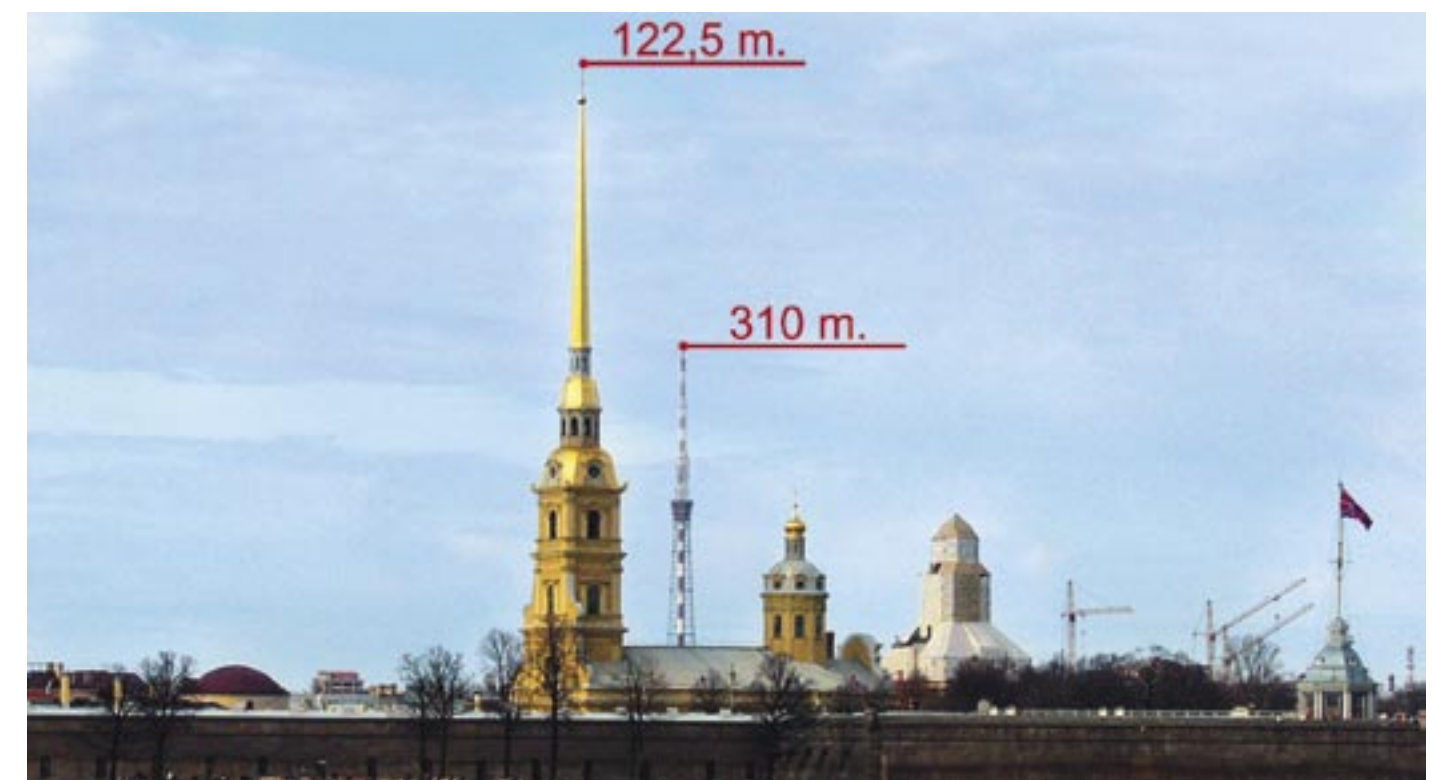
офисных зданий будут построены торгово-развлекательные центры, спортивные сооружения и Культурный центр, в который войдут Музей современного искусства и многофункциональный концертный зал. На этот проект городом возлагаются большие надежды, поскольку, по сути, он станет первым культурным объектом такого рода, построенным в Красногвардейском районе, за пределами исторического центра города. Это сооружение также должно поставить Петербург в ряд мировых столиц, имеющих Центры современной культуры, с которой у Петербурга, увы, будем честными, пока не так все хорошо... Начнем, скажем, с неприятия многими горожанами высотной доминанты «Охта-Центра», связанного с консервативностью мышления, непониманием непрерывности архитектурной и градостроительной деятельности и отсюда – полным неприятием современной архитектуры и искусства как таковых, требованием запереть исторический центр в некое гетто, полностью сегрегировав его от совре-

В 1960-е годы на небосклоне появились исполинские краны в порту, превосходящие по высоте соборы исторического центра

менной архитектуры. Во многом эти граничащие с мракобесием идеи питаются теми известными всем градостроительными ошибками, когда современные постройки весьма сомнительного качества архитектуры появлялись на фоне исторических панорам. В нашем случае ансамбль «Охта-Центра» явится примером совершенно нового качества как архитектуры отдельных зданий, так и всей среды в целом. Город Эрмитажа и Мариинского театра должен развиваться в XXI веке не только как хранитель традиций, но и как создатель новых тенденций, стоящий в авангарде мирового культурного процесса.

Здание будет строиться в достаточном удалении от исторического центра (более 5 км), и с левого берега Невы его не будет видно, а на правом берегу его можно

Эффект перспективы





Вид с улицы Кирочной (KGIOP)



Карта-схема точек фотопанорам (KGIOP)

будет увидеть только с набережных и мостов. Со стрелки Васильевского острова башня будет казаться в 2,1 раза ниже шпиля Петропавловки, с Троицкого моста – в 2,2 раза ниже, с Университетской набережной у здания Академии художеств она будет восприниматься ниже Исаакиевского собора в 1,9 раза. Разумеется, со всех точек правобережного центра башня будет казаться ниже телебашни. Так что ни историческому центру в целом, ни его доминантам башня абсолютно не угрожает. Из сотен улиц исторического центра (левобережье Невы) можно назвать только две, с которых будет видно башню в роли вертикальной доминанты, – это Кирочная улица и участок Фонтанки от Египетского моста до Московского проспекта. Верхушку шпиля

башни будет видно всего с нескольких точек: в самом конце Садовой улицы, на углу набережной Мойки и Конногвардейского переуллка, набережной Мойки и Мошкова переуллка, на углу Невского и Лиговского проспектов и с Марсова поля. Со всех этих точек башня не будет восприниматься как доминанта. Подобное же минимальное воздействие на центр города имеет существующая телебашня высотой 316 м, построенная гораздо ближе к центру. Для всех этих точек архитекторами были сделаны фотомонтажи, виртуальную башню встраивали в модель по результатам тщательных обмеров, сделанных навигационным оборудованием. Аналогичные результаты получились у Комитета по государственному контролю, использованию и охране памятников по итогам независимого анализа высотного влияния башни (они засняли с 25 контрольных точек исторического центра вертолет, поднятый на высоту 400 м над участком застройки). Имеющаяся у архитекторов трехмерная компьютерная модель исторического центра позволяет совершать виртуальные прогулки по городу, оценивая визуальное влияние будущего здания – шпиля на небесной линии города – как новой доминанты, соразмерной контексту, не подавляющей и не конфликтующей с безусловными доминантами исторического центра.

Здание-obelisk, расположенное на останках крепости Ниеншанц, разбитой Петром Великим, символизирует собой как победу русской армии, так и славу России, которая во многом благодаря Газпрому возвращает себе роль уже не ядерной, а энергетической супердержавы, формирующей современную геополитику Евразии. Лучшего места для строительства нового символа города, чем в слиянии Охты и Невы, где люди селились веками до основания Санкт-Петербурга, трудно себе представить.



В концепции RMJM башня «Охта-Центра» – не просто памятник крупнейшему игроку на энергетическом рынке планеты, эксплуатирующему запасы минерального сырья на необъятных просторах России, это памятник многим поколениям россиян, которые покорили и защитили эти просторы за последние три века с момента основания Санкт-Петербурга, это памятник городу в новом тысячелетии, признание его величия и безусловного влияния на историю, культуру и экономику мира. И потому архитектурное решение башни как памятника диктует ее скульптурное формообразование – обелиск, устремленный в небо, как шпиль, деликатно соприкасающийся с небесной линией города. Форма этого барочного по духу шпиля через органичную композицию объемов привносит элемент динамики и движения.

Впервые за несколько десятилетий градостроительного застоя поставлена амбициозная задача создать



Проведение визуального анализа с помощью GPS-оборудования



на берегах Невы архитектурный и инженерный шедевр мирового уровня. Впервые со времен правящей династии Романовых в городе появился заказчик, цель которого, в отличие от прежних и настоящих застройщиков, не выполнить пятилетний план или заработать побольше денег от продажи или аренды квадратных метров, а потратить их на строительство нового символа современного Петербурга и инженерного чуда, которым могли бы гордиться горожане. Башня в данном ее виде как скульптура-obelisk не может быть рентабельна в сравнении с тысячами других ортогональных небоскребов-клонов. Иррациональность этого проекта очевидна, и она сродни романтическому духу, окружавшему строительство всех знаменитых петербургских доминант, начиная с башни Адмиралтейства.

Пять крыльев башни поэтажно поворачиваются на один градус относительно своих центров, уменьшаясь в размере по мере восхождения к вершине, тем самым создавая силуэт шпиля. И если в основании

башня своим планом напоминает очертания находившейся здесь крепости Ниеншанц, то в средних этажах план воссоздает абрис центрального корпуса верфи, основанной Петром I сразу после разрушения крепости на этом же самом месте. Таким образом, архитектура башни уходит корнями в историю участка, репродуцируя и олицетворяя в новых формах историческую память и сильнейшую энергетику этого места, где селились и строились люди за много столетий до основания Петербурга. Те, кто наивно предлагают перенести башню на другое место, просто не понимают, что инвестиции (т. е. энергии накоплений) настолько сильно привязаны к энергиям участка земли, что очень часто сами становятся вторичным явлением. И тогда не заказчик и не его зодчий диктуют участку архитектуру, а сам участок...

По материалам Московской международной конференции по высотному строительству «Москва набирает высоту» ■

Английская набережная от здания Сената (KGIOP)

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВЫСОТНЫХ ОБЪЕКТОВ



Валерий Теличенко, д.т.н., академик РААСН, ректор МГСУ

СТРОИТЕЛЬНЫЙ ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН

Строительный генеральный план разрабатывается на строительство высотного здания (комплекса) и систему инженерных сетей и дорог.

Основной задачей, решаемой при разработке строительного генерального плана, является рациональное размещение на отведенном земельном участке строительных машин, оборудования, складов, временных и бытовых помещений, проездов и коммуникаций.

Исходными материалами для разработки строительного генерального плана должны быть: данные геологических, гидрогеологических изысканий и инженерных и экономических расчетов; проектно-сметная документация; календарный план строительства; расчеты объемов временного строительства; организационно-технологические схемы застройки; графики потребности в основных видах ресурсов; расчеты потребности в подсобных зданиях, сооружениях и установках; данные о перспективных машинах, отечественных и зарубежных, а также о фактическом наличии машин и механизмов по типам в подрядных строительных организациях.

Строительный генеральный план разрабатывается как для подготовительного, так и для основного периодов строительства с указанием:

- постоянных зданий и сооружений;
- мест размещения временных зданий и сооружений;
- постоянных и временных дорог и других путей для транспортирования конструкций, материалов и изделий;
- подкрановых путей и мест установки кранов;
- опасных зон действия машин и механизмов и опасных зон вблизи здания;
- инженерных сетей, мест подключения временных инженерных коммуникаций (сетей) к действующим сетям с указанием источников обеспечения строительной площадки электроэнергией, водой, теплом, паром;
- складских площадок;
- грузоподъемных кранов; бетононасосов и других строительных машин, механизированных установок;
- существующих и подлежащих сносу строений (на подготовительный период);
- мест расположения знаков закрепления разбивочных осей зданий и сооружений, пункта мойки колес строительных машин;

- ограждения строительной площадки и опасных зон;

- мест установки мачт освещения.

При разработке строительных генеральных планов учитываются следующие принципы:

- решения строительного генерального плана должны быть увязаны с решениями проекта (рабочего проекта), включая вопросы организации и технологии производства работ; отвечать требованиям СНиП; наиболее полно удовлетворять бытовые нужды работающих на строительстве; обеспечивать рациональное прохождение грузопотоков;

- временные здания, сооружения, установки и инженерные сети должны располагаться на площадке, где возможна их эксплуатация в течение всего периода строительства;

- затраты на строительство временных зданий и сооружений, включая прокладку инженерных коммуникаций, должны быть минимальными.

В случаях когда организационными и техническими решениями охватывается территория за пределами строительной площадки, разработке строительного генерального плана в составе проекта организации строительства предшествует составление ситуационного плана района строительства. Ситуационный план составляется на геодезической подоснове. При строительстве зданий (сооружений) в стесненных условиях следует предусмотреть возможность использования близлежащих свободных территорий для временного отчуждения. Эти территории необходимо показать на ситуационном плане и согласовать их использование с владельцами.

На строительном генеральном плане приводят все необходимые согласования.

Основопологающим этапом разработки строительного генерального плана является выбор грузоподъемных механизмов и размещение их на строительной площадке. Параметр «опасная зона» определяет компоновку строительного генерального плана, так как именно он диктует: места размещения грузоподъемных кранов, административно-бытовых зданий, проходов и дорожек; размеры складских площадок; размещение других механизмов и машин; определяет площадь территории строительства и влияние на прилегающие зоны.

В проекте организации строительства (ПОС) следует разработать мероприятия по уменьшению размеров опасных зон.

Наиболее приемлемы следующие способы:

- устройство защитных ограждений, препятствующих перемещению груза за заданные габариты;
- оснащение грузоподъемных кранов устройствами по принудительному ограничению перемещения груза по специальным программам (система ограничения зон работы башенного крана в стесненных условиях, СОЗР);
- использование серийных устройств принудительного ограничения зоны работы крана;
- устройство защитных сооружений (укрытий), обеспечивающих защиту от возможного падения груза

в потенциально опасной зоне действия монтажного крана.

Для своевременного развертывания строительства и создания необходимого фронта работ строительным организациям в первую очередь следует также предусматривать строительство транспортных коммуникаций и инженерных сетей.

До начала подготовительных работ должны быть завершены работы по обеспечению строительства постоянной электроэнергией за счет прокладки кабельных сетей и устройства трансформаторных подстанций.

Для уменьшения размеров опасных зон следует задавать минимальные технологически возможные высоты подъема груза над площадкой складирования и над последним перекрытием. На данной высоте следует подводить груз к зданию на минимальное расстояние, разрешаемое правилами Госгортехнадзора, и только затем поднимать его вверх.

На стадии проекта производства работ (ППР) строительный генеральный план следует разрабатывать с детальным указанием и необходимыми привязками:

- границ строительной площадки и видов ее ограждений, действующих и временных подземных, наземных и воздушных сетей и коммуникаций;
- постоянных и временных дорог;
- схем движения средств транспорта и механизмов;
- мест установки знаков и реперов внешней геодезической разбивочной основы;
- мест установки строительных и грузоподъемных машин с указанием путей их перемещений и зон действия и опасных зон;
- размещения постоянных, строящихся и временных зданий и сооружений;
- опасных зон вблизи этих зданий;
- путей и средств подъема работающих на рабочие ярусы (этажи), а также проходов в здания и сооружения;
- размещения источников и средств энергоснабжения и освещения строительной площадки с указанием расположения заземляющих контуров;
- мест расположения устройств для удаления строительного мусора;
- площадок и помещений складирования материалов и конструкций;
- площадок укрупнительной сборки конструкций;
- расположения помещений для санитарно-бытового обслуживания строителей;
- питьевых установок и мест отдыха;
- зон повышенной опасности и способов их ограждения;
- устройств для мытья транспортных средств.

В рамках ППР строительный генеральный план составляется на различные стадии и этапы возведения (подготовительный период, возведение подземной, надземной частей здания).

Размещение объектов временного строительного хозяйства следует начинать с размещения монтажных и грузоподъемных механизмов, так как их располо-



Елена Король, д.т.н., член-кор. РААСН



Павел Каган, к.т.н., доцент МГСУ



Сергей Комиссаров,
к.т.н., доцент МГСУ



Сергей Арутюнов,
к.т.н., доцент МГСУ

жением прежде всего определяются все остальные решения строительного генерального плана.

Вопросы, связанные с размещением и привязкой к объекту монтажных кранов и подъемников, а также с определением опасных зон и ограничений в работе строительных машин на строительной площадке, следует рассматривать в каждом конкретном случае, применительно к условиям производства работ с учетом требований их безопасной эксплуатации, на основе технологических карт производства работ. Места установки грузопассажирских лифтов определяются с учетом мест расстановки кранов.

При определении числа грузоподъемных кранов следует рационально распределять массу поднимаемых грузов между кранами (краном) и грузовыми или грузопассажирскими подъемниками.

Грузоподъемный кран при возведении зданий из монолитного бетона должен обеспечивать работу по бетонированию конструкций, подавая опалубку, арматуру. Подачу бетона должны производить бетононасосы, оснащенные распределительными стрелами. Подачу остальных грузов на перекрытия должны осуществлять грузовые и грузопассажирские подъемники.

Для уменьшения числа кранов следует использовать самоподъемные или подъемно-переставные опалубки, значительно сокращающие затраты кранового времени.

Установка и перемещение машин вблизи выемок (котлованов, траншей, канав и т.п.) с неукрепленными откосами разрешается только за пределами призмы обрушения грунта.

Во избежание доступа посторонних лиц строительная площадка должна быть огорожена.

Ограждения, примыкающие к местам массового прохода людей, необходимо оборудовать сплошным защитным козырьком.

Размещение приобъектных складов должно производиться с учетом расположения подъездных дорог и подъездов от основных транспортных магистралей к местам приемки и выгрузки материалов. Приобъектные склады сборных элементов, укрупненных конструкций, материалов, полуфабрикатов и др. должны находиться в зоне действия крана.

Временные производственные, санитарно-бытовые, административные и здания складского назначения должны размещаться таким образом, чтобы обеспечивались безопасные и удобные подходы к ним и максимальная блокировка зданий между собой, что способствует сокращению расходов по их подключению к коммуникациям и эксплуатационных затрат. Временные здания необходимо приближать к действующим коммуникациям в следующем порядке: к канализационным, водоснабжению, электроснабжению; телефонизации и радиодификации. Такой порядок уменьшает трудозатраты и сокращает сроки выполнения работ подготовительного периода.

Санитарно-бытовые и административные здания, а также подходы к ним следует располагать вне опас-

ных зон действия строительных машин, механизмов и транспорта.

На строительном генеральном плане должны быть показаны: габариты временных зданий; их привязка в плане; места подключения коммуникаций к зданиям или сооружениям.

Проектирование сети временного водоснабжения после определения потребности в воде следует начинать с выбора источника. Источниками временного водоснабжения могут быть: существующие или проектируемые водопроводы с устройством в необходимых случаях дополнительных временных сооружений; самостоятельные временные источники водоснабжения в виде артезианских скважин.

Пожарные резервуары следует устраивать на площадках в тех случаях, когда водопровод не обеспечивает расчетное количество воды на пожаротушение.

КАЛЕНДАРНОЕ И СЕТЕВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Базируясь на технологических расчетах, принятых организационных схемах возведения объекта, разрабатывается календарный план строительства, который может быть представлен в виде линейного графика, циклограммы или сетевого графика. На основании календарного плана в соответствии со сроками выполнения работ и возведения объектов по отдельным календарным периодам определяются: распределение капитальных вложений; выполнение объемов строительно-монтажных работ; потребность в основных материально-технических и людских ресурсах.

Календарный план разрабатывается для двух этапов строительства: на подготовительный и на основной периоды (с распределением объемов строительно-монтажных работ по месяцам, кварталам). Учитывая техническую сложность высотных объектов, основной период, в свою очередь, может разбиваться на два периода – устройство подземной части здания и возведение надземной части.

Календарный план строительства жилого здания (комплекса) должен предусматривать возведение объекта в комплексе с учреждениями и предприятиями, связанными с обслуживанием населения, и выполнение всех работ по инженерному оборудованию, благоустройству и озеленению территории в соответствии с утвержденным проектом застройки. Причем организационно-технологические решения должны предусматривать опережающую инженерную подготовку, оборудование территорий и площадок и технологически рациональную последовательность выполнения работ поточными методами.

При составлении календарных планов на стадии проекта организации строительства преследуют следующие цели:

- разработка рациональной организации производства строительно-монтажных работ;
- определение сроков строительства и ввода отдельных частей комплекса, а также сроков выполнения отдельных основных работ;
- оценка объемов строительно-монтажных работ в отдельные календарные периоды строительства;



- эффективное распределение капитальных вложений;
 - определение сроков поставки основных конструкций, материалов и оборудования;
 - определение требуемого количества и сроков использования технических и людских ресурсов;
 - определение сроков ограничения движения транспорта вблизи строительной площадки и сроков ввода магистральных коммуникаций и дорог;
 - определение сроков реализации жилья и офисных помещений.
- Исходными данными для разработки календарного плана являются:
- материалы проекта (генеральный план, строительная и сметная части и др.);
 - нормативная или заданная продолжительность строительства объекта или комплекса;
 - условия ведения строительства;
 - перечень основных и вспомогательных зданий и сооружений;
 - объемы работ, их стоимость и ресурсоемкость;
 - данные о наличии производственной базы строительной индустрии и возможностях ее использования;
 - сведения об условиях поставки и транспортирования с предприятий-поставщиков строительных конструкций, готовых изделий, материалов и оборудования;
 - сведения о предполагаемых подрядчиках, их квалификации;

- принятые решения по методам организации строительства и производства основных работ;
- организационно-технологические схемы возведения отдельных объектов и строительства комплекса в целом, членение объекта и территории застройки на участки;
- проекты-аналоги, фактические данные об их реализации;
- сведения, характеризующие возможности подрядных организаций и их материально-техническую базу;
- нормативная, методическая и справочная литература.

На стадии ПОС номенклатура и детализация работ, включаемых в календарные планы, должны быть укрупненными и отвечать следующим требованиям: выделять все постоянные основные и вспомогательные здания и сооружения, а также наиболее крупные работы и временные сооружения подготовительного периода; отражать основные этапы организационно-технической подготовки и строительства, в том числе устройство основания и возведение подземной части; отвечать структуре потока и пространственному членению объекта или комплекса; позволять определять объем, стоимость и ресурсоемкость работ.

При этом в календарном плане выделяются работы подготовительного периода.

Календарный план разрабатывается в двух исполнениях: с оценкой объемов работ в физических величинах и в рублевом выражении (график финансирования).

ЖК «Воробьевы горы»,
Москва

Сметная стоимость, объемы строительно-монтажных работ, потребность в строительных конструкциях, полуфабрикатах и основных материалах принимаются по укрупненным показателям сметной стоимости и фактическим нормам расхода строительных материалов, по укрупненным сметным нормам на конструкции и виды работ.

Потребность в основных механизмах и транспортных средствах устанавливается на основе физических объемов работ, объемов грузоперевозок и норм выработки строительных машин и транспортных средств.

Потребность в рабочих кадрах определяют делением показателя объемов строительно-монтажных работ на выработку одного работающего, включая работников обслуживания.

Календарное планирование производства работ на стадии ППР предусматривает разработку:

- комплексного сетевого графика на возведение объекта или его части, в котором определяются последовательность и сроки выполнения работ с максимально возможным их совмещением, а также нормативное время работы строительных машин, потребность в трудовых ресурсах и средствах механизации, выделяются этапы и комплексы работ, выполняемые субподрядными организациями;

- календарного плана производства работ на подготовительный период строительства, включая график работ в линейной или циклограммной форме или сетевой график.

Разработка комплексных сетевых графиков осуществляется на основе решений, принятых в проекте организации строительства.

Комплексный сетевой график должен отражать:

- последовательность и сроки выполнения строительно-монтажных работ, монтажа оборудования и пусконаладочных работ;

- последовательность и сроки обеспечения работ материально-техническими ресурсами, сроки сдачи в монтаж оборудования;

- сроки передачи заказчику после окончания испытаний смонтированного оборудования для его комплексного опробования.

Разработку комплексного сетевого графика рекомендуется осуществлять в следующей очередности:

- определяют исходные данные из проекта (в том числе проекта организации строительства) с необходимой детализацией работ, а также трудоемкость и стоимость производства работ;

- разрабатывают исходный сетевой график, в котором приводятся проектные, подготовительные, основные работы и поставка оборудования с разбивкой по основным этапам, а также сдача в эксплуатацию;

- производится сбор и согласование локальных графиков на выполнение комплексов работ, осуществляемых как генподрядной, так и всеми субподрядными организациями;

- после взаимоувязывания локальных сетей с общей сетью по опорным точкам исходного графика производится расчет и анализ сетевого графика.

На заключительном этапе осуществляется оптимизация графика.

«Сшивка» локальных графиков производится с учетом очередности строительства всех элементов комплекса и намеченной последовательности ввода их в эксплуатацию. При «сшивке» проверяются правильность построения сетей, соответствие граничных событий, возможность обеспечения точности работ. В процессе компоновки сводной сетевой модели целесообразно выделять зоны проектных работ, организационно-технологических мероприятий, изготовления и поставок конструкций и технологического оборудования, строительно-монтажных работ, реализации строительной продукции.

При проектировании производства работ каждого конкретного объекта необходимо учитывать следующие основные факторы: схему несущих конструкций; материал конструкции здания; этажность; протяженность и конфигурацию в плане; заданные сроки строительства; сезонные условия производства работ; сложившийся уровень технологии и организации работ; степень специализации.

Строительство высотного здания целесообразно разбить на четыре цикла: устройство оснований; устройство подземной части здания; возведение надземной части здания; устройство кровли, отделочные работы лестничных клеток, монтаж лифтов.

Первый цикл. При наличии в проекте здания «стены в грунте» ведущей работой при устройстве оснований является «стена в грунте», затем устройство свайных фундаментов или монолитной плиты фундамента, бетонированной единым блоком без разбивки на участки.

Второй цикл. При устройстве подземной части здания ведущей работой является бетонирование конструкций подземной части. В зависимости от размеров подземной части здания производится деление всего объема работ на ряд захваток для их поточного выполнения.

Третий цикл. При возведении надземной части здания ведущей работой является бетонирование несущих конструкций или монтаж металлических конструкций. Для протяженных зданий каждый этаж разбивается на захватки. Для башенных зданий разбивка на захватки не производится. В этом случае необходимо организовать поточное производство работ одновременно на нескольких ярусах здания.

С этой целью возводимое здание разбивается на ярусы по 8–10 этажей в каждом. На верхнем ярусе выполняют работы по бетонированию конструкций, на нижних – все остальные работы.

Непременным условием разбивки здания на ярусы является проверка на стадии «проект» возможности



восприятия верхним перекрытием яруса случайного падения груза с высоты. Если это условие выполняется, то разбивка здания на ярусы возможна.

Производство работ на ярусе начинается с первого этажа яруса и может выполняться в летнее время примерно в следующей последовательности:

- устройство перегородок и утепление стен поробетоном. После окончания работ бригада переходит на второй этаж яруса;
- прокладка электропроводки и прочих кабельных и слаботочных проводок первого этажа;
- оштукатуривание стен и перегородок;
- часть сантехнических работ;
- подготовка под полы;
- первичная отделка помещений;
- установка окон (дверей);
- отделка помещений, установка электротехнических и сантехнических приборов.

Шаг потока выполняемых работ должен быть кратным шагу потока бетонирования конструкций.

Для обеспечения работы в летнее время верхнее перекрытие яруса должно иметь гидроизоляцию, а для работы в зимнее время ярус должен иметь систему временного теплоснабжения.

Четвертый цикл. Монтаж лифтов и кровельные работы выполняют после окончания бетонирования основных конструкций. ■

ДК «Антей»,
Екатеринбург

Ходынский бульвар,
Москва



МГСН 4.19-2005

При корректировке МГСН для более полного учета опыта проектирования и строительства высотных зданий был проведен ряд научно- и организационно-технических мероприятий, в том числе обобщен опыт проектирования пилотных и других высотных зданий, изучен и проанализирован опыт строительства высотных зданий.

КОРРЕКТИРОВКА



Текст ЮРИЙ ГРАНИК, д-р техн. наук, директор по научной деятельности
ОАО «ЦНИИЭП жилых и общественных зданий»

Самара

В течение 2007–2008 годов обсуждались положения МГСН 4.19-2005 на технических совещаниях в ОАО «ЦНИИЭП жилых и общественных зданий» и Управлении научно-технической политики в строительной отрасли. Для этого созданы три рабочие группы по доработке текста МГСН 4.19-2005 на основе полученного опыта проектирования и строительства:

- по общим, объемно-планировочным и конструктивным разделам норм;
- по обеспечению безопасности и противопожарных требований;
- по инженерным системам высотных зданий.

В рабочие группы вошли представители научно-исследовательских, проектных, строительных организаций, а также инвесторов и заказчиков. Составы рабочих групп были утверждены Управлением науч-

но-технической политики в строительной отрасли. Было проведено 18 заседаний рабочих групп по обсуждению замечаний и предложений, а также ряда дискуссионных вопросов.

От научно-исследовательских, проектных и строительных организаций на первом этапе в 2007 году было получено 480 замечаний и предложений, наиболее существенные из которых были рассмотрены на рабочих группах. На втором этапе обсуждения МГСН было получено около 500 дополнительных замечаний и предложений. Большинство из них было учтено при корректировке текста МГСН. Поступившие замечания и предложения касались практически всех разделов МГСН. Наиболее существенные из них следующие.

Из названия МГСН, по мнению специалистов, следует исключить словосочетание «многофункциональные высотные здания и здания-комплексы», поскольку все здания этого типа являются многофункциональ-

ми и комплексными. В связи с этим целесообразно название свода правил сформулировать следующим образом: «МГСН. Проектирование высотных зданий».

Одним из важных общих вопросов, выявившихся в процессе обсуждения, стало корректное определение высоты здания. В зарубежной практике высота небоскреба определяется несколькими способами: по верхней отметке шпиля здания, по отметке покрытия (при плоской кровле), по отметке конька крыши и по отметке перекрытия над верхним этажом. Предпочтение при этом отдается первому способу, в соответствии с чем небоскреб «Тайбей 101» был в свое время признан самым высоким зданием, хотя «Сирс Тауэр», фактически выше. В соответствии со СНиП 21-01-97* п. 1.5* «Пожарная безопасность зданий и сооружений» высота здания определяется «разностью отметок поверхности проезда для пожарных машин и нижней границы открывающегося проема

(окна) в наружной стене». Это определение было обусловлено возможностью подачи пожарной лестницы в верхний проем наружной стены здания. После обсуждения на рабочей группе была принята уточненная формулировка этого определения.

Высота здания определяется разностью отметок поверхности проезда для пожарных машин, находящегося на уровне планировочной отметки земли и нижнего уровня открывающегося проема (окна) верхнего этажа, не считая технического, в наружной стене. При сплошном остеклении фасада и отсутствии оконных и других открывающихся проемов высота здания определяется разностью отметок верхнего перекрытия и поверхности проезда для пожарных машин на уровне наиболее низкой планировочной отметки.

Весьма актуальной является проблема установления рациональных пределов огнестойкости несущих конструкций высотных зданий. В МГСН 4.19-2005

Екатеринбург



Самара установлены жесткие пределы их огнестойкости: для зданий до 100 м – 3 часа, свыше 100 м – 4 часа. Между тем в ряде ведущих европейских стран этот показатель для высотных зданий составляет 2–3 часа. Например, в немецких нормах высотные здания делятся на классы: при высоте здания до 200 м (III класс) предел огнестойкости установлен 2 часа, а свыше 200 м (IV класс) – 3 часа. При определении необходимых пределов огнестойкости в западных странах основная концепция состоит в том, что заданные пределы огнестойкости должны гарантированно обеспечивать безопасную эвакуацию людей из здания при пожаре. Проблема сохранения здания как имущественной ценности относится к вопросам страхования и решается

Новые образы
Екатеринбурга

в каждом случае соглашением между владельцем и страховой компанией. На рабочей группе было принято решение об установлении в своде правил трехчасового предела огнестойкости с возможностью увеличения его до 4 часов при соответствующем обосновании, что должно отражаться в технических условиях.

Высоту пожарного отсека надземной части здания после обсуждения решено принять до 75 м. Следует отметить, что в строящихся в настоящее время в массовом порядке здания высотой до 75 м (22–25 этажей) нормы не предусматривают устройства пожарных отсеков. В этой связи уместно сказать, что в проектируемых и строящихся высотных зданиях органами пожарного надзора согласовываются высоты пожарных отсеков, существенно превосходящие 50 м.

Расстояние от дверей квартир в высотном здании до ближайшего эвакуационного выхода в настоящее время принято, как и в обычных жилых домах, не более 12 м. Однако в высотном здании значительно больше систем пожаротушения и выше требования к пожаробезопасности конструкций, материалов и оборудованию. Кроме того, в высотных зданиях применяется развитая система противодымной защиты, система оповещения и управления эвакуацией и др. В связи с этим при корректировке это расстояние увеличено до 25 м, что позволит архитектору более рационально решать планировочные зада-



Жилой комплекс,
Самара



Екатеринбург,
строительство Сити

чи. В немецких нормах, например, этот показатель составляет 35 м.

Практика проектирования высотных зданий показала, что следует оговорить условие, когда для зданий простой формы относительно небольшой высоты с развитыми размерами в плане (отношение ширины здания к его высоте <1/5) можно ограничиться расчетами на ветровые нагрузки в соответствии со СНиП 2.01.07-85* без испытания их моделей в специализированных аэродинамических трубах.

Принятая в СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений» классификация лестниц и лестничных клеток малоприменима для высотных зданий. В текст внесено уточнение, что при применении лестничных клеток с естественным освещением светопрозрачные ограждения должны выполняться из ударостойкого и огнестойкого стекла.

Атриумы в высотных зданиях приняты по требованию органов пожарного надзора не выше нижнего надземного пожарного отсека, т.е. не выше 50 м. В международных нормах таких ограничений нет. Например, в здании Коммерцбанка (Франкфурт-на-Майне) высота атриума равна 200 м. В отечественной практике органы пожарного надзора согласовывают произвольное размещение атриумов при их высоте более 50 м. Примером может служить здание московских правительственных организаций в «Москва-Сити». Поскольку ограничение высоты атриума может существенно сузить возможности архитектурного решения таких уникальных зданий, как высотные, оно снято при регламентации соответствующего соблюдения мероприятий, препятствующих распространению огня внутри пространства атриума.

МГСН 4.19-2005 регламентируют для предотвращения распространения пожара по фасаду высотного здания необходимость устройства в уровне противопожарных перекрытий козырьков и выступов шириной не менее 1 м из негорючих материалов. Это требование существенно ограничивает варианты архитектурного решения высотного здания. В то же время зарубежный опыт, связанный с возникновением и развитием пожаров в высотных зданиях, показывает, что подобного рода козырьки и выступы ни в какой степени



Екатеринбург: старое и
новое рядом

не препятствуют распространению огня по фасаду. Наиболее надежным препятствием в этом случае, по данным иностранных источников, являются водяные завесы, защищающие оконные проемы вышележащих этажей от проникновения огня. Это положение было принято в новой редакции норм.

Практика строительства высотных и других уникальных зданий выявила существенные недостатки в проектировании, устройстве и эксплуатации наружных стен и применяемых фасадных систем. В этой связи в МГСН введен подраздел, в который включены требования к наружным стенам и фасадным системам. Эти регламентации являются новыми для нашей нормативной базы и на них целесообразно остановиться более подробно.

В наружных стенах высотных зданий допускается применять фасадные системы с воздушным зазором, с облицовкой кирпичом и светопрозрачные фасадные системы. Применение фасадных систем со штукатурными слоями, как правило, не допускается



ТЦ «Вертикаль»,
Самара



Саморезы для скрепления элементов несущего каркаса можно применять только тогда, когда конструктивными методами будет гарантирована невозможность их разбалтывания под воздействием переменных ветровых нагрузок. В высотных зданиях вследствие недостаточной надежности нельзя, как правило, применять скрытые крепления декоративных экранов к несущему каркасу фасадной системы.

Для несущих каркасов фасадных систем следует использовать коррозионностойкую и оцинкованную сталь, а также сплавы алюминия. При этом толщина покрытия стали слоем цинка должна быть не менее 30–35 мкм с дополнительным покрытием полимерными материалами. Для исключения коррозии локального типа алюминиевые детали необходимо анодировать. Коррозионностойкие стали для высотных зданий следует применять на основе только аустенитных и хромоникель-молибден-титановых сплавов. Во избежание электрохимической коррозии необходимо полностью исключить контакты анодированного алюминиевого сплава и стальных деталей. В частности, нельзя для соединения алюминиевых деталей несущего каркаса применять стальные болты, саморезы, заклепки. Недопустимо также использование комбинированных



Екатеринбург-Сити

из-за необходимости выполнения работы по нанесению штукатурных слоев при температуре не ниже +5°C и недостаточной надежности и долговечности этого вида отделки в условиях эксплуатации высотных зданий.

В светопрозрачных фасадных системах допускается применение опорно-ригельных, полуструктурных и двойных конструкций. Для применения структурной системы из-за ее большой жесткости и отсутствия компенсаторных механизмов, обеспечивающих ее сохранность при деформациях высотных зданий, требуется получение специального разрешения.

Крепление несущего каркаса фасадных систем следует выполнять только к несущим конструкциям высотного здания либо к прочным железобетонным конструкциям. Крепление каркаса к ячеистобетонным и другим стенам, выполненным из малопрочных материалов, не допускается из-за угрозы разрушения этих материалов в местах крепления под воздействием знакопеременных пульсационных ветровых сил.

алюминиевых заклепок со стальным сердечником.

Конструкция крепления элементов навесных светопрозрачных фасадных конструкций должна обеспечивать их свободные деформации при температурных воздействиях. К проектированию и устройству фасадных систем допускаются организации, имеющие опыт выполнения этих работ на уникальных объектах не менее пяти лет. Эти организации должны представить регламент по монтажу, контролю выполненных работ и эксплуатации фасадной системы в течение всего срока службы здания. Эти регламентации могут быть представлены в виде технических условий, технологических регламентов и стандартов предприятий.

Особое внимание при устройстве фасадных систем следует обращать на входной контроль поставляемых материалов и компонентов и их соответствие проектным решениям данной системы для того, чтобы исключить применение несовместимых друг с другом материалов и деталей либо поставки некондиционной



Жилой комплекс,
Самара

продукции. Помимо этого уполномоченные организации должны контролировать выполнение монтажных и скрытых работ для обеспечения надлежащего качества исполнения фасадных систем.

В составе проектной документации должен быть раздел, регламентирующий требования к фасадной системе, в том числе при ее эксплуатации. Желательно также в этом разделе отразить проведение мониторинга фасадной системы.

При проектировании и строительстве высотных зданий широкое распространение получила практика применения больших площадей светопрозрачных ограждений. Теплозащитные характеристики таких ограждений в 4–5 раз ниже, чем у наружных стен. При планируемых объемах высотного строительства, в частности оцениваемых в Москве в 7–9 млн кв. м общей площади, это может привести к очень значительному перерасходу энергоресурсов на отопление и кондиционирование. Поэтому в МГСН регламентировано, что площадь остекления в жилых домах свыше 18%, а в общественных – свыше 25% требует особого технико-экономического обоснования и согласования.

В соответствии с поставленной задачей было желательно по возможности гармонизировать МГСН с международной (европейской) нормативной базой. Изучение этой проблемы выявило существенные отличия европейской и отечественной нормативных баз:

- в европейской и международной нормативных базах отсутствуют выделенные нормы на проектирование и строительство высотных зданий. Более того, нет общепринятого стандарта определения высотного здания. В немецких нормах к высотным относят здания выше 22 м;

- еврокоды ориентированы на нормирование зданий

и сооружений только по признаку материалов, применяемых для несущих конструкций: железобетон (бетон), композитные материалы, сталь, алюминий, камень (кирпич), дерево. Нормирование зданий и сооружений по функциональному признаку (жилые, гражданские, многофункциональные и т.п.) не предусмотрено;

- в еврокодах отсутствуют требования к архитектурным и объемно-планировочным решениям зданий, в том числе высотным. В немецких стандартах, например, требования к объемно-планировочным решениям ограничиваются определением площадей в зависимости от расстановки мебели. В отечественных и московских нормах минимальные площади помещений регламентируются в зависимости от их функционального назначения и санитарно-гигиенических требований;

- еврокоды содержат более общие и менее конкретные регламентации, предоставляя проектировщику большую свободу и возлагая на него большую ответственность. Например, при применении неизвестных ранее и неапробированных проектных решений все возникающие вопросы в соответствии с европейскими нормами относятся к компетенции и ответственности проектировщика;

- имеются значительные расхождения в терминологической и понятийной базах европейских (международных) и отечественных норм. Столкнувшись с такой проблемой, разработчики еврокодов установили специальную процедуру (программу) согласования текстов под контролем CEN с любого языка на одном из трех официальных: английский, немецкий и французский. Продолжительность этой процедуры занимает несколько лет.

Учитывая сказанное выше, гармонизация МГСН с европейскими нормами имеет ограниченный характер. ■

Разнонаправленное **ДВИЖЕНИЕ**

Одним из методов строительства, позволяющих сократить время монолитных работ, является достаточно известный в мире метод top-down. При хорошей организации процесса строительства этот метод позволяет вести работы по возведению каркаса зданий одновременно «вверх-вниз» для конструкций нулевого цикла и традиционно «снизу вверх» для конструкций выше поверхности земли. Как правило, за точку отсчета принимается перекрытие над верхним подземным этажом, расположенное на «нулевой» отметке, от которого и ведутся строительные работы сразу в двух направлениях.



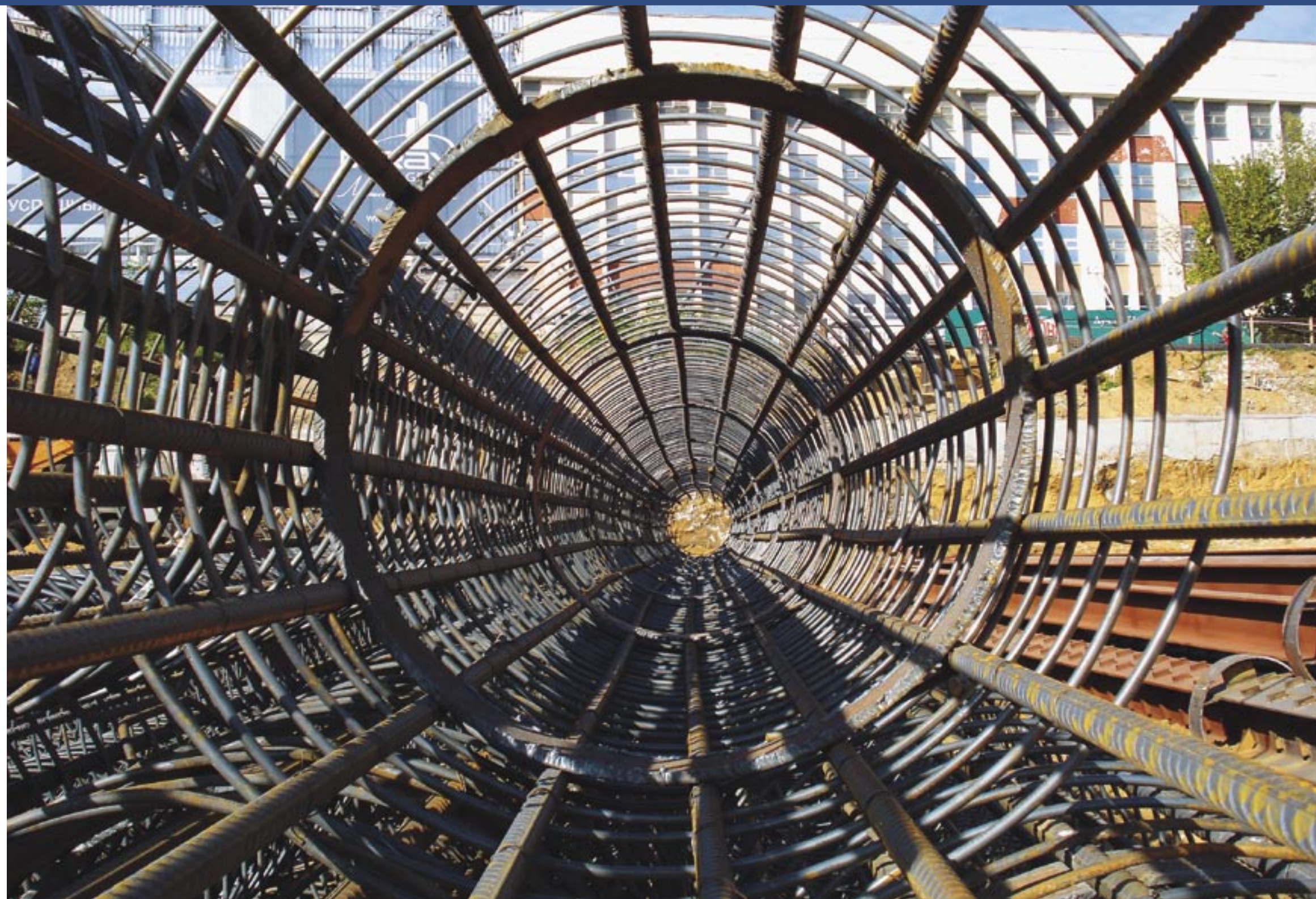
Елена Зайцева

Естественно, что применение метода top-down актуально при наличии у здания нескольких подземных этажей, возведение которых требует устройства глубокого котлована. В этом случае подземные перекрытия, возводимые в первую очередь, играют роль распорной конструкции для ограждения котлована.

Технология «вверх-вниз» была применена при строительстве подземной части 10-этажного корпуса «Д», входящего в состав высотного административно-торгового комплекса «Миракс-Плаза», возводимого на пересечении Третьего транспортного кольца и улицы Кульнева. Подземная часть комплекса состоит из четырех этажей, в которых будут располагаться многоуровневая парковка и инженерно-технические помещения.

Ограждение котлована было выполнено в виде «стены в грунте» сложной формы, повторяющей контур корпусов. В соответствии с технологией top-down распорными конструкциями для нее должны были служить плиты перекрытия, устраиваемые начиная с плиты на отметке -5,250 и далее – вниз до фундаментной плиты.

На первом этапе был выкопан котлован до уровня -1-го этажа и с этой отметки выполнялись буронабивные сваи по схеме «свая-колонна» диаметром 1200 и 1000 мм. Общая длина свай равна 38 м, при заглублении свай ниже фундаментной плиты в 27,5 м. В сваи устанавливался металлический сердечник, к которому приваривался арматурный каркас сваи. Верхняя часть свай, расположенная в



зоне подземных этажей, проходила холостым ходом с заполнением скважины щебнем (рис. 1).

По проекту все конструкции здания выполняются из монолитного железобетона. Устройство жестких рамных узлов с передачей горизонтальных нагрузок через перекрытия на ядра жесткости обеспечивает прочность и устойчивость каркаса здания. Поэтому основной задачей, которую необходимо было решить на первом этапе строительства, было устройство таких узлов временного опирания монолитных перекрытий на металлические колонны, которые могли воспри-

нять как вертикальные, так и моментные нагрузки. Металлические сердечники играют роль временных колонн, на которые опираются диски перекрытий по мере выемки грунта под ними. В дальнейшем, на втором этапе возведения подземных конструкций здания, вокруг сердечников были установлены арматурные каркасы колонн и произведено их обетонирование через специальные проемы, устроенные в ранее залитых перекрытиях.

Схематичный поперечный разрез подземной части здания представлен на рис. 2. Для обеспечения

необходимой жесткости металлические сердечники, выполненные из колонного двутавра № 40, заземлялись в сваях ниже подошвы фундаментной плиты на 2 м с помощью специально запроектированного узла. Перекрытия заливались в опалубке, устанавливаемой непосредственно по грунту. Для предотвращения возможных деформаций, которые могло получить свежеслитое перекрытие при передаче давления от веса сырого бетона на грунт основания, пришлось предварительно увеличить жесткость опорного грунта. Под опалубкой перекрытия в грунте устраивались неглубо-



Вообще, приходится констатировать, что использование технологии top-down заставляет конструктора решать большое количество «технологических», сопутствующих непосредственному производству несущих конструкций задач, требующих нетрадиционного подхода. Например, при бетонировании перекрытий вокруг металлических сердечников и в местах расположения будущих монолитных стен были заложены специальные гильзы для последующей заливки вертикальных конструкций. Важно было правильно определить количество и размер этих отверстий, для того чтобы впоследствии иметь возможность качественно выполнить стены и колонны и в то же время обеспечить прочность уже забетонированного перекрытия. До возведения железобетонных колонн конструкция узла

примыкания перекрытия к сердечнику должна была выдерживать требуемую нагрузку, складывающуюся из собственного веса перекрытия и монтажных нагрузок, возникающих в процессе строительства. Для восприятия передаваемых вертикальных и моментных нагрузок от перекрытия в уровне капителей колонн выполнялись специальные опорные столики, к которым приваривалась верхняя и нижняя арматура капителей. Соединения арматуры перекрытия с опорными элементами, монтажные узлы металлических конструкций, возводимых на площадке должны быть очень высокого качества, что и было достигнуто при постоянном контроле выполняемых работ со

стороны технического надзора заказчика и авторского надзора генпроектировщика. Гидроизоляцию подземной части выполняли с помощью полимерных мембран, которые прижимались к «стене в грунте» железобетонной стеной подвала толщиной 25–30 см, возведенной по периметру корпуса.

До заливки и набора прочности бетона вертикальных конструкций, соединение которых с плитами перекрытий обеспечило бы пространственную жесткость конструкций корпуса «Д», были разработаны временные металлические связи. Расстановка связей определялась пространственным расчетом каркаса здания на нагрузки, действующие на конструкции в процессе строительства. Общий вид такой портальной связи показан на рис. 3. Необходимость постановки вертикальных связей была также вызвана выявленными при откопке подземных этажей отклонениями сердечников, установленных в сваи.

Применение технологии top-down, как от проектировщиков, так и от строителей требует более тщательного подхода к процессу строительного

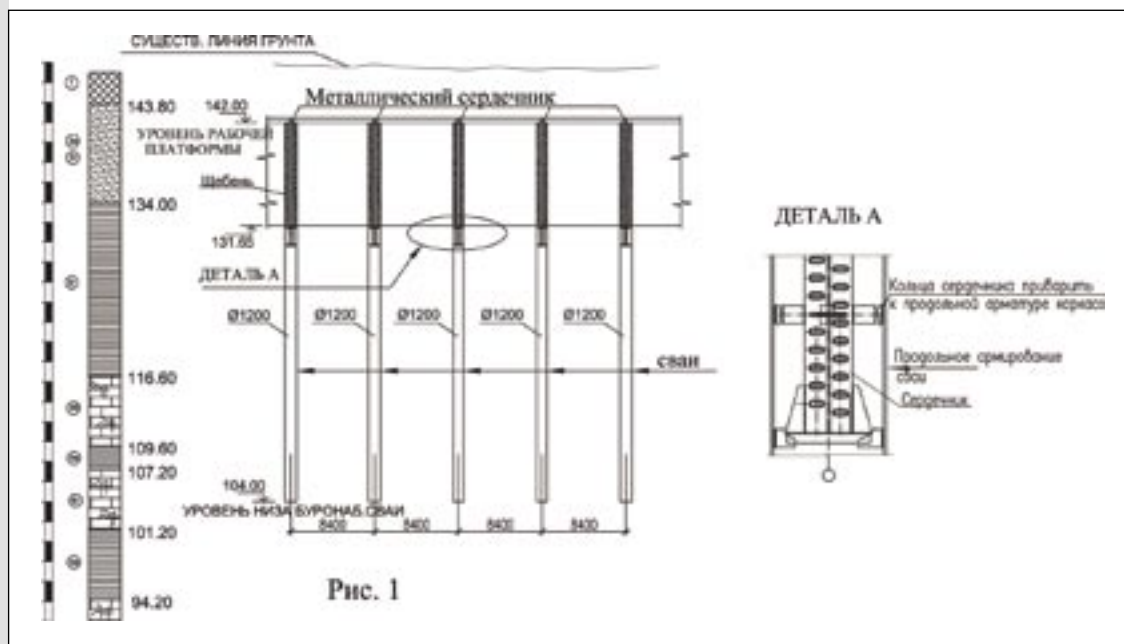


Рис. 1



Рис. 3

Устройство первого подземного перекрытия по грунту

кие траншеи, залитые бетоном невысокой прочности, плюс основание уплотнялось ручными трамбовками. После устройства перекрытия и набора бетоном прочности производилась выемка грунта из-под перекрытия средствами малой механизации через специально оставленные в плите технологические проемы.

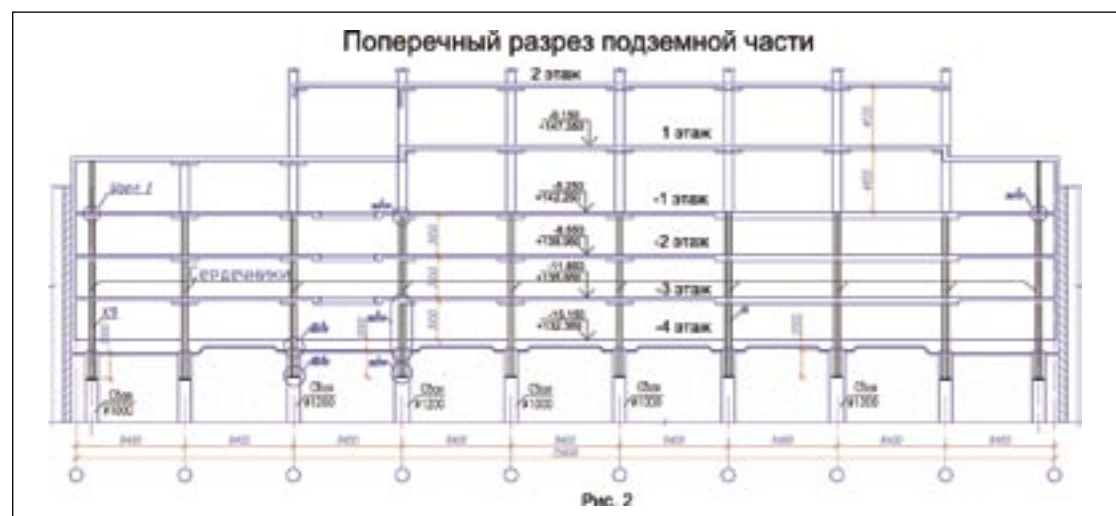
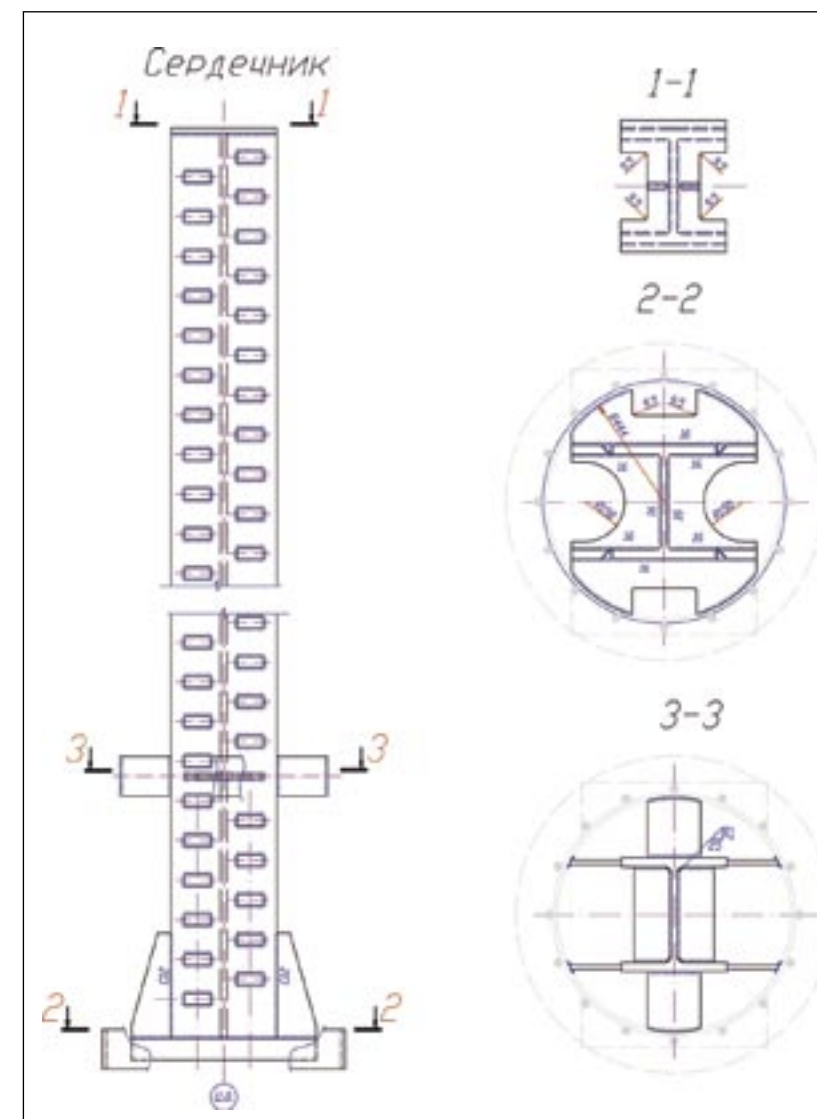
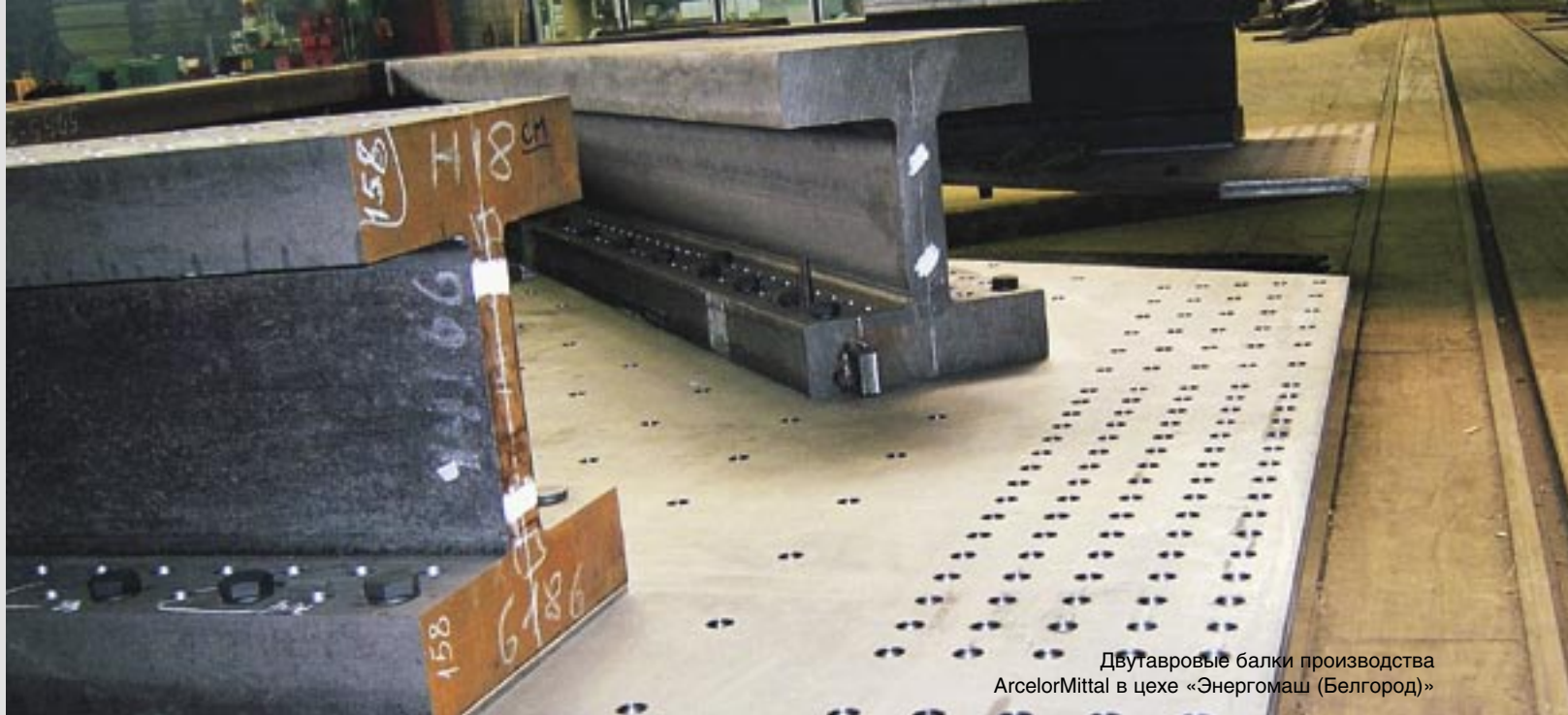


Рис. 2

производства, так как предполагает применение на площадке сложных технических решений. Особой точности требовала установка сердечников в сваи. Отклонения сердечников от проектного положения, замеренные сразу после выполнения свай в уровне -1-го подземного этажа, находились в пределах от 0 до 30 мм. Интерполируя начальное отклонение на нижележащие этажи, получили значение в 100 мм в уровне -4-го этажа. Учитывая значительные нагрузки, воспринимаемые временными металлическими колоннами, и появившийся в результате неточного устройства свай эксцентриситет сердечников, необходимо было абсолютно надежно решить вопрос их устойчивости до появления постоянных железобетонных вертикальных конструкций, что и было сделано с помощью установки временных связей. При обетонировании металлических колонн железобетонные конструкции, включающие в себя сердечники, работающие с эксцентриситетом, были необходимым образом доработаны и усилены.

Использование метода top-down заставляет всех участников проектирования решать большее количество вопросов, чем традиционный способ возведения зданий, требуя также несколько больших материальных затрат при производстве. Однако при правильной координации проектных и производственных работ он способен дать значительную экономию времени строительства, позволяя вести одновременное строительство каркаса как надземной, так и подземной части комплекса. ■





Двутавровые балки производства ArcelorMittal в цехе «Энергомаш (Белгород)»

Текст и фото КОНСТАНТИН ТЕТЕРИН,
директор службы продаж металлоконструкций ЗАО «Энергомаш (Белгород)»

Еще одним значимым проектом стал МФК «Федерация» в ММДЦ «Москва-Сити». Каркасы обоих зданий выполнены из монолитного железобетона. Но при этом в конструкции более высокой башни «Восток» для обеспечения прочности предусмотрены четыре встроенных межэтажных диска жесткости – аутригерные этажи, состоящие из колонн, аутригерных ферм, жестко связанных с центральным ядром здания, опоясывающими фермами по периметру этажа и передающими фермами. Аутригерные этажи – это металлические конструкции, которые служат для перераспределения нагрузки с верхних этажей на нижние. В данном случае эти этажи располагаются в зоне переходов между двумя башнями для восприятия усилий, возникающих в этих зонах.

ПРОЕКТ

Проект аутригерных этажей стадии КМ (конструкции металлические) выполнен в ЦНИИПСК им.

Мельникова по техническому заданию ЗАО «Миракс-Сити». На этапе проектирования особую сложность представляла аутригерная вставка между 59-м и 65-м этажами, отметки с +216 м до +233 м.

В связи с тем, что усилия в стержнях ферм достигали 5550 тс, были приняты следующие технические решения:

- использовать фасонный металлопрокат в виде двутавровых балок типа W торговой марки HISTAR 355 с пределом текучести 355 МПа;
- сварные стойки коробчатого сечения высотой 570 мм выполнить из листов толщиной 60 мм. К сварным швам предъявляются высокие требования, так как, например, поясные швы относятся к 1-й категории по СП 53-101-98 (обеспечение полного провара со 100%-ным контролем физическими методами);
- пояса и раскосы ферм выполнить из прокатных двутавров W14x16x550, W14x16x665, W14x16x730 с

МЕТАЛЛОКО НСТРУКЦИИ

В ВЫСОТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Первые металлоконструкции в строительстве появились в середине XIX века. В 1851 году впервые в архитектурной практике было построено здание из стали и стекла (Всемирная промышленная выставка в Лондоне). Сегодня металлоконструкции широко применяются в строительстве как несущие в каркасах зданий и других инженерных сооружений.



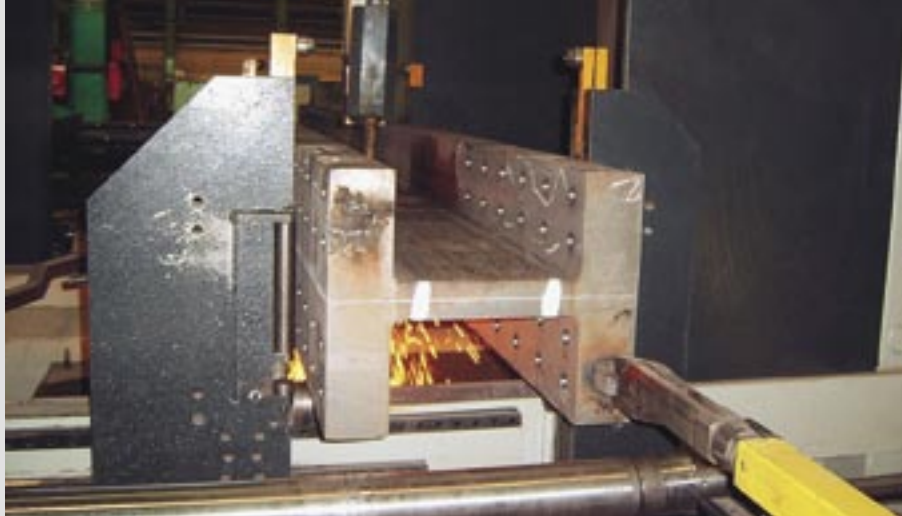
Монтаж металлоконструкций аутригерного этажа комплекса «Федерация»

ЗАО «Энергомаш (Белгород)», ранее известное как Белгородский завод металлоконструкций, работает на металлостроительном рынке 35 лет. Эту дату предприятие отметит в конце декабря 2008 года. Завод традиционно изготавливает конструкции каркасов зданий промышленного и гражданского назначения. Среди них такие знаковые объекты, как стадионы «Лужники» и «Локомотив», дебаркадер Киевского вокзала и торговый комплекс «Европейский» (Москва).

В настоящее время приоритетными направлениями деятельности являются высотное строительство, пространственные конструкции из круглой трубы и крупные промышленные проекты. Это конструкции, требующие большой ответственности, сложные и даже уникальные. Из недавно реализованных проектов высотного строительства можно назвать каркас шахтной печи высотой 98 м на Лебединском горно-обогатительном комбинате и офисное здание Оренбурггазпрома высотой 80 м.



Контрольная сборка ферм в цехе «Энергомаш (Белгород)»



Обработка балки на автоматической линии «FICER»

Проверка сходимости болтовых соединений в заводских условиях

Погонной массой соответственно 818, 990 и 1086 кг/м. Пояса и раскосы ферм выполнить в виде сварных Н-образных сечений высотой 570 мм с погонной массой 1367, 1681 и 1889 кг/м;

- фасонки ферм толщиной 50 и 75 мм выполнить из листов толщиной 50 мм и пакетов из листов толщиной 75 мм.

Проектом предусмотрено применение прокатных балок производства компании ArcelorMittal (Люксембург).

Листовой металлопрокат толщиной до 125 мм по EN 10025-3 произведен компанией Picart & Beer (Бельгия), марка стали S355NL.

Все соединения приняты фрикционно-срезными на высокопрочных болтах класса 12.9 по DIN 6914 длиной до 295 мм и диаметром M30, с натяжением 47,8 тс.

Материал всех конструкций – нормализованная, мелкозернистая, низколегированная сталь S 355 NL по EN 10025-3 толщиной до 125 мм с гарантией ударной вязкости при -50°C и гарантией по z-свойствам.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Все металлоконструкции изготавливались на ЗАО «Энергомаш (Белгород)». Техническое сопровождение проекта, проведение контрольных сборок, при-



варку стад-болтов (шпикел Нельсона), предмонтажное укрупнение конструкций, доставку конструкций на монтаж, шеф-монтажные работы осуществляла группа компаний «Холдинг-Стройсталь».

Как рассказал главный инженер ГК «Холдинг-Стройсталь» Диппнер Э.И., который осуществлял на заводе техническое сопровождение проекта, в прошлом году ЗАО «Энергомаш (Белгород)» уже изготовило 2500 тонн первой аутригерной вставки на уровне 32-го этажа. На предприятии была отработана технология сварки колонн коробчатого сечения из толстолистового металлопроката марки стали S355. Длина каждой колонны составляла 13 м, а вес более 23 тонн. При изготовлении конструкций ферм использовалась прокатная балка с толщиной полки 120 мм, стенки 80 мм. Все узлы сборной конструкции ферм выполнены на высокопрочных болтах. При изготовлении 2500 тонн металлоконструкций первого аутригерного этажа было выполнено более 300 тыс. отверстий. На территории завода проведено семь контрольных сборок для обеспечения 100%-ной сходимости всех элементов.

В апреле 2008 года началась работа над конструкциями второго аутригерного этажа массой 3500 тонн. На завод в Белгород из Люксембурга стали поступать прокатные балки ArcelorMittal. Производственникам предстояло просверлить уже более 400 тыс. отверстий диаметром 32 мм в более чем 5000 деталей толщиной от 25 до 125 мм с максимальной погрешностью 1,5 мм. Особенность работы заключается в повышенных требованиях к выполнению болтовых соединений. Если на первом аутригерном этаже применялся болт 27, а отверстия сверлились диаметром 31 мм, то на втором аутригерном этаже для болтов 30 сверлились отверстия диаметром 32 мм, т.е. зазор составлял всего 2 мм!

Кроме того, необходимо было освоить изготовление сварных стоек из листовой стали толщиной 60 мм с точностью выполнения узлов 0,5 мм и угловыми соединениями с точностью 12 угловых минут. Применялась полуавтоматическая сварка в смеси защитных газов проволокой 1–2 мм. Сварка толстолистового проката, до 120 мм, выполнялась многопроходным способом (делали по 60–80 проходов на одном шве) с предварительным подогревом зоны шва до 100–120°C для снятия возникающих напряжений. Для равномерного распределения напряжений сварку одной колонны одновре-



Подготовка колонны аутригерного этажа к сдаче представителям заказчика

менно производили четыре сварщика. Для сварки некоторых элементов ферм длиной 12 м из проката толщиной 125 мм применялась электрошлаковая сварка с последующей термообработкой и правкой на вальцах.

Со всеми этими задачами коллектив справился успешно. С июля по сентябрь было проведено 14 контрольных сборок, которые подтвердили собираемость конструкций и их строгую геометрию.

Требования по точности изготовления были более жесткими, чем допуски СП 53-101-98. Фактически строительные металлоконструкции изготавливались по машиностроительным нормам. Что такое заказ – разметчики, сверловщики, сборщики, сварщики, фрезеровщики, мастера и начальники участков. Это они обеспечили высокий уровень качества конструкций.

Компания «Энергомаш» не имела права ни на одну ошибку, поскольку исправление таких конструкций на монтаже невозможно, а малейшая приостановка монтажа привела бы к срыву графика строительства объекта государственной важности. Столь сложная и необычная задача впервые решалась не только в практике компании «Энергомаш», но, можно сказать, вообще в отечественном металлостроении. В заводской лаборатории, которая аттестована на проведение испытаний, были проведены испытания поясных швов колонн, подтвердившие их высокую надежность.

Доставка предусматривалась автомобильным транспортом. Причем из-за очень большого объема перевозок конструкторам пришлось основательно поработать над схемами погрузки и разбивки на отправочные марки, чтобы все грузы были габаритными. Для ускорения разгрузки и подъема фасонки на монтаже на высоту 200 м в заводских условиях производилось пакетирование.



Сборка колонны с наклонными поясами

Выполнение заказа еще раз доказало, что ЗАО «Энергомаш (Белгород)» в настоящее время является одним из самых технически оснащенных и квалифицированных изготовителей металлоконструкций, а ГК «Холдинг-Стройсталь» – партнер компании «Энергомаш» – один из лучших коллективов профессиональных монтажников. ■

ЗАО «Энергомаш (Белгород)» изготавливает конструкции каркасов зданий промышленного и гражданского назначения



Приварка шпикел Нельсона (стад-болтов) осуществлялась на «Энергомаш (Белгород)»

Теплопроводность БЕТОНА

Конструктивные системы высотных зданий из монолитного железобетона характеризуются большими нагрузками на вертикальные несущие элементы и широким применением в качестве фундаментов плитно-свайных оснований. Фундаментные плиты (ростверки) в таких зданиях по значению модуля поверхности m относятся к массивным конструкциям ($m < 2$) [1]. Модуль поверхности колонн нижних этажей достигает значений 1,9–3, что вплотную приближает их к классу массивных конструкций.

При производстве работ в период ухода за бетоном особое значение приобретает контроль температурного режима, так как скорость нагрева и остывания бетона, а также максимальные значения температур ограничиваются нормами [5] и регламентами проектов производства работ. Неравномерность распределения температур в железобетонном элементе может стать дополнительным фактором трещинообразования на стадии возведения здания.

Для теплотехнических расчетов можно использовать программный комплекс по методу конечных элементов ANSYS, поддерживающий следующие виды теплообмена: теплопроводность, конвекция и излучение [7]. Программный комплекс сертифицирован Госатомнадзором РФ (рег. номер ПС в ЦОЭП при РНЦ КИ № 490 от 10.09.2002, рег. номер паспорта аттестации № 145 от 31.10.2002), а также многими зарубежными органами сертификации (ISO 9001, ISO 9000-3, British standard BS 5750, Lloyd's Register's software certification, NAFEMS QA certification и др.). В расчетах, приведенных ниже, использован ANSYS версии 11.0 (лицензия № 155748 от 28.04.2003).

Теплопроводность реализуется как обусловленный градиентом температур обмен внутренней энергией, который можно описать уравнением для скорости переноса тепла, известным как закон Фурье [8]. Под конвекцией понимается передача тепла, которая происходит между поверхностью объекта и окружающей средой, когда они имеют различные температуры. Теплопередача конвекцией описывается законом Ньютона [8]. Для получения разрешающих уравнений используется закон сохранения энергии (первый закон термодинамики). Учитывая изменчивость тепловыделения цемента и температур во времени, следует решать задачу нестационарного теплообмена.

Прежде чем приступить к проектному анализу массивных железобетонных конструкций на действие нестационарных тепловых воздействий, желательно сделать тестовые расчеты известных экспериментов и теоретических изысканий. Это позволяет в дальнейшем с достаточной точностью производить аналогичные расчеты. Возможности современных вычислительных программно-аппаратных комплексов позво-

ляют составлять и решать адекватные расчетные схемы, с учетом геометрической сложности исследуемых объектов, нелинейности нагрузок и свойств материалов. Кроме того, имеется возможность передачи результатов решения тепловой задачи в прочностной модуль, например, для расчета деформаций по полученным температурным полям [7].

В качестве контрольных примеров были выбраны решения теплотехнических задач по определению распределения температур в бетоне с учетом экзотермии цемента, приведенные в монографии доктора технических наук, профессора С.В. Александровского [1].

Рассмотрим разогрев массивного цилиндра от экзотермии цемента [1, с. 77–80]. Модель представляла собой цилиндр диаметром 1000 мм, высотой 300 мм. Материалом служил цементно-песчаный раствор состава 1:4,32, плотностью 2300 кг/м³, В/Ц = 0,583 с содержанием цемента 390 кг/м³. Для создания двумерного температурного поля торцы модели изолировали. Удельная теплота гидратации цемента определялась опытным путем и приведена в [1, табл. 12]. Трехмерная конечно-элементная модель цилиндра показана на рис. 1. Гистограмма экзотермии представлена на рис. 2. Учитывая симметрию, для расчета задана четверть цилиндра. Всего в модели примерно 442 узла и 197 КЭ.

При моделировании цилиндра применялись 20-узловые шестигранные элементы типа SOLID90. По толщине (30 см) цилиндр разбивался на один КЭ, что, как показали тестовые расчеты, обеспечивает практическую точность. В качестве нагрузки на КЭ задано изменяющееся на протяжении 168 часов внутреннее выделение тепла. Дополнительно, вокруг цилиндра задана воздушная среда с температурой +16°С для моделирования теплопотерь в соответствии с экспериментом. Такие характеристики бетона, как удельная теплоемкость, теплопроводность и коэффициент теплоотдачи, заданы в соответствии с нормами [4].

Сопоставление экспериментальных данных с теоретическим решением С.В. Александровского и решением задачи методом конечных элементов показало близкое приближение. Графики изменения температур и изополя распределения температур по цилиндру представлены на рис. 3 и 4 соответственно. Расхождения значений максимума температур

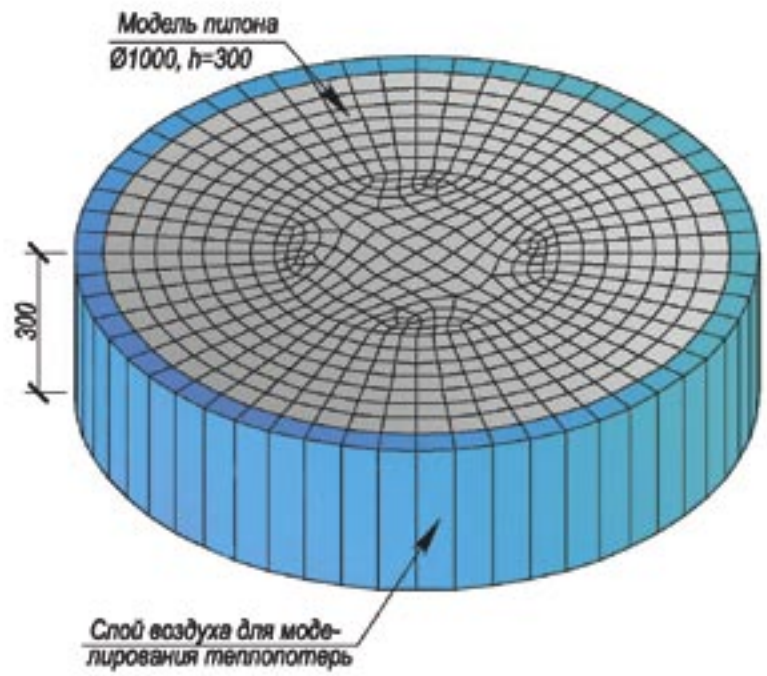


Рис. 1. Общий вид трехмерной конечно-элементной расчетной схемы цилиндра

в центре, $0,5xR$ и $0,75xR$ составили 5, 1 и 4% соответственно (R – радиус цилиндра).

Для следующего примера взято аналитическое решение распределения температуры в массивной бетонной плите [1, с. 80–91]. Толщина плиты – 2,0 м. С одной стороны плита закрыта опалубкой, с другой – открытая поверхность. Начальная температура бетонной смеси составляет $+15^{\circ}\text{C}$. При расчете учтены теплопотери с обеих сторон во внешнюю среду с изменяемой среднесуточной температурой. Смоделирован процесс продолжительностью 180 суток. Содержание цемента в бетоне составляет 300 кг/м^3 . Удельная теплота гидратации цемента за первые сутки составила 18 ккал/кг ($75,4 \text{ кДж/кг}$). Расчетное изменение температуры наружного воздуха принято по следующему закону:

$$\varphi(t) = \varphi_{\text{но}} - A_1 / 2 \sin 2\pi t / t_1,$$

где $\varphi_{\text{но}} = +6^{\circ}\text{C}$; $A_1 = 36^{\circ}\text{C}$; $t_1 = 8640 \text{ ч}$.

Сопоставление аналитического решения проф. С.В. Александровского и решения МКЭ в ПК ANSYS свидетельствует об удовлетворительном приближении. Графики изменения температуры бетона (на

расстоянии 0,8 м от опалубки) и наружного воздуха представлены на рис. 5.

Наряду с предыдущим примером с аналитическим решением еще больший интерес представляет пример из реальной практики устройства фундаментов под высотные здания – фундаментная плита башни «Евразия». Все необходимые данные для расчета взяты из открытых источников [2]. Плита представляет собой многоугольник с габаритами в плане $51,4 \times 72,4$ и толщиной $2,5\text{--}3,0$ м. В качестве плоской расчетной области выбрано сечение по оси симметрии фундаментной плиты. Непрерывное бетонирование в течение 41 часа моделировалось «рождением» слоев бетона, т.е. постепенным активированием конечных элементов и экзотермии. На графиках и изополях, приведенных на рис. 6 и 7 соответственно, отчетливо видна разница в изменении температуры в различных областях плиты. Можно четко определить перепад температур от периферии плиты к ядру и назначить по расчету зоны дополнительного утепления. Распределение температурных полей в средней зоне плитного ростверка показало, что максимальная температура составила $+57^{\circ}\text{C}$ в ядре и $+35^{\circ}\text{C}$ по контуру [2]. Расчетом получено $+56^{\circ}\text{C}$ в ядре и $+32^{\circ}\text{C}$ по контуру, что свидетельствует о приемлемой точности моделирования. Небольшая разница в результатах объясняется прежде всего отсутствием графика тепловыделений для конкретного бетона.

Применение ПК ANSYS при проектировании башни «Московский дворец бракосочетаний» позволяет расчетным путем оценить ожидаемые изменения температуры по сечению круглой колонны диаметром 2100 мм в течение семи суток от начала укладки бетона. Температура наружного воздуха принята равной $+5^{\circ}\text{C}$; температура бетонной смеси $+12^{\circ}\text{C}$. Расход портландцемента М500 принят 550 кг/м^3 (бетон тяжелый, класса В80 по прочности на сжатие). Характеристики тепловыделения бетона принимались по [4, табл. 2 прил. 2]. Теплофизические характеристики бетона принимались по [5, прил. Д]. Расчетной моделью

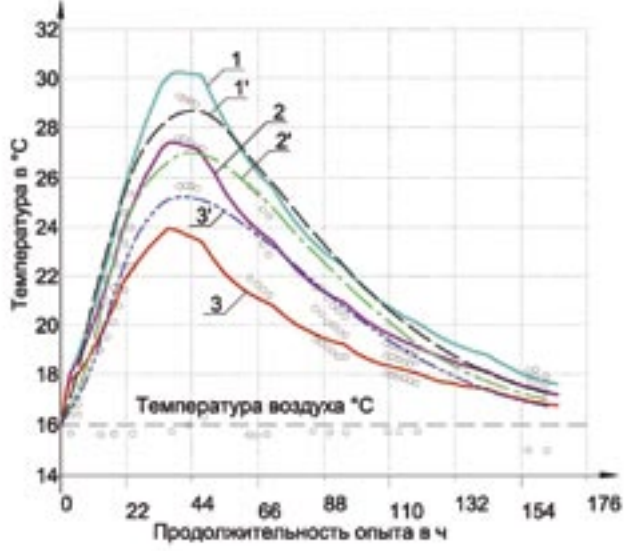
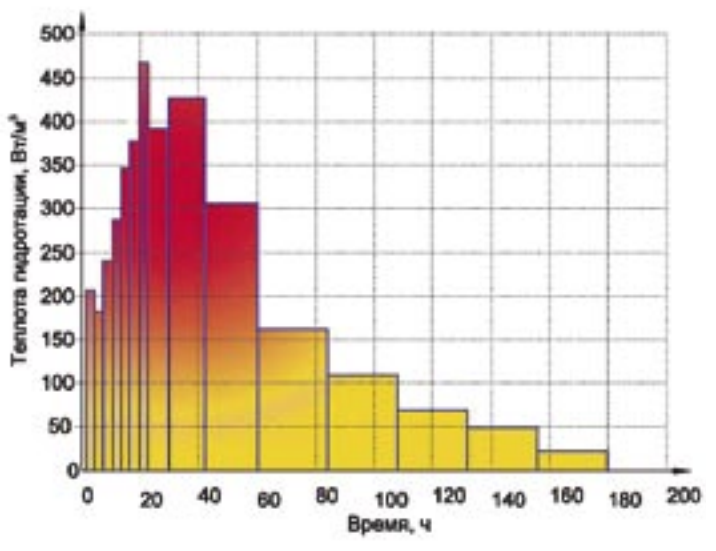


Рис. 2. Гистограмма тепловыделений бетона в соответствии с [1]

Рис. 3. Графики изменения температур: 1, 2, 3 – графики изменения температур в центре цилиндра, в $0,5xR$ и $0,75xR$ (R – радиус) по расчету в ANSYS; 1', 2', 3' – то же по [1]; ... – экспериментальные точки

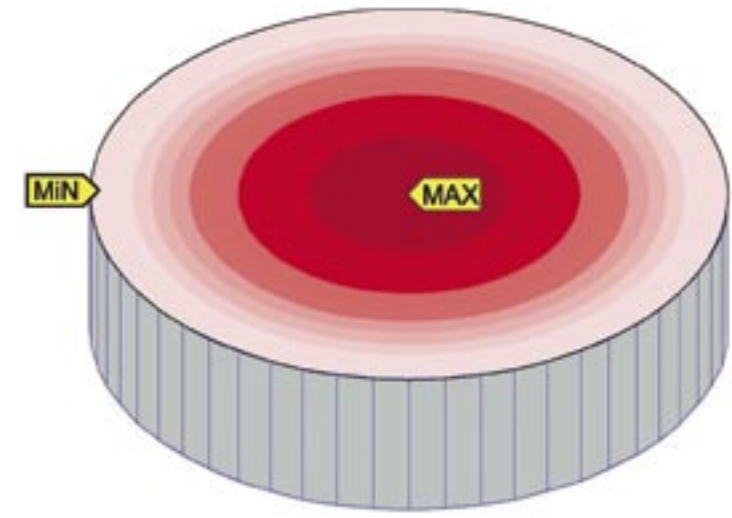
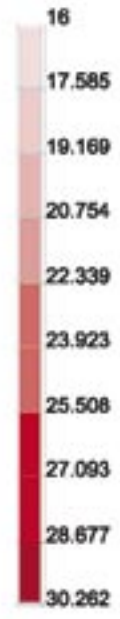


Рис. 4. Изополя распределения температур в цилиндре через 37 часов после начала эксперимента

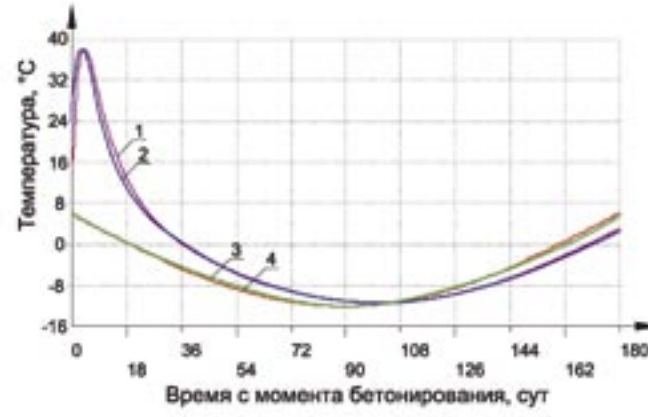


Рис. 5. Графики изменения температур: 1, 3 – графики изменения температур в бетоне (0,8 м от опалубки) и наружном воздухе по расчету в ANSYS; 2, 4 – то же по [1]

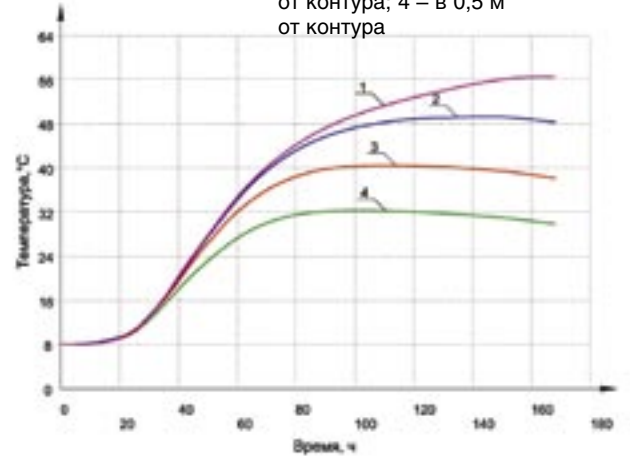
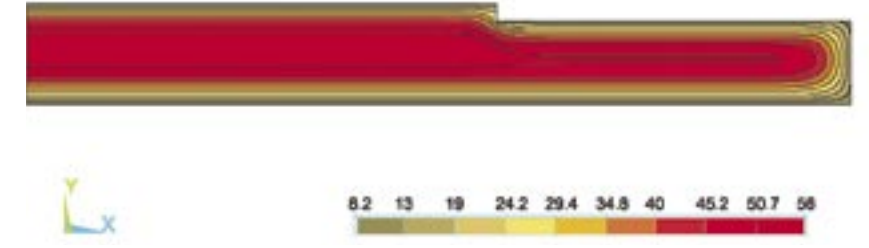


Рис. 7. Изополя распределения температур по сечению фундаментной плиты



колонны служил цилиндр с теплоизолированными торцами, разбитый на отдельные 20-узловые объемные конечные элементы SOLID90. Скорость повышения температуры на вторые сутки, когда бетон приобрел уже значительную прочность, составила примерно $1,06^{\circ}\text{C/ч}$. Пик температур в центре сечения был достигнут через 70 часов после начала затвердевания бетона и составил $+53^{\circ}\text{C}$. Перепад температур в центре и на наружной поверхности колонны – 35°C . Скорость охлаждения в рассматриваемом расчетном случае составила $0,28^{\circ}\text{C/ч}$. Полученные расчетные характеристики температурных полей не выходят за границы, определенные в [5, табл. 6]. Выполненное компьютерное моделирование процессов затвердевания бетона показало возможность практического планирования ухода за бетоном в период производства работ.

Расчетная диаграмма экзотермии может быть представлена в соответствии с [4] или по результатам конкретных экспериментальных исследований, например [1, 2]. ■

- Александровский, С.В. Расчет бетонных и железобетонных конструкций на изменения температуры и влажности с учетом ползучести. С.В. Александровский. М.: НИИЖБ, 2004.
- Невилль, А.М. Свойства бетона. А.М. Невилль. М.: Стройиздат, 1972.
- Раковский, Л. Неподтопленные основы «Евразии». Л. Раковский// Высотные здания. 2008. № 2. С. 82–89.
- СНиП 2.06.08-87. Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений. М.: ЦИТП, 1988.
- СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции. М.: ГУП ЦПП, 2002.
- СНиП 23-101-2004. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование тепловой защиты зданий. М.: ФГУП ЦПП, 2004.
- ANSYS 11.0 Theory Manual. Release 11.0 Documentation for ANSYS, 2007.
- ANSYS 11.0 Thermal Analysis Guide. Release 11.0 Documentation for ANSYS, 2007.



Планарное остекление при реконструкции зданий

Из опыта проектирования ГК «Техноком»



ГК «Техноком»

адрес: 119530, Москва, проезд Стройкомбината, д.6

тел: (495) 441-2233, 441-2322

факс: (495) 441-81-66

e-mail: tecom@technocom.ru

homepage: www.technocom.ru

При реконструкции существующих зданий огромное значение имеют фасадные решения. Удачное решение полностью меняет внешний вид объекта, превращая безликую коробку в современные здания с выразительной архитектурой.

К числу наиболее интересных решений относится использование планарного (безрамного) остекления. В отличие от традиционного остекления, в планарной системе плоскость стекла не разрезается стойками и ригелями, что позволяет реализовывать самые смелые архитектурные замыслы. Элементы крепления стекла – так называемые спайдеры – своей изящной формой лишь подчеркивают легкость и прозрачность стеклянного экрана. Такой экран может либо сам выступать в качестве основного фасада здания, либо, отступив от него на расстояние 0,5-1,0 метра, создавать дополнительную декоративно-защитную оболочку в системе двойного фасада. Ярким примером использования планарного остекления является завершающаяся реконструкция административного здания на ул. Ефремова, 10. Реконструкцию проводит ГК «Техноком», проектировщик – ООО «Проектный институт фасадов». Общая площадь фасада составляет около 12600 м².

Существующее здание «одевается» в двойной фасад в несколько этапов:

1 этап – замена окон здания на современные окна из алюминиевого профиля с энергосберегающим стеклом;

2 этап – стены здания утепляются и облицовываются алюминиевыми композитными панелями Alpölk серого цвета;

3 этап – весь фасад здания закрывается планарным стеклянным экраном на «спайдерах» на расстоянии около 1 м от основного фасада. Он выполнен из стекла Stop Sol Super Silver толщиной 10 мм. Прозрачное стекло с высокой отражающей способностью подчеркивает легкость фасада и, в то же время, четко вырисовывает контуры здания игрой солнечного света. Этот эффект усиливается за счет скругления углов здания радиусным (моллированным) стеклом;

4 этап – поверх стеклянного фасада навешиваются декоративные поперечины из алюминиевого композитного материала. Они разбивают монотонную стеклянную плоскость и в сочетании с горизонталями стального каркаса, просвечивающими за стеклом, придают фасаду визуальный объем.

Помимо декоративной функции, двойной фасад улучшает теплоизоляцию здания за счет воздушной подушки между стеклянным экраном и композитными панелями. А козырек, венчающий фасад, решает сразу три задачи: является декоративным элементом, защищает пространство между фасадами от дождя и снега, а также служит основой для навесной системы обслуживания фасада.

Таким образом, невзрачное прежде офисное здание обретает свое яркое, индивидуальное лицо и становится одним из первых и наиболее удачных образцов использования системы двойного фасада в России.

ДИАГОНАЛЬНО-СЕТЧАТЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Циклические испытания узлов диагонально-сетчатой конструкции LOTTE SUPER TOWER

Текст YOUNG K. JU, YOUNG-JOO KIM, SANG-DAE KIM, IN-YONG JEONG, факультет архитектурного, гражданского и экологического проектирования, Корейский университет, Южная Корея; SOON-JEON PARK, Lotte Eng. & Construction, Южная Корея; JIN-HO KIM, Научно-технологический исследовательский институт, Южная Корея



Рис. 1.
Башня Lotte Super Tower
(а) Вид в перспективе
(б) Элемент узла диагонально-сетчатой конструкции

В последнее время широкое распространение получило использование диагонально-сетчатых систем для повышения эффективности работы конструкций и обеспечения архитектурной эстетики. Структурные преимущества диагонально-сетчатой системы позволяют сократить расход материалов на сооружение конструкций по сравнению с традиционными рамно-связевыми или жестко-каркасными периметральными трубчатыми системами. Однако количество проведенных на настоящий момент исследований или подробных расчетов (анализов) конструкций узлов диагонально-сетчатых систем весьма ограничено. В статье приводятся данные испытаний в режиме циклической нагрузки,



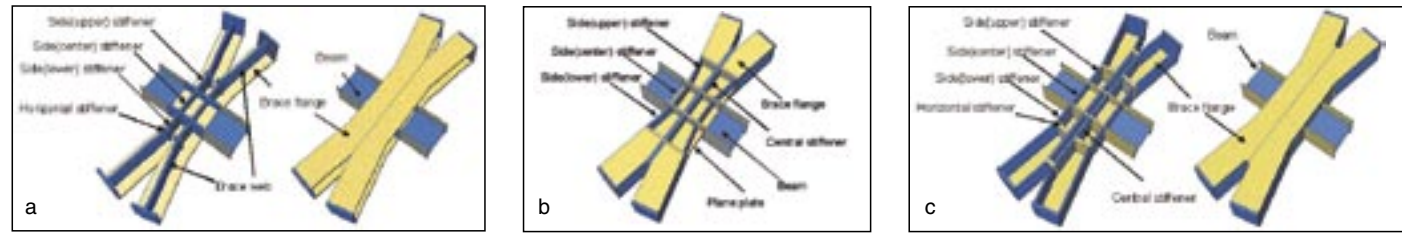


Рис. 2. Элементы узлов диагонально-сетчатой конструкции
 (a) Тип MB (b) Тип PA
 (c) Тип PB (d) Метод сварки
 (a) Боковой (верхний) элемент жесткости / Боковой (средний) элемент жесткости / Боковой (нижний) элемент жесткости / Горизонтальный элемент жесткости / Балка / Полка раскоса / Стенка раскоса
 (b) Боковой (верхний) элемент жесткости / Боковой (средний) элемент жесткости / Боковой (нижний) элемент жесткости / Полка раскоса / Центральный элемент жесткости / Балка / Плоская пластина
 (c) Боковой (верхний) элемент жесткости / Боковой (средний) элемент жесткости / Боковой (нижний) элемент жесткости / Горизонтальный элемент жесткости / Балка / Полка раскоса / Центральный элемент жесткости (d) 3 мм / Сварной шов / Полный провар / 2Т/3 / Сварной шов / Неполный провар

направленных на изучение конструкционной устойчивости диагонально-сетчатых узлов к сейсмическим нагрузкам.

ВВЕДЕНИЕ

Диагонально-сетчатые конструкционные системы – новейшее веяние современной архитектуры – в наши дни получают все более широкое применение. Все чаще и чаще при разработке и сооружении зданий используются диагонально-сетчатые системы – треугольные модули, состоящие из колонн и раскосов. По прочности и сопротивляемости внешним нагрузкам данная система схожа с опорно-связевым механизмом. Ввиду ожидаемого расширения рынка диагонально-сетчатых систем было проведено много исследований и конструкционных расчетов их эффективности в зависимости от угла установки диагональных раскосов. Однако количество проведенных на настоящий момент исследований и детальных расчетов стыковых элементов диагонально-сетчатых систем невелико.

При проектировании высотных зданий с применением диагонально-сетчатых конструкционных систем необходимо также определить сопротивляемость боковым нагрузкам – ветровым и сейсмическим.

Высота башни Lotte (рис. 1) – 555 м (112 этажей). Основная конструкционная система здания – диагонально-сетчатая, рассчитанная как на боковую ветровую, так и на вертикальную гравитационную нагрузки. Элементы диагонально-сетчатой конструкции жестко соединены с крупными обвязочными балками. Устройство узлов диагонально-сетчатой конструкции отличается сложностью, и в связи с этим структурные характеристики (прочность) узлов необходимо тщательно выверять при помощи расчетов и испытаний [1].

Цель данного исследования – предложить возможные варианты узлов диагонально-сетчатой конструкции для архитектурных решений с использованием в качестве раскоса коробчатого или двутаврового профиля, а также провести испытания и рассчитать

Таблица. СПИСОК ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ

Параметры	Образец							
	Тип МА				Тип РА	Тип РВ		
	MB-01	MB-02	MB-03	MB-04	РА-02	РВ-01	РВ-02	РВ-03
Элемент раскоса	Двутавровый	Двутавровый	Двутавровый	Двутавровый	Коробчатый	Коробчатый	Коробчатый	Коробчатый
Сварной шов «полка-стенка»	FP ¹	PP ²	FP	PP	–	–	–	–
Длина горизонтального элемента жесткости	1,0D ³	1,5D	1,0D	1,5D	–	Полная ⁴	2D	3D
Длина верхнего/нижнего бокового элемента жесткости	L1	L1	L2	L2	–	–	–	–
Сварной шов бокового элемента жесткости	FP	FP	FP	FP	FP	FP	PP	PP
Сварной шов «полка-полка»	FP	PP	FP	PP	–	PP	PP	PP





сопротивляемость узлов диагонально-сетчатых конструкций на боковые нагрузки – ветровые и сейсмические.

ПРОГРАММА ИСПЫТАНИЙ

На рис. 2 представлены трехмерные изображения трех типов узлов диагонально-сетчатых конструкций. Были созданы опытные образцы с двумя типами диагональных раскосов (изогнутого и двутаврового профиля), расположенными под углом в 24 градуса, в масштабе 1/5 от натуральной величины. В образцах типа MB в качестве раскоса используется двутавровый профиль, а в образцах типа PA и PB – коробчатый. В образцах типа MB стенка раскоса соединяется

с боковым элементом жесткости таким образом, чтобы осевая (продольная) нагрузка переносилась непосредственно на узел. Основные переменные величины – длина верхнего/нижнего бокового и горизонтального элемента жесткости. В образцах типа PA вертикальный элемент жесткости (боковой и центральный) приваривается с центрированием по широкой плоской пластине в центре узла. Раскос имеет коробчатый профиль, а вертикальный элемент жесткости центра узла открыт. В образцах типа PB перенос нагрузки происходит за счет прикрепления раскоса коробчатого профиля; основная переменная величина – длина горизонтального элемента жесткости в стыке с боковым элементом жесткости. Помимо

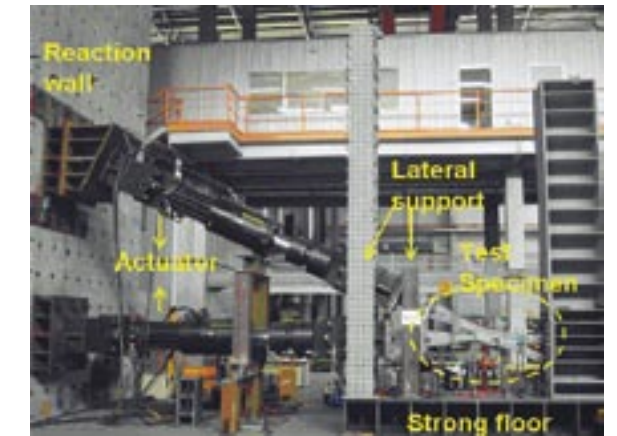


Рис. 3. Экспериментальная установка
Слева направо, сверху вниз: Стена противодействия / Боковая опора / Приводной механизм / Опытный образец / Укрепленный пол

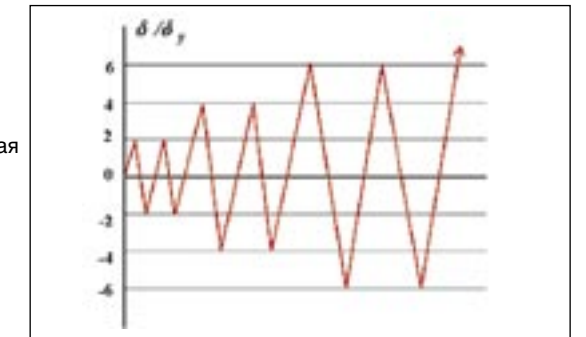


Рис. 4. Протокол нагрузки

этого в исследовании крупных элементов, на которые может приходиться значительная концентрация нагрузки, учитывался еще один параметр – метод сварки (сварной шов соединения полки со стенкой (решеткой), сварной шов соединения полки с полкой и сварной шов соединения бокового элемента жесткости с полкой). В исследовании использовалась сварка опытных образцов с полным проваром (FP) и с неполным проваром (PP). Список опытных образцов приводится в таблице. В настоящем исследовании для создания опытных образцов использовался стальной материал SM490 ($F_y = 325$ МПа).

Чтобы пронаблюдать потенциальную реакцию диагонального узла здания под воздействием поперечной (боковой) нагрузки, в рамках исследования была создана экспериментальная установка, позволяющая в циклическом режиме прилагать растягивающую нагрузку к одной из сторон раскоса при одновременном повторяющемся приложении сжимающей нагрузки к другой стороне раскоса. Экспериментальная установка показана на рис. 3. Для исследования были установлены два приводных блока (полная мощность = 2940 кН) для приложения циклической нагрузки к соответствующим диагональным раскосам. Чтобы упростить установку опытных образцов и приводных механизмов один из двух приводных механизмов был расположен перпендикулярно по отношению к стене противодействия, а другой – диагонально, под углом в 24 градуса. Во время испытаний прикладывалась возрастающая в каждом цикле нагрузка ($\pm 2\delta_y$, $\pm 4\delta_y$, $\pm 6\delta_y$ и т.п.), повторяясь дважды в течение одного цикла при смещении текучести 2 мм (δ_y) в осевом (продольном) направлении вдоль диагонального раскоса (рис. 4). ■

Окончание следует

По материалам Московской международной конференции по высотному строительству «Москва набирает высоту»

ЛИТЕРАТУРА

1. Бейкер, У. и др. Башня Lotte Super Tower в Сеуле, Корея (высота 555 м) // 17-я Конференция Международной ассоциации дорожно-мостового строительства (IABSE), 2008. С. 472–473.
2. Бэрри, К., Терри, М. «Натянутый лук»: Уникальная диагонально-сетчатая конструкционная система для рационального высотного здания // Восьмой Всемирный конгресс Совета по высотным зданиям и городской среде (СТВУН), Дубай, 2008. С. 381–384.
3. Ким, Ч.С., Ким, Й.С., Рхо, С.Х. Конструкционное схематическое проектирование высотного здания в Асане с применением диагонально-сетчатой системы // Восьмой Всемирный конгресс Совета по высотным зданиям и городской среде (СТВУН). Дубай, 2008. С. 434–439.
4. Кэрролл, К. и др. Конструкционное проектирование штаб-квартиры центрального телевидения Китая // Международный журнал стальных конструкций. 2006. № 6(5). С. 387–391.
5. Чон, Б.С. и др. Оценка сопротивляемости боковой нагрузке узлов диагонально-сетчатых конструкций высокого класса // Материалы Корейского общества стальных конструкций (KSSC), KSSC, 2007. С. 552–555.
6. Чу, Й.К. и др. Конструкционная прочность узла диагонально-сетчатой конструкции // Материалы Корейского общества стальных конструкций (KSSC), KSSC, 2007. С. 794–799.

ТЕСТЫ НА НАДЕЖНОСТЬ

Испытания на воздухо-, водопроницаемость и сопротивления ветровой нагрузке фасадных конструкций

В предыдущих статьях мы рассматривали нормативную базу на фасадные конструкции, методы испытаний в России и за рубежом [1] и вопросы контроля качества ограждающих конструкций при возведении высотных зданий [2].

В данной статье мы обсудим испытания ограждающих конструкций на воздухо-, водопроницаемость и сопротивление ветровой нагрузке.

На наш взгляд, эти параметры – одни из наиболее важных и ответственных для ограждающих (фасадных) конструкций здания. Воздухопроницаемость непосредственно отвечает за характеристики инфильтрации (эксфильтрации) через оболочку здания – теплообмен через ограждающие конструкции, а следовательно, и за теплопотери.

Определение воздухопроницаемости стенда

Способность конструкции воспринимать критические нагрузки ветра в значительной мере определяет безопасность эксплуатации здания.

Проведение испытаний непосредственно на строительном объекте – сложная, требующая экспериментальной базы и к тому же имеющая определенные ограничения задача.

Практика показывает, что первым этапом определения и подтверждения технических характеристик ограждающих конструкций являются лабораторные испытания на специально разработанных стендах.

Еще несколько слов о нормативной базе...

Как правило, работы по мониторингу ограждающих конструкций начинаются с проведения полномасштабных лабораторных испытаний, охватывающих характеристики как конструкции в целом, так и всех ее основных компонентов.

В настоящее время продолжается активная дискуссия по вопросам технического сопровождения и согласования фасадных конструкций. В статье А. Калинина [19] предложен подход к оценке и согласованию фасадных конструкций с точки зрения ГУП Центр «Энлаком». Все строительные конструкции и изделия, поставляемые на стройки Москвы, должны быть сертифицированы. Однако из всего перечня элементов фасадной конструкции только стеклопакет попадает в перечень обязательной сертификации. Некоторые из заказчиков продолжают требовать от компаний, изготавливающих и монтирующих фасадные конструкции, техническое свидетельство.

В то же время в соответствии с постановлением Правительства РФ от 27.12.1997 № 1636 «...не требует проверки и подтверждения пригодности новая конструкция, запроектированная в полном соответствии с действующими нормами и правилами, а также разработанная и поставляемая в соответствии с государственными стандартами или техническими условиями, утвержденными в установленном порядке».

С одной стороны, называть новой и вновь используемой конструкцию, применяемую в строительной области более 40 лет, – абсурд. С другой – нормативных документов на фасадные конструкции в настоящее время не существует. Стоит заметить, что ни одного технического свидетельства на ограждающие (фасадные) конструкции для высотных зданий ГУП ФЦС до настоящего времени не выдано. Есть информация о выдаче свидетельств на конструкции вентилируемых фасадов [18]. Зато практически каждая компания, занимающаяся изготовлением и монтажом фасадных конструкций для высотных и уникальных зданий, может «похвастаться» письмом за подписью руководства ГУП

Текст АЛЕКСЕЙ ВЕРХОВСКИЙ, канд. техн. наук, зав. сектором НИИСФ РААСН; РОМАН БРЕШКОВ, технический директор ПКП «ВЭЛКО-2000»; ДМИТРИЙ АНДРЕЕВ, вице-президент компании «Миракс Групп»; НИКОЛАЙ ПАНТЮХОВ, аспирант НИИСФ





Операторская при проведении эксперимента

ФЦС с отказом в выдаче технического свидетельства по различным формальным поводам. Так может быть, просто исключить свидетельство из обязательного перечня документации, представляемой для согласования фасадных конструкций?

Грамотная и технически компетентная компания вполне способна собрать весь необходимый перечень требуемых документов, провести весь цикл необходимых испытаний (подробно изложенных в статье А. Калинина). Как будет называться в итоге подготовленный документ, не так уж и важно. Да и стоит ли придумывать название в общем-то логически необходимому комплекту технических и технологических материалов? Наименование сути не меняет: свидетельство, обоснование пригодности, сертификат соответствия...

В ходе работ по техническому сопровождению ограждающих (фасадных) конструкций для высотных и уникальных зданий специалисты НИИСФ РААСН пришли к следующим выводам.

1. На ограждающую (фасадную) конструкцию необходима подготовка нормативного документа. Подготовка ГОСТ «Общие технические условия» – дело ближайших лет. Первым этапом должна быть разработка общей терминологии. Фасадную конструкцию

могут сегодня назвать практически любым термином. Известны даже такие «экзотические» наименования, как «стеклянная стена»...

Наиболее логичным и понятным на сегодняшний момент документом являются «Технические условия». Документ должен соответствовать требованиям ГОСТ 2.114-95 «Технические условия».

После согласования ТУ регистрируются в Федеральном агентстве по техническому регулированию. Изделие или конструкция, на которое имеются зарегистрированные технические условия, полностью и автоматически выпадает из требований на техническое свидетельство согласно тому же постановлению Правительства РФ от 27.12.1997 № 1636.

После регистрации возможно внесение в ТУ изменений, которые также должны проходить регистрацию. Таким образом, на сегодняшний день это наиболее «гибкий» и адаптированный документ, позволяющий компаниям-производителям быстро реагировать на изменения рынка и пожелания заказчика. На «Технические условия» необходимо получение санитарно-эпидемиологического заключения.

Некоторые компании разрабатывают стандарты организации на фасадные конструкции. Такой путь также возможен, однако практика сертификации конструкций на соответствие СТО на настоящий момент недостаточно проработана.

Для целей сертификации и при проведении испытаний в лабораторных условиях фасадная конструкция может быть рассмотрена только как отдельный элемент либо конструкция, обладающая строго определенными характеристиками, подтверждаемыми в ходе испытаний.

Любой эксперимент требует введения первоначальных допущений, построения программы и методики проведения. Исследование поведения фасадных конструкций как элемента здания – в большей мере задача работ по мониторингу ограждающих конструкций при возведении здания.

2. При разработке ТУ проводятся испытания основных характеристик фасадной конструкции и подготавливается протокол контрольных испытаний. Перечень испытаний и требуемые параметры определяются параметрами здания, для которого предназначены конструкции, отношением компании к поставленной задаче, ее ответственностью и зачастую отношением согласующих и надзорных организаций.

На саму фасадную конструкцию целесообразно получение «Сертификата соответствия» в любой из систем добровольной сертификации. Этот документ придает работам по техническому сопровождению и испытаниям логическую законченность и наряду с комплектом сертификатов соответствия на основные элементы конструкции (стеклопакет, профиль, герметики, прокладки, элементы крепления) удовлетворяет самым строгим требованиям согласующих и контролирующих организаций.

Не стоит, конечно же, считать предлагаемый алгоритм панацеей. Помимо сертификатов, протоколов испытаний существует множество документов, необ-

ходимых для подтверждения пригодности конструкции. Неоднократно в НИИСФ РААСН обращались организации, самостоятельно разработавшие либо заимствовавшие комплект документации без учета современных требований. Некоторые из них без серьезной корректировки использовать просто недопустимо.

Только испытания могут обеспечить уверенность заказчика в качестве и высоких технических характеристиках фасадной конструкции...

Но вернемся непосредственно к проведению испытаний ограждающих конструкций на воздухо-, водопроницаемость и сопротивление ветровой нагрузке.

До недавнего времени стенды для проведения испытаний на территории России были ограничены стандартными установками с максимальным размером не более 2000–2500 мм в высоту и ширину. Испытательные центры ведущих зарубежных компаний вкладывают в экспериментальную базу ежегодно миллионы евро. Практически в каждом из испытательных центров («Шуко», «Гартнер», «Шмидлинг», «Юанда») имеются несколько стендов для проведения испытаний фасадных конструкций в натуральную величину. Как правило, испытательный стенд имеет размеры 8x4 м и позволяет провести испытания одновременно четырех элементов фасадных конструкций.

Конструкции устанавливаются на кронштейны-крепления, аналогичные используемым на строительном объекте. Специалисты НИИСФ РААСН в 2008 году приняли участие в испытаниях конструкций в испытательном центре SCHUECO Technology Center (Германия) и испытательном центре Shenyang Yuanda Aluminium Industry Engineering Co.Ltd. (Китай).

По требованию заказчика для проекта «Многофункциональный деловой комплекс на участке № 12 ММДЦ «Москва-Сити» были проведены различные испытания фасадных конструкций. Основные испытания проводились в крупнейших научно-исследовательских центрах России и Европы. В России в НИИСФ РААСН, в Европе в испытательном центре SCHUECO Technology Center в Билефельде (Германия).

Испытания на воздухо- и водопроницаемость осуществляются на основании ГОСТ 26602.2-99 «Блоки оконные и дверные. Методы определения воздухо- и водопроницаемости» [3]. Максимальные значения перепадов давления составляют 600 Па. Испытания на водопроницаемость проводятся только при статическом режиме.

Для проведения испытаний на сопротивление ветровой нагрузке используется ГОСТ 26602.5-2001 «Блоки оконные и дверные. Методы определения сопротивления ветровой нагрузке» [4]. Испытания проводятся на заданные значения перепадов давления. Главной проблемой является задание этих значений. В соответствии с требованиями СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия» [7], МГСН 4.19-2005 «Проектирование многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в г. Москве» [8] и МДС 20-1.2006 «Временные рекомендации по назначению нагрузок и воздействий, действующих на многофункциональные высотные здания и комплексы в Москве»

[9] значения перепадов давлений назначаются по пиковым значениям ветровой нагрузки.

Пиковые значения ветровой нагрузки учитываются при проектировании элементов ограждающих конструкций и узлов их крепления к несущим конструкциям.

Определение пиковых значений осуществляется на основании проведения модельных испытаний здания в аэродинамической трубе. В ходе испытаний необходимо получить аэродинамические коэффициенты. При проведении испытаний требуется учитывать прилегающие строения либо находящиеся поблизости здания, климатические характеристики региона строительства (розу ветров, преобладающие направления и скорости ветра и т.д.)

В методической основе получения результатов по натурным аэродинамическим коэффициентам путем эксперимента в аэродинамической трубе лежит реализация автомодельного режима течения, который



обеспечивает независимость этих коэффициентов от числа Рейнольдса (скорости потока). Результаты экспериментов, проведенных российскими специалистами (например, ЦАГИ), позволяют утверждать, что автомодельный режим достигается при числе Re потока $Re \sim 3 \cdot 10^5$, определенных по характерному поперечному размеру модели.

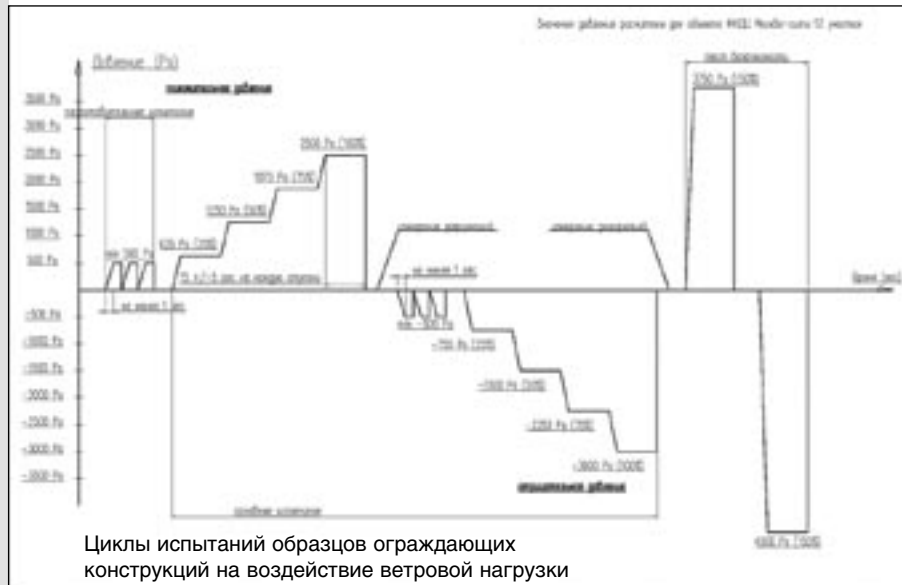
После проведения испытаний конструкции присваиваются классы по воздухопроницаемости, водопроницаемости и сопротивлению ветровой нагрузке. В случае с оконными блоками классы присваиваются в соответствии с классификатором ГОСТ 23166-99 «Блоки оконные. Общие технические условия» [10]. Однако требования данного ГОСТа не распространяются на фасадные конструкции. Классификация может быть осуществлена при подготовке технических условий на фасадную конструкцию.

ИСПЫТАНИЯ КОНСТРУКЦИИ SCHUECO SKYLINE 75 В ИСПЫТАТЕЛЬНОМ ЦЕНТРЕ НИИСФ РААСН

Конструкция Schueco Skyline 75 была первой из испытанных на вновь созданном в НИИСФ стен-

Китайским коллегам пришлось нелегко...





Циклы испытаний образцов ограждающих конструкций на воздействие ветровой нагрузки

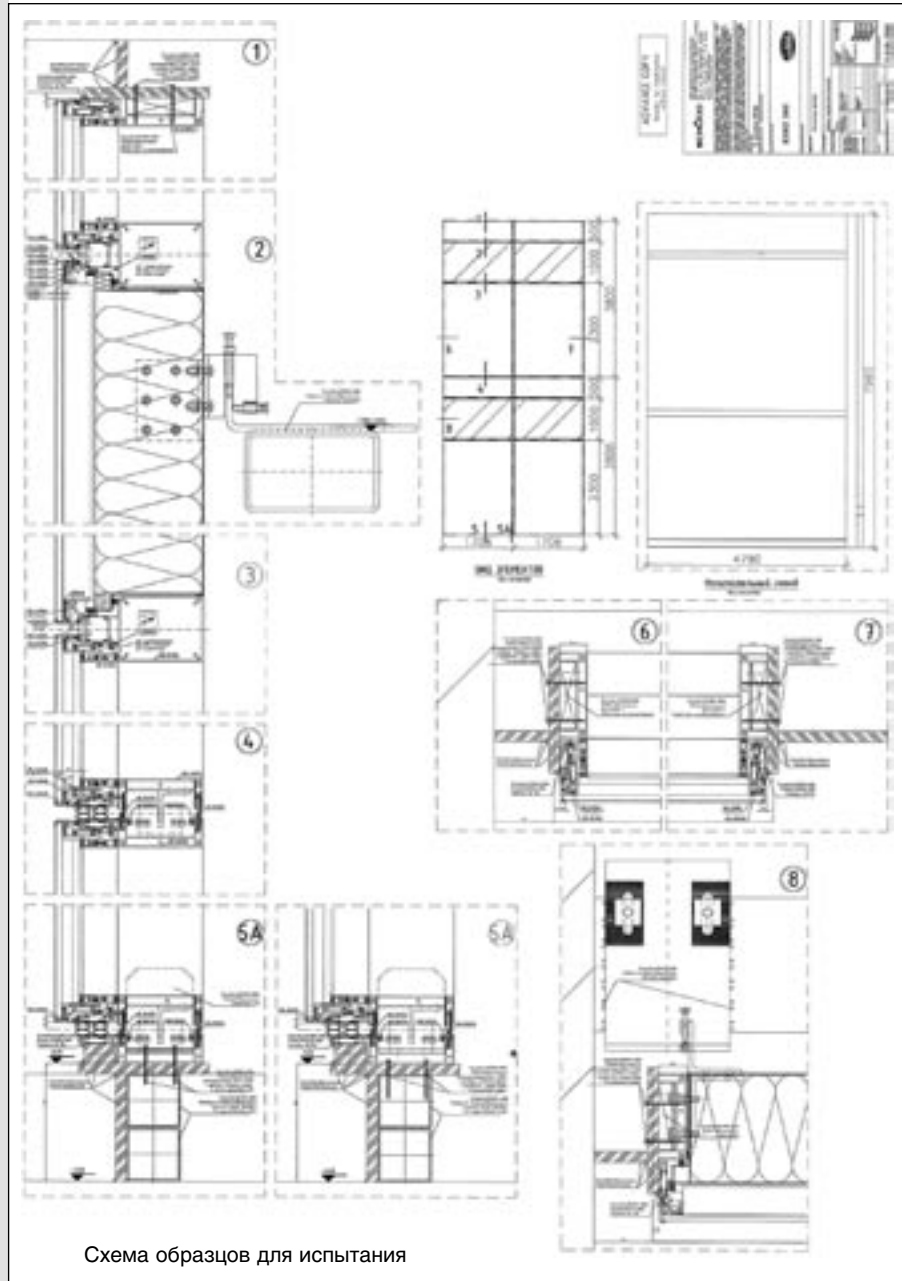


Схема образцов для испытания

де для испытания воздухо-, водонепроницаемости и сопротивления ветровой нагрузке. Можно сказать, что именно на этой конструкции впервые в России отработывались методические и практические принципы проведения эксперимента на полноразмерных ограждающих (фасадных) конструкциях. Эксперимент тем более интересен, что наряду с испытаниями по российским стандартам были проведены испытания в соответствии с требованиями европейских стандартов.

Стенд для испытания лицевой стороны здания имеет размеры 6х4х1 м (ширина х высота х глубина камеры) и позволяет проводить испытания на воздухо-, водонепроницаемость и сопротивление ветровой нагрузке полноразмерных фасадных конструкций. Камера представляет собой водоустойчивую конструкцию из дерева со стальными элементами для усиления и приспособлениями для жесткого крепления образца.

Стенд оснащен системой опрыскивания водой, распределения воды, приспособлением на сжатие и отсасывание воздуха с перепадом давления ±3500 Па (для испытаний на предельные нагрузки – до 5000 Па), а также датчиками деформации.

Испытания по определению сопротивления ветровой нагрузке фасадной конструкции проводились в соответствии с отечественными и зарубежными нормами:

- ГОСТ 26602.5-2001 «Блоки оконные и дверные. Методы определения сопротивления ветровой нагрузке» [4];
- EN 13116 «Curtain walling. Resistance to wind load» [13];
- EN 12179 «Curtain walling. Testing procedure» [14];
- AAMA 501-94 «Methods of test for Exterior Walls» [5];
- ASTM E-330-97 «Test method for structural performance of exterior windows, curtain walls and doors by uniform static air pressure difference» [6];

• по воздухопроницаемости фасадных конструкций в статическом состоянии ГОСТ 26602.2-99 «Блоки оконные и дверные. Методы определения воздухо- и водонепроницаемости» [3];

• по водонепроницаемости фасадных конструкций в статическом состоянии ГОСТ 26602.2-99 «Блоки оконные и дверные. Методы определения воздухо- и водонепроницаемости» [3].

Сущность метода определения воздухопроницаемости состоит в последовательном создании заданных стационарных перепадов давления, измерении объемных расходов воздуха, проникающего через образец, с последующим вычислением показателей воздухопроницаемости и составлением диаграмм зависимости воздухопроницаемости от давления.

Результаты испытаний показали:

- воздухопроницаемость конструкции при давлении 100 Па – 0,1 м³/ч м². Норма согласно ТУ – 3 м³/ч м²;
- воздухопроницаемость конструкции при давлении 600 Па – 1,07 м³/ч м². Норма согласно ТУ – 10 м³/ч м². В соответствии с аналогичными европейскими нормами максимальная воздухопроницаемость конструкции

при давлении 600 Па должна быть менее 1,5 м³/ч м² и для открываемых элементов – 2,0 м³/ч м².

Метод определения водонепроницаемости заключается в установлении предела водонепроницаемости испытываемого образца в условиях имитации дождевого воздействия на него определенным количеством воды при заданных стационарных перепадах давления. По результатам испытаний конструкция непроницаема.

Сущность метода определения сопротивления ветровой нагрузке состоит в испытании устойчивости конструкции к воздействию на нее перепадов давления ΔP, измерении перемещений конкретных точек несущих элементов с последующим расчетом прогибов. Замеры прогибов конструкции при заданном перепаде давления производятся при помощи датчиков деформации.

При проведении испытаний датчики деформации были установлены в трех точках (верхняя и нижняя точки опирания и середина пролета). Результаты показали, что при всех проведенных испытаниях максимальные прогибы конструкций не превышают предельно допустимых (l/300).

ИСПЫТАНИЯ КОНСТРУКЦИИ SCHUECO SKYLINE 75 В ИСПЫТАТЕЛЬНОМ ЦЕНТРЕ SCHUECO TECHNOLOGY CENTER (БИЛЕФЕЛЬД)

В проведении испытаний приняли участие представители заказчика – ЗАО «Техинвест», генпродюжника – компания ENKA, фасадной компании ООО «Вэлко-2000», компании SCHUECO и представители НИИСФ РААСН. Испытания были проведены в августе 2008 года в испытательном центре SCHUECO Technology Center в Билефельде. Конструкция предназначена для объекта башня «Евразия» (участок № 12 «Москва-Сити»).

Основной целью было проведение испытаний в соответствии с требованиями заказчика на соответствие европейским стандартам:

- по воздухопроницаемости фасадных конструкций EN 12152 (Навесные фасады. Воздухопроницаемость. Требования к результатам и классификация) [11] и EN 12153 (Навесные фасады. Воздухопроницаемость. Методы испытания) [12];
- по водонепроницаемости EN 12154 (Навесные фасады. Водонепроницаемость. Требования к результатам и классификация) [13] и EN 12155 (Навесные фасады. Водонепроницаемость. Методы испытания при статическом давлении) [14];
- сопротивление ветровой нагрузке и проверка безопасности EN 13116 (Навесные фасады. Сопротивление ветровой нагрузке. Требования к результатам) [15] и EN 12179 (Навесные фасады. Сопротивление ветровой нагрузке. Методы испытания) [16].

Порядок проведения испытания определялся требованиями EN 13830 (навесные фасады – общие нормы) [17] и включал в себя:

- 1) воздухопроницаемость до 600 Па;
- 2) водонепроницаемость статическая до 900 Па;
- 3) прогиб при ветровой нагрузке +2500 Па / -3000 Па;

- 4) повтор воздухопроницаемости;
- 5) повтор гидроизоляция статическая;
- 6) проверка безопасности до +3750 Па / -4500 Па;
- 7) демонтаж и контроль.

Принципиальным отличием от испытаний, проводимых по российским стандартам, было то, что:

- испытания на водонепроницаемость по российским нормам проводятся при максимальном перепаде давления 600 Па;
- российские нормы не требуют совместного проведения испытаний и проведения повторных испытаний на воздухо- и водонепроницаемость после приложения пиковой ветровой нагрузки.

Для испытания был выбран фрагмент фасада высотной части здания с размерами 7,6 м в высоту и 3 м в ширину. Сам фрагмент состоял из четырех фасадных панелей (см. рисунок на с. 74).

Состав и конструкции панелей выполнены в точном соответствии с проектными и техническими требованиями проекта, включая систему крепления. Панели были произведены ООО ПКП «ВЭЛКО-2000» в Королеве (Московская обл.) с последующей их транспортировкой в испытательный центр. Монтаж образцов также проводился компанией-производителем.

До начала испытания на воздухопроницаемость определялись потери давления через сам стенд. Для этого фасад был покрыт пленкой (см. рисунок на с. 70). После этого пленку удалили и на фасад подали предварительное давление тремя толчками. Далее в соответствии с EN 12153 [10] была измерена воздухопроницаемость при разнице давления +/-600 Па. И показатели были определены с помощью метода разности. Критерием оценки результата данного испытания было требование EN 12152 (Curtain Walls. Air permeability. Performance requirement and classification – Навесные фасады. Воздухопроницаемость. Требования к результатам и классификация) [11] соответствовать классу А4.

Далее, согласно EN 12155 [14] проводились тесты на водонепроницаемость конструкции на соответствие классу RE900 (по EN 12154 Curtain Walls. Watertightness against pelting rain. Performance requirement and classification – Навесные фасады. Водонепроницаемость. Требования к результатам и классификация) [13]. Для

ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ

№	Испытание	Норма для классификации	Классификация
1	Воздухопроницаемость	EN 12152	A4
2	Водонепроницаемость при статическом давлении	EN 12154	RE900
3	Сопротивление ветровой нагрузке	EN 13116	<1/200 или 15 мм при +2,5 / -3,0 кН/м²
4	Повтор воздухопроницаемости	EN 12152	A4
5	Повтор водонепроницаемости	EN 12154	RE900
6	Испытание безопасности до +3750 / -4500 Па	EN 13116	+3,75 / -4,5 кН/м²
7	Демонтаж и контроль		



Испытания на водонепроницаемость

этого всю конструкцию сначала обильно смачивали водой в течение 15 мин. с интенсивностью 2 л/м² в минуту, после чего создавалось отрицательное давление во внутренней камере стенда (см. рисунок на с. 76). Перепад давления создавался ступенчато, в пределе достигал значений 900 Па и удерживался в течение 5 мин. После воздействия осматривались все внутренние части конструкции образцов на наличие протечек и появление влаги из-под уплотнителей.

На фасадной конструкции не было зафиксировано никакого недопустимого появления воды.

Затем цикл испытаний предусматривал моделирование ветрового воздействия на конструкцию согласно EN 12179 [16] и EN 13116 (Curtain Walls. Resistance against wind load. Performance requirement – Навесные фасады. Сопротивление ветровой нагрузке. Требования к результатам) [15] с созданием перепадов давления, эквивалентных расчетным пиковым ветровым нагрузкам. Сами нагрузки определялись на этапе проектирования с использованием натуральных модельных испытаний макета здания в аэродинамической трубе согласно СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия» [7], МГСН 4.19-2005 «Проектирование многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в г. Москве» [8], МДС 20-1.2006 «Временные рекомендации по назначению нагрузок и воздействий, действующих на многофункциональные высотные здания и комплексы в Москве» [9]. Пиковые

значения нагрузок составляли +2500 Па для наветренной части и –3000 Па для зон отрицательного ветрового давления.

Циклы испытаний образцов ограждающих конструкций на воздействие ветровой нагрузки проводились согласно EN 13116 Curtain walling. Resistance to wind load, EN 12179 Curtain walling. Testing procedure.

При данном испытании с помощью системы датчиков определялись деформации конструкции в различных ее точках. Эффективные прогибы при установленной измеряемой нагрузке оказались менее чем 1/200, или менее чем 15 мм.

По окончании описанных испытаний конструкция подвергалась повторным испытаниям на воздухо- и водонепроницаемость с полным циклом воздействия, после чего окончательно контролировались исследуемые параметры в сравнении с испытаниями до моделирования воздействия ветровой нагрузки. Согласно EN 13116 (Навесные фасады. Сопротивление ветровой нагрузке. Требования к результатам) [15] положительная разница между воздухопроницаемостью, измеренной при самом высоком давлении в первом и втором испытании, не должна превышать 0,3 м³/ч м² и/или 0,1 м³/ч м². Данное требование было успешно выполнено.

В конце программы испытаний проводился тест безопасности (Safety test) по EN 12179. Критерием прохождения данного теста являлась целостность конструкции при увеличенном в 1,5 раза значении ветрового давления. Перепады давления составляли –4500 Па и +3750 Па. Однако в ходе теста были достигнуты перепады давления –4900 Па и +4100 Па, что показало высокие прочностные и жесткостные характеристики конструкции и узлов ее крепления.

После всех испытаний проводился демонтаж конструкций и их контроль, при котором недопустимого пропускания воды установлено не было.

В целом испытания показали высокие эксплуатационные характеристики.

ИСПЫТАНИЯ ФАСАДНЫХ КОНСТРУКЦИЙ КОМПАНИИ SHENYANG YUANDA ALUMINIUM INDUSTRY ENGINEERING CO.LTD. (КИТАЙ)

В проведении испытаний приняли участие представители заказчика – ЗАО «Меркурий Сити Тауэр», генподрядчика – компания Rasen Story LLC, компании Shenyang Yuanda Aluminium Industry Engineering Co.Ltd. и представители НИИСФ РААСН. Испытания были проведены в конце октября 2008 года в испытательном центре компании Shenyang Yuanda Aluminium Industry Engineering Co.Ltd. (Китай) в присутствии специалистов Liaoning Provincial Engineering Quality Supervisor & Inspection Station.

Основной целью было проведение испытаний фасадных конструкций типа CW1 для объекта «Меркурий Тауэр» ММДЦ «Москва-Сити» (участок № 14):

- по воздухопроницаемости фасадных конструкций в статическом состоянии ГОСТ 26602.2-99 «Блоки оконные и дверные. Методы определения воздухо- и водонепроницаемости» [3];

- по водонепроницаемости фасадных конструкций

в статическом состоянии ГОСТ 26602.2-99 «Блоки оконные и дверные. Методы определения воздухо- и водонепроницаемости» [3];

- испытания водонепроницаемости фасадных конструкций при перепаде динамического давления;

- сопротивление ветровой нагрузке и проверка безопасности ГОСТ 26602.5-2001 «Блоки оконные и дверные. Методы определения сопротивления ветровой нагрузке» [4].

Так же как и при проведении испытаний в испытательном центре SCHUECO Technology Center в Билефельде, программа испытаний предусматривала циклическое (совместное) проведение испытаний и проведение повторных испытаний на воздухо- и водонепроницаемость после приложения пиковой ветровой нагрузки.

Для испытаний на сопротивление ветровой нагрузке в качестве пиковых значений были выбраны: давление ветра +3250 Па и при отрицательном давлении ветра –4000 Па. Назначение пиковых значений ветровой нагрузки было произведено согласно результатам модельных испытаний в аэродинамической трубе фирмы RWDI и подготовленным ЦНИИСК им. Кучеренко Рекомендациям по назначению расчетных ветровых, снеговых и гололедных нагрузок, действующих на здание, возводимое на участке № 14 «Москва-Сити», и оценке комфортности пешеходных зон.

Для подготовки полного отчета и анализа полученных результатов специалистам Liaoning Provincial Engineering Quality Supervisor & Inspection Station необходимо некоторое время. Скажем только, что столь представительной комиссии в испытательном центре компании Shenyang Yuanda Aluminium Industry Engineering Co.Ltd., наверное, еще никто не видел... Под зорким взглядом специалистов из разных стран конструкция подверглась жесточайшим испытаниям и, к немалому удивлению, с честью их выдержала.

При «проверке на безопасность» конструкция была подвергнута в течение 15 с ветровой нагрузке +4875 Па и –6000 Па (150% пиковой нагрузки). Какие-либо повреждения или изменения в конструкции установлены не были.

В начале 2009 года планируется проведение испытаний на тех же типах конструкций в испытательном центре НИИСФ РААСН.

Зачастую заказчики требуют непременно проведения испытаний в зарубежных (как правило, немецких) испытательных центрах. Просто в России таковых раньше не было.

Как мы уже неоднократно отмечали, необходимо в кратчайшие сроки заполнить вакуум в нормативной базе на ограждающие (фасадные) конструкции и на методы их испытаний. Нужно создавать и вводить в строй специализированное испытательное оборудование, предназначенное для проведения испытаний полноразмерных конструкций. Необходимо вкладывать ресурсы в оборудование и готовить квалифицированные кадры именно в этой максимально наукоемкой области строительства.

Только просьбами выделить средства и сетованиями на отставание проблему не решить. Необходимо работать. За последние годы специалисты НИИСФ РААСН при содействии партнеров – компаний-производителей и переработчиков фасадных конструкций создали целый комплекс испытательного оборудования, провели десятки уникальных для России экспериментов. Увы, это лишь единичный эпизод на столь большом рынке фасадных конструкций нашей страны.

В каждой из промышленно развитых стран имеется по меньшей мере три-четыре независимых специализированных центра, занимающихся испытаниями и сертификацией фасадных конструкций. Доставка образцов на испытания в Москву, скажем, из Якутска или Норильска может сильно увеличить и без того немалую стоимость конструкции. А без испытаний ни подтвердить пригодность, ни оценить качество изготовления конструкции не представляется возможным. Что ж, нам есть к чему стремиться. Россия большая. Места для работы много. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Шубин, И.Л. Контроль качества – залог безопасности / И.Л. Шубин, А.А. Верховский // Высотные здания. 2007. № 6. С. 70–75.
2. Андреев, Д. Нормативная база и методы испытания фасадных конструкций // Д. Андреев, А. Верховский, Р. Брешков, Н. Пантюхов // Высотные здания. 2008. № 5. С. 106 – 113.
3. ГОСТ 26602.2-99. Блоки оконные и дверные. Методы определения воздухо- и водонепроницаемости.
4. ГОСТ 26602.5-2001. Блоки оконные и дверные. Методы определения сопротивления ветровой нагрузке.
5. AAMA 501-94. Methods of test for Exterior Walls.
6. ASTM E-330-97. Test method for structural performance of exterior windows, curtain walls and doors by uniform static air pressure difference.
7. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия.
8. МГСН 4.19-2005. Проектирование многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в г. Москве.
9. МДС 20-1.2006. Временные рекомендации по назначению нагрузок и воздействий, действующих на многофункциональные высотные здания и комплексы в Москве.
10. ГОСТ 23166-99. Блоки оконные. Общие технические условия.
11. EN 12152. Навесные фасады. Воздухопроницаемость. Требования к результатам и классификация.
12. EN 12153. Навесные фасады. Воздухопроницаемость. Методы испытания.
13. EN 12154. Навесные фасады. Водонепроницаемость. Требования к результатам и классификация.
14. EN 12155. Навесные фасады. Водонепроницаемость. Методы испытания при статическом давлении.
15. EN 13116. Навесные фасады. Сопротивление ветровой нагрузке. Требования к результатам.
16. EN 12179. Навесные фасады. Сопротивление ветровой нагрузке. Методы испытания.
17. EN 13830. Навесные фасады – норма для продукта.
18. Цыкановский, Е.Ю. Получено первое в России техническое свидетельство Росстроя РФ для применения навесных фасадных систем на зданиях высотой до 150 м / Е.Ю. Цыкановский // Сб. тезисов Научно-практического семинара «Проблемы высотного строительства в Республике Башкортостан. Уфа, 2008.
19. Калинин, А. Судьба нормативной документации на возведение НВФ для небоскребов / А. Калинин // Высотные здания. 2008. № 5. С. 132–137.

ГАРАНТИЯ СТАБИЛЬНОСТИ

Отключение электроэнергии в высотном здании – почти то же самое, что энергоколлапс, пережитый некоторыми районами Москвы пару лет назад. О том, что предпринимается, чтобы подобных ситуаций не возникало, рассказывает Алексей Туполев, руководитель направления комплексных систем энергоснабжения компании КРОК.

Как вы оцениваете текущее состояние рынка источников бесперебойного питания в России и перспективы его дальнейшего развития?

На сегодняшний день темпы роста продаж источников бесперебойного питания (ИБП) в России опережают рост продаж на Западе и составляют, по нашим оценкам, 20–25% в год. Повышение спроса на ИБП заметно в телекоммуникационной отрасли, банковской сфере и промышленности. Кроме того, ИБП активно используются при построении ЦОД.

Сейчас организации заинтересованы не только в обеспечении оборудования бесперебойным питанием, но и в контроле, управлении всей инфраструктурой объекта, а также уменьшении времени приведения оборудования в рабочее состояние. В то же время растет средняя мощность поставляемых ИБП, поскольку с развитием технологий постоянно увеличивается потребляемая мощность защищаемого оборудования.

Каково наиболее актуальное применение ИБП в строительстве?

Источники бесперебойного питания наиболее часто устанавливаются в офисных зданиях, торговых комплексах, на промышленных предприятиях, в аэропортах, больницах и других учреждениях. В жилых зданиях бесперебойное питание используется реже. Однако если речь идет о высотном строительстве, то комплексные системы резервного и гарантированного питания, когда при прекращении централизованной подачи электроэнергии запускается система бесперебойного питания, которая поддерживает работоспособность системы до момента запуска электрогенераторов, просто необходимы. Например, в Москве соответствующее требование закреплено постановлением городского правительства.



Каким образом происходит планирование защиты питания эксплуатируемого оборудования?

В наше время заказчику уже не надо объяснять необходимость защиты оборудования с помощью ИБП. Мы выясняем потребности заказчика и на основе этого выбираем наиболее подходящее оборудование для реализации проекта, затем начинаем проектирование и внедрение решения. Для максимальной надежности мы рекомендуем использовать комплексные решения на основе источников бесперебойного питания и дизель-генераторной установки. Это позволяет обеспечить работу в условиях длительного отсутствия питающего напряжения и достичь повышенной надежности всей системы электроснабжения.

Оборудование каких поставщиков использует КРОК, и в чем его преимущества?

Для создания инженерной инфраструктуры центров обработки данных мы часто используем модульную архитектуру InfraStruXure компании APC by Schneider Electric. Это решение включает ИБП модульного типа, системы распределения питания, стоечные системы для размещения активного и пассивного IT-оборудо-



Алексей Туполев



вания заказчика, системы кондиционирования, а также программные и аппаратные средства, которые позволяют удаленно осуществлять управление и мониторинг контроля параметров среды и всей инфраструктуры ЦОД. При защите промышленного оборудования, а также систем жизнеобеспечения зданий мы обычно используем классические моноблочные источники бесперебойного питания, например MGE Galaxy™ компании APC by Schneider Electric. Это надежные ИБП, зарекомендовавшие себя на рынке.

После слияния APC и Schneider Electric произошло объединение линеек APC и MGE UPS Systems. Мы являемся Золотым партнером образовавшейся компании и предлагаем заказчикам наиболее интересные условия поставки оборудования. В то же время благодаря наличию большого штата прошедших обучение, сертифицированных инженеров и проектировщиков мы создаем решения, оптимально соответствующие потребностям каждой организации.

Приведите примеры объектов, где были реализованы решения с источниками бесперебойного питания.

Специалисты КРОК реализовали систему бесперебойного электроснабжения для комплекса инженерных сис-



тем, обеспечивающих функционирование информационно-аналитического центра Фонда обязательного медицинского страхования (ИАЦ ФОМС). Решение построено на основе модульной архитектуры APC InfraStruXure и включает ИБП APC Symmetra PX мощностью 70 кВт.

Кроме того, наши специалисты создали комплексный проект по обеспечению гарантированным электроснабжением и бесперебойным питанием резервного вычислительного центра Альфа-Банка. В рамках создания инженерной инфраструктуры РВЦ необходимо было обеспечить непрерывную гарантированную работу критичных для бизнеса банка про-

цессов. Мы построили систему гарантированного электроснабжения, состоящую из двух параллельных ДГУ мощностью 350 кВА каждая. В случае аварии в городской сети ДГУ будут работать в параллельном режиме, нагрузка между ними разделится поровну. В случае выхода из строя одного агрегата второй принимает всю нагрузку на себя, обеспечивая тем самым резервирование системы гарантированного электроснабжения. Четыре ИБП мощностью 160 кВА на заданный промежуток времени обеспечивают автономную работу ИТ-систем в случае аварии в городской электросети или перебоев с подачей электроэнергии. ■



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ СТЕКЛО

Одной из отличительных особенностей современной архитектуры является активное использование разнообразных стеклянных конструкций. Большие площади остекления в жилых и офисных зданиях стали привычными, они делают помещения светлее, просторнее, и наличие естественного освещения становится все более значимым параметром при выборе качественного жилья. Однако применение обычных прозрачных стекол в оконных конструкциях приводит к увеличению тепловых нагрузок и проникновению ультрафиолета в помещение. Современные солнцезащитные стекла, такие как SUN-GUARD(r), способны сократить пропускание солнечной энергии, практически всегда сохраняя максимальную светопропускающую способность стекла.



SUN-GUARD(r) производится по патентованной технологии Silacoat(tm) путем напыления различных слоев металла на поверхность стекла. Уникальная технология позволяет наносить тончайшее покрытие, обеспечивающее однотонность цвета и

высокие оптические характеристики стекла, его механическую прочность и химическую стойкость, уменьшение теплопроводности и низкий коэффициент затенения.

Архитекторы и проектировщики многих стран мира предпочитают использовать



стекло SUN-GUARD(r) компании GUARDIAN для воплощения своих замыслов. Широкий спектр характеристик напыления на прозрачных и цветных тонированных стеклах и разнообразии цветовой гаммы дают возможность реализовать любое дизайнерское решение и добиться высокого технического уровня.

СОЛНЦЕЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА

Многослойное напыление обеспечивает широкий выбор стекол: от высокого светопропускания и хорошей солнцезащиты до низкого светопропускания и непревзойденной солнцезащиты. Высокая селективность напыления гарантирует максимум энергосбережения наряду с высоким светопропусканием. Многофункциональное стекло SUN-GUARD(r) HP способно фильтровать солнечные лучи по длине волны. Основная масса теплового излучения отражается, а

естественный свет проникает в помещение практически беспрепятственно.

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

Применение в стеклопакете наряду с обычным прозрачным стеклом второго низкоэмиссионного стекла GUARDIAN ClimaGuard(r) может снизить затраты на отопление зимой и на кондиционирование воздуха летом благодаря улучшенной теплоизоляции и солнцезащите.

ШИРОКИЙ АССОРТИМЕНТ ОТТЕНКОВ И ЦВЕТОВ

Различные виды напыления на прозрачных и в основном тонированных стеклах обеспечивают многочисленные варианты цвета и зеркальности.

ПРЕИМУЩЕСТВА ДЛЯ КОНЕЧНОГО ПОТРЕБИТЕЛЯ

SUN-GUARD(r) Solar способен заблокировать до 90% солнечной энергии, сохраняя естественность цветов и оттенков в помещении. Улучшенная теплоизоляция повышает температуру поверхности стекла, что снижает циркуляцию холодного воздуха и вероятность выпадения конденсата на внутреннем стекле в холодном климате, а также снижает выпадение конденсата на внешнем стекле фасада в жарком и влажном климате. Применение multifunctional стекла SUN-GUARD(r) HP сокращает расходы на кондиционирование и отопление здания без потерь в естественности освещения.

ПРИМЕНЕНИЕ

Многофункциональное стекло SUN-GUARD(r) HP является оптимальным решением для архитекторов и проектировщиков при применении на фасадах зданий, в мансардах, зимних садах, в транспорте и т.д. Серия multifunctional стекол SUN-GUARD(r) HP комбинируется с другими стеклами в жилых и административных зданиях. Благодаря этому солнцезащитные свойства стеклопакета можно комбинировать с шумозащитными, теплоизоляционными характеристиками и особенно безопасностью светопрозрачных конструкций.

Напыление SUN-GUARD(r) Solar должно быть всегда изолировано от внешнего воздействия как в составе стеклопакета, так и в составе монолитного триплекса. Поэтому multifunctional напыление SUN-GUARD(r) HP устанавливается в позиции № 2 как составная часть стеклопакета или триплекса.

Поскольку напыления совместимы с керамической краской, стекло SUN-GUARD(r)



Solar обеспечивает множество решений для прозрачной и непрозрачной (спэндлерной/парапетной) зоны фасада. Представители компании GUARDIAN предоставят всю необходимую информацию и дадут рекомендации по правильному выбору цвета краски для непрозрачной зоны, а также продемонстрируют здания, где применены те или иные решения.

ОБРАБОТКА СТЕКЛА

Все multifunctional стекла SUN-GUARD(r) HP могут быть подвергнуты термообработке (закалке) и моллированию (производству из него криволинейных конструкций). При триплексировании напыление может контактировать с ПББ-пленкой. На стекло SUN-GUARD(r) Solar можно наносить шелкографию и подвергать эмалированию, что создает бесконечное разнообразие решений для архитекторов и дизайнеров. Во многих случаях, при производстве обычных или структурных стеклопакетов, не требу-

ется удалять напыление по периметру, что повышает эффективность обработки и эстетическую привлекательность стекла. Более подробную информацию можно получить из Инструкции по обработке multifunctional стекла SUN-GUARD(r) HP или от представителя компании GUARDIAN.

СЖАТЫЕ СРОКИ ПОСТАВОК

Производство стекла SUN-GUARD(r) Solar осуществляется на месте, рядом со строящимся объектом, поэтому доставка продукции и замена стекла обеспечиваются гораздо быстрее, чем при применении стекол с обычным магнетронным напылением.

АССОРТИМЕНТ ТОЛЩИНЫ И РАЗМЕРОВ

Многофункциональное стекло SUN-GUARD(r) HP поставляется в джамбо- (3,21 x 6,00 м) и евро- (3,21 x 2,25 м) размерах, стандартная толщина – 4, 6 и 8 мм. Стекло другой толщины и размера, а также триплекс с напылением поставляются на заказ. ■



WTC

ВЕРСИИ И ВЫВОДЫ

Проектирование строительных конструкций высотных зданий в контексте угрозы терактов (на примере ВТЦ-1, ВТЦ-2 и ВТЦ-7)

Разрушение зданий Всемирного торгового центра вылилось в переоценку общеупотребительных методов и практических принципов, используемых инженерами-проектировщиками строительных конструкций, в том, что касается нестандартных нагрузок, обусловленных, в частности, охватывающими несколько этажей пожарами и взрывами. Многочисленные опубликованные рекомендации по данному вопросу основаны на предположении, что данные о расчетной нагрузке неизвестны (так называемый «косвенный метод»), либо на предположении, что известен статический эквивалент взрывного воздействия (прямой метод). Настоящее исследование посвящено статической и динамической составляющим нестандартных тепловой и взрывной нагрузок, а также их влиянию на проектное решение строительных конструкций. Все расчеты представлены в виде простых формул (см. примеры 1–4).

В случае «полностью развитого пожара» [6] перенос тепла (возникающего в результате сгорания) является стационарным процессом. При этом «распространение пожара будет зависеть либо от площади поверхности потенциально сгораемых материалов либо от интенсивности поступления воздуха через имеющиеся проемы».

В случае «локального взрыва» перенос тепла – это не стационарный процесс, и скорость распространения пламени непостоянна. В практике проектирования строительных конструкций тепловая нагрузка, как правило, принимается за статическую: температура меняется медленно, что соответствует условиям статического приложения нагрузки. Однако результаты

последних исследований и испытаний [8] показали, что при некоторых нестандартных пожарах «Скорость выделения тепла» непостоянна и, таким образом, оказывает динамическое воздействие на системы строительных конструкций (например, при местном разрушении термоизоляции либо при попадании огня на оголенную систему стальных конструкций). В данном случае сила инерции (вызванная тепловым воздействием) способна создать существенное дополнительное напряжение даже в статически определенной системе. Очевидно, что в статически неопределимой системе сочетание тепловых нагрузок может достигнуть критического уровня.

Таким образом, эффект динамического воздействия взрывной нагрузки или нестандартного пожара является чрезвычайно важным аспектом проектирования высотных зданий. Оба этих фактора (нестандартный пожар и взрыв) обладают рядом схожих черт. И тот и другой являются экзотермическими химическими реакциями, которые можно выразить схожими дифференциальными уравнениями [9]. И тот и другой обладают периодом воспламенения (в случае с пожаром он называется «периодом развития» или «периодом увеличения зоны горения»). Однако безразмерные параметры у них различны. И тот и другой обладают периодом самовоспламенения (в случае с пожаром «самовозгорание горячего материала»). Но безразмерные параметры, характеризующие самовоспламенение, опять-таки различаются. Термодинамические характеристики (сочетание проводимости, излучения и конвекции) в обоих случаях можно выразить одинаковыми параметрами. Гидродинамика обоих процессов отражается применением так называемого «коэффициента открытых



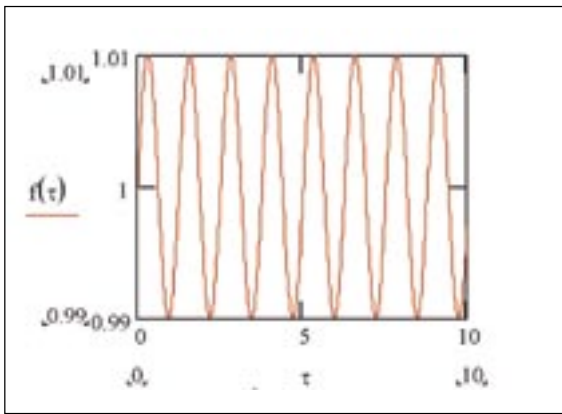
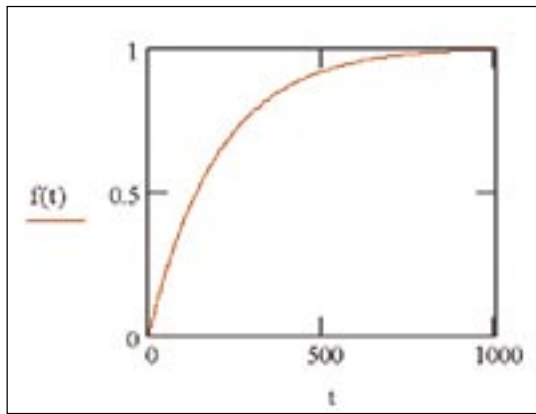
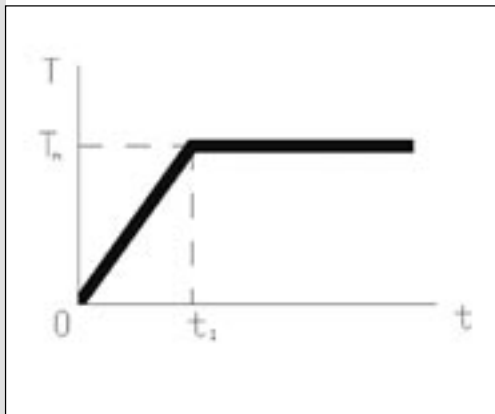


Рис. 1. Кривая температуры и времени
Рис. 2. Кривая температуры и времени
Рис. 3. Колебания T_{max}

проемов F для пожара и аналогичного параметра K_v для взрыва. В обоих случаях этот параметр является наиболее важным. Основное различие между этими двумя процессами состоит в следующем: коэффициент переноса тепла при полностью развитом пожаре, как правило, меньше, чем при «локальном взрыве». Таким образом, гидродинамическая составляющая обладает гораздо большей значимостью, если мы имеем дело со взрывом газа или пара. Возможный вид пожара определяется объемом сгораемых материалов, а также размером и расположением окон в здании (при составлении требований к противопожарным свойствам, как правило, исходят из условий так называемого вентиляционно-зависимого пожара). В случае с локальным взрывом газа или пара наилучшим сценарием является ситуация, когда воздушно-газовая или воздушно-паровая смесь имеет стехиометрическую концентрацию.

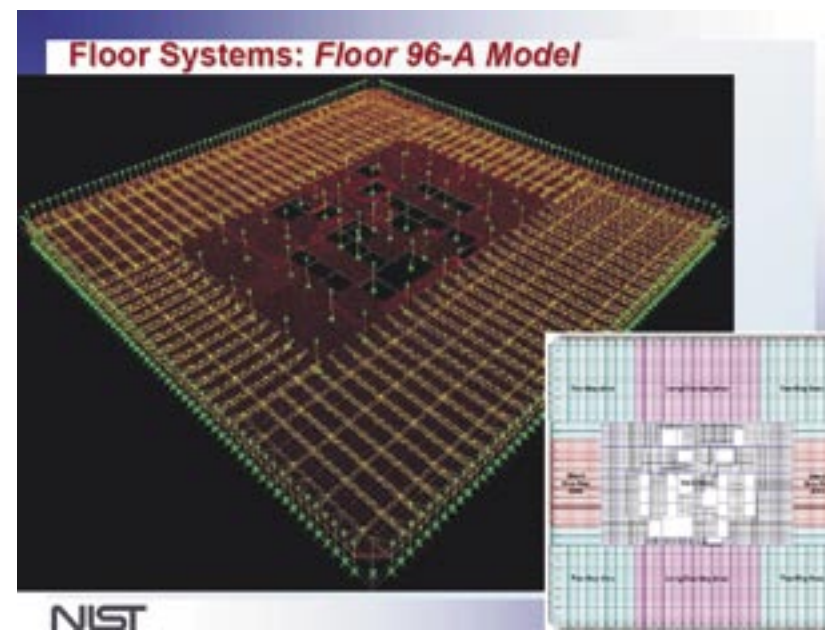
Температурно-временные кривые, принятые стан-

дартами Американского общества по испытаниям и материалам ASTM E119 и ASTM E 1529 для стальных конструкций, показывают динамический эффект воздействия пожаров, вызванных разливом нефтепродуктов (ГСМ) на систему строительных конструкций. Ниже показано, что для «быстрого пожара» (классификация по скорости развития пожара приводится в [5, ил. А-2]) динамическое воздействие на системы строительных конструкций имеет гораздо большую значимость, чем для «медленного пожара». В то же время медленная «скорость развития» пожара приводит к деформации, ползучести системы стальных конструкций в связи с постепенным снижением модуля упругости.

Широкий разброс по временной шкале предъявляет повышенные требования к программному обеспечению: при расчете (анализе) строительных конструкций на вычисления не должно уходить неоправданно много времени. Приблизительные методы расчетов

(анализов), нашедшие применение в настоящем исследовании, естественно, не способны заменить сложные компьютерные вычисления, однако предоставляют в наше распоряжение очень важную информацию относительно «проблемных зон», на которые следует обратить внимание при проведении динамического расчета (анализа) элементов и систем строительных конструкций (таких как соединения стальных конструкций, распор при нелинейных деформациях, неупругая деформация и т.п.). Такая информация может стать хорошей базой для контроля качества и количества в ходе более сложного компьютерного анализа. В целях динамического расчета (анализа) любая система строительных конструкций в настоящем исследовании будет считаться системой с одной степенью свободы (ODOF). Тепловая нагрузка при пожаре представлена безразмерной аппроксимацией кривой, взятой из стандарта ASTM E 119 [1], а взрывная нагрузка представлена аппроксимацией данных по взрывной нагрузке, взятой из [9]. Примеры 1–4 служат иллюстрацией практических результатов и аспектов, на которые следует обратить особое внимание при проведении подробных компьютерных расчетов.

Нестандартный пожар обладает шестью основными характерными особенностями с точки зрения расчетной нагрузки на строительные конструкции. Во-первых, это очень высокий падающий поток (когда пожар достигает пикового значения скорости высвобождения тепла) – в этой связи следует учитывать динамическое воздействие на систему строительных конструкций (например, в случае пожаров после землетрясений, когда в конструкциях



из железобетона образуются полностью развитые трещины). Во-вторых, пожар может носить локальный характер и оказывать воздействие на отдельные элементы конструкции, а может быть полностью развитым и оказывать воздействие на большую часть всей системы строительных конструкций в целом. С точки зрения расчетной нагрузки на строительные конструкции это означает, что тепловая нагрузка зависит от координат и времени. В-третьих, продолжительность такого пожара может значительно превышать предписания, подготовленные по результатам стандартных пожарных испытаний. В связи с этим встает вопрос, как экстраполировать

Схема устройства полов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О МЕХАНИЗМАХ ОБРУШЕНИЯ ЗДАНИЙ

ВОЗМОЖНАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОБРУШЕНИЯ

Здание WTC 1 было поражено угнаным самолетом в 8:46:30 утра и начало рушиться в 10:28:22 утра. WTC 2 было поражено угнаным самолетом в 9:02:59 утра и начало рушиться в 9:58:59 утра. Характерные факторы обрушения обеих башен (последовательность событий в WTC 1 и WTC 2 несколько различается):

- Оба самолета разорвали внешние колонны, повредили внутренние центральные колонны и сбили огнезащитное покрытие с металлоконструкций внутри зданий.
- Как следствие начались пожары, которые стали распространяться. Они были вызваны разливом авиационного топлива, однако основным горючим материалом явились элементы внутреннего обустройства зданий при усилении воздушной тяги через проломы в стенах и лопнувшие от пожаров стекла.
- Эти пожары вместе с повреждениями огнезащитной облицовки стали причиной цепи процессов, в результате которых ядро здания потеряло прочность и оказалось не в состоянии выдерживать нагрузки.

- Перекрытия потеряли несущую способность и деформировались под действием пожаров, потянув внешние колонны внутрь здания.
 - Провисание перекрытий и воздействие высоких температур стали причиной того, что внешние колонны прогнулись внутрь и сложились, причем данный процесс распространился по всем фасадам зданий.
 - Далее последовало обрушение.
- Насчитывается семь основных факторов обрушения WTC 1 и WTC 2:*
- повреждения конструкций, вызванные воздушным тараном самолетов;
 - большое количество авиатоплива, разлившегося внутри зданий, воспламенение которого привело к многочисленным пожарам на нескольких этажах;
 - нарушение огнезащитного материала на элементах конструкций под воздействием столкновения с самолетами, что повлекло быстрый нагрев незащищенных металлоконструкций;
 - свободная планировка этажей, на которые пришлось столкновение, а также разрушение перегородок обломками способствовали усиленной воздушной тяге;

- ослабление центральных колонн повысило нагрузку на внешние стены;
- провисание перекрытий, которое привело к возникновению усилий, изгибающих внутрь колонны по периметру;
- искривление колонн периметра, которое снизило их несущую способность.

АНАЛИЗ ПОВРЕЖДЕНИЙ, ПРИЧИНЕННЫХ САМОЛЕТАМИ

Обе башни подверглись значительным повреждениям конструкций внешних стен, колонн ядра и системы перекрытий зданий вследствие столкновения с самолетами. WTC 2 пострадала больше и обрушилась первой. Здание WTC 2 обнаружило большой запас прочности, как показывает амплитуда его колебаний после удара, который по своей мощности более чем на треть превосходил расчетную силу ветра при урагане. Продолжительность колебаний была почти равна расчетной для неповрежденного строения. (Для менее пострадавшей WTC 1 проведение такого анализа оказалось невозможно за неимением соответствующей видеозаписи.) Самолет, выполнявший рейс 11 авиакомпании American Airlines, врезался в северную стену WTC 1 на скорости 443 миль в час (± 30 mph) с левым креном в 25 градусов (левая консоль внизу) и небольшим

дифферентом на нос. Самолет, выполнявший рейс 175 United Airlines, врезался в южную стену WTC 2 на скорости 542 миль в час (± 24 mph) с левым креном в 38 градусов (левая консоль внизу) с небольшим дифферентом на нос и под небольшим углом к зданию.

- Столкновение с самолетом причинило значительный ущерб северному фасаду башни WTC 1, преимущественно в местах удара фюзеляжа, двигателей и полных топлива консолей крыла. Фотоматериалы свидетельствуют, что 34 колонны периметра разрушены полностью, в то время как четыре колонны сильно повреждены, а две пострадала незначительно.
- Моделирование столкновения с WTC 1 показывает, что от трех до шести центральных колонн были разрушены, а три или четыре сильно повреждены. Фермы перекрытий, балки ядра и плиты перекрытий подверглись значительным ударным повреждениям на этажах с 94-го по 96-й, особенно в месте, куда пришелся удар фюзеляжа. Конструкции крыла разбиты на наружную стену, и авиационное топливо разлилось на многих этажах. Обломки самолета значительно повредили внутреннюю часть здания, а также нарушили огнезащиту конструкций на своем пути. Большая часть топлива и обломков самолета

оказались на этажах с 93-го по 97-й, а на 94-м их было больше всего.

- Столкновение самолета с башней WTC 2 причинило значительный ущерб южному фасаду башни в местах удара фюзеляжа, двигателей и полных топлива консолей крыла. Фотоматериалы свидетельствуют, что 29 колонн периметра разрушены полностью, одна сильно повреждена, а три пострадала незначительно. Разрушены также четыре колонны на северном фасаде.
- Моделирование столкновения с WTC 2 показывает, что от пяти до 10 центральных колонн были разрушены и четыре сильно повреждены. Разрывы соединений некоторых колонн на 77-м, 80-м и 83-м этажах немало способствовали разрушению колонн ядра. Фермы перекрытий, балки ядра и плиты перекрытий подверглись значительным повреждениям на этажах с 79-го по 81-й, особенно в месте, куда пришелся удар фюзеляжа. Конструкции крыла разбиты о внешнюю стену, и авиационное топливо разлилось на многих этажах. Обломки самолета значительно повредили внутреннюю часть здания, а также нарушили огнезащиту конструкций.

- Другими последствиями воздушных таранов стали: (а) разрыв пожарного водопровода, питавшего спринклеры и гидранты, что воспрепятствовало каким бы то ни было попыткам ликвидации пожаров; (б) разлив авиационного топлива и горение внутренней части зданий на большой площади; (в) усиление воздушной тяги внутрь поврежденных зданий, что вызвало весьма сильные пожары; (г) повреждение перекрытий, повлекшее беспрепятственное распространение огня на вышележащие и нижележащие перекрытия и над перегородками и под перегородками в соседние помещения. Это подтверждено фотоматериалами, а также свидетельствами пострадавших и спасателей.
- Моделирование, достаточно точно воспроизводящее повреждения наружных стен, вызванные столкновением самолетов со зданиями, прямо указывает на вероятность разрушения пяти из шести стен лестничных клеток и меньшие повреждения шестой, прослеживаются траектории двигателей и шасси, которые прошли внутренность зданий, а также предполагается скопление обломков конструкций и обрушения в северо-восточном углу 80-го и 81-го этажей WTC 2.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПОЖАРОВ

- В каждой из башен пожары начались одновременно на многих этажах в резуль-

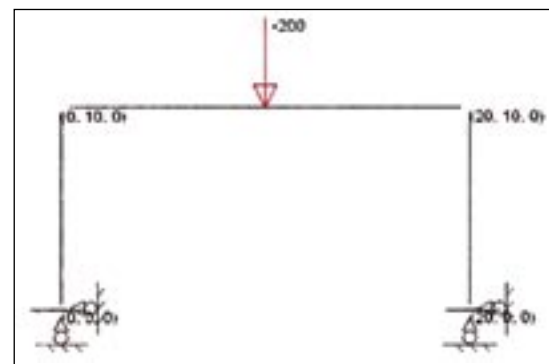
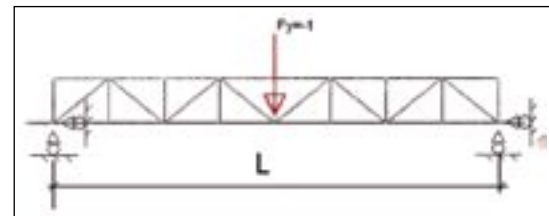
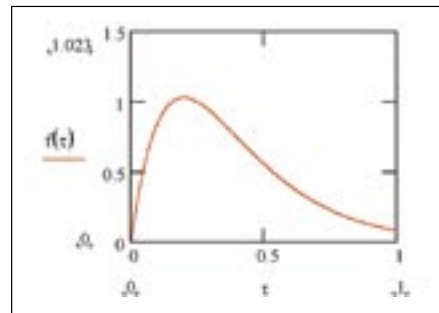
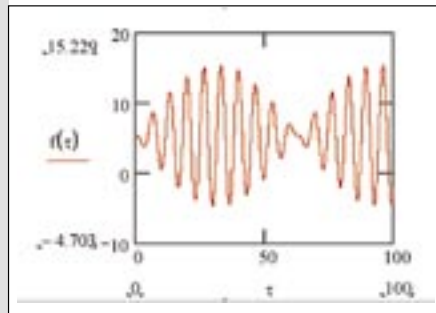


Рис. 4. Вибрации биения
Рис. 5. Взрывная нагрузка
Рис. 6. Ферма перекрытия
Рис. 7. Перенос ригель-рама

«стандартные» данные в этом случае, чтобы предотвратить прогрессирующее разрушение всей железобетонной конструкции высотного здания. В-четвертых, наличие в данном случае гораздо более высоких температур приводит к стремительному снижению прочности бетона и стали, а также жесткости (устойчивости) элементов строительных конструкций и всей системы в целом. Это, в свою очередь, требует учета *больших* деформаций за счет *распорных реакций* элементов конструкции при расчете конструкций с точки зрения предотвращения прогрессирующего разрушения. В-пятых, имеющиеся места проведения пожарных испытаний несколько ограничены в размерах (3,7x2,7 м). Поэтому могут возникнуть сложности с экстраполяцией результатов пожарных испытаний элементов конструкции (балки, плиты и т.п.) на реальные элементы и системы здания. В-шестых, в высотном здании падающий поток излучения на элементы конструкции или на крупные части всей системы строительных конструкций в целом, предположительно, колеблется во времени, в результате чего на статическую нагрузку, вызванную

тепловым воздействием, накладывается нагрузка динамическая. Для достижения всех поставленных целей применялась общая теория деформации ползучести, поскольку она позволяет инженеру-проектировщику строительных конструкций рассчитать конструкционные проблемы от начала развития пожара до конца. С точки зрения тепловой нагрузки приблизительный расчет (анализ) строительных конструкций очень полезен – как для отсеивания менее значимых параметров проектирования, так и для определения группы параметров, обладающих исключительной важностью для расчета и проектирования строительных конструкций.

Обычно результаты любого приблизительного расчета строительных конструкций бывают представлены в сжатой аналитической форме, которая может использоваться в дальнейшем при определении *норм* или правил, т.е. кодексов или стандартов. Окончательные результаты настоящего исследования представлены именно в такой простой форме с приведением четырех примеров из практики. Ниже показано, что эффект динамического воздействия на системы строительных конструкций обладает гораздо большей значимостью в случае «быстрого пожара» (классификация в зависимости от скорости развития пожара приводится в [5, ил. А-2]), чем в случае «медленного пожара». В целях динамического расчета (анализа) любая система строительных конструкций в настоящем исследовании будет считаться системой с одной степенью свободы (ODOF). Тепловая нагрузка при пожаре представлена безразмерной аппроксимацией кривой, взятой из стандарта ASTM E 119 [2]. Примеры 1–3 служат иллюстрацией практических результатов и аспектов, на которые следует обратить особое внимание при проведении подробных компьютерных расчетов.

ПРОГРЕССИРУЮЩЕЕ РАЗРУШЕНИЕ: ТРЕБОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОДЕКСОВ (НОРМ И ПРАВИЛ)

Строительные *нормы и правила* не учитывают нестандартные нагрузки, такие как пожар повышенного распространения, взрыв или одновременное возникновение обоих происшествий. Однако после ряда событий (террористические акты в Нью-Йорке, взрыв бомбы в федеральном здании Murray в Оклахома-Сити, неуправляемый пожар в здании One Meridian Plaza в Филадельфии, пожар в здании Broadgate Phase в Великобритании, взрыв в башне Roman Point – также в Великобритании и т.п.) стало уделяться больше внимания способности конструкции (в целом) предотвратить полное разрушение здания. Ряд публикаций [3] содержат анализ требований различных *строительных норм и правил*, направленных на предотвращение прогрессирующего разрушения. Так, поправка к Британским строительным нормам 1970 года, ставшая потом британским стандартом норм и правил BS Cr 110-1972, содержит обязательное требование, в соответствии с которым здания (от пяти этажей и выше) должны проектироваться с учетом комбинированной нагрузки и заданного давления взрывной волны в размере 5^{psi} [фунтов на квадратный дюйм] (720^{psf} [фунтов на квадратный фут]) во всех направлениях. Аналогичным образом, Управление служб общего назначения США (GSA) опубликовало в 2000 году руководство по расчету прогрессирующего разрушения и проектированию новых федеральных офисных зданий (зданий госучреждений), а также по капитальному ремонту существующих федеральных зданий. Все основные стандартные строительные *нормы* США, такие как Унифицированные строительные *нормы* (UBC), Все

нормы Ассоциации руководителей строительства и инспекторов, BOCA и т.д., содержат требование, в соответствии с которым конструкции здания должны проектироваться с учетом взрывной нагрузки в размере 100^{psf}. Канадским стандартом CSA-A23.3-94 целостность строительной конструкции также рассматривается как отдельное предельное состояние. В соответствии с положениями этого стандарта проектирование строительных конструкций из железобетона должно происходить с учетом воздействия нагрузки соударения с транспортным средством либо воздействия химического взрыва. Международный строительный кодекс содержит более четкие требования в отношении расчетного внутреннего давления при взрыве (см. разд. 911.2) – не менее 100^{psf}. При этом в нем содержится следующая оговорка: «...проект дефлаграционной вентиляции на случай возгорания должен предусматривать предотвращение недопустимого повреждения строительных конструкций».

Проблема заключается в том, что в *Нормах* не указано, каким именно образом это должно быть сделано, а также отсутствует определение «недопустимого повреждения строительных конструкций». Ответу на оба этих вопроса посвящены последующие две части настоящей статьи. Мы исходили из предположения, что повреждение строительных конструкций может считаться приемлемым, если удастся остановить прогрессирующее разрушение (частично поврежденная конструкция в целом устойчива). Это предмет второй части настоящей статьи. И наконец, третья ее часть посвящена внутреннему давлению взрывной волны (график давления и времени) с эффектом дефлаграционной вентиляции. Международный противопожарный кодекс 2003 года также содержит требования к критериям проектирования дефлаграционной вентиляции (см. разд. 911.2, с. 5): «...обеспечивать сброс при максимальном внутреннем давлении 20^{psf}, но не ниже нагрузок, предусмотренных требованиями Международного строительного кодекса». Данное требование будет взято за основу в настоящей статье (см. примеры 1 и 2).

ОБЩАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ (СТАБИЛЬНОСТЬ) ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ ИЗ СТАЛИ

Существуют два основных способа решения вопроса общей устойчивости конструкции высотного здания в аварийной ситуации: за счет прямого либо косвенного подхода к проектированию. Косвенное проектирование охватывает общие аспекты усовершенствования системы строительных конструкций в целом за счет повышения прочности, пластичности и т.п., отделив не учитываемые нестандартные нагрузки либо ситуации [1]. Прямой подход к проектированию учитывает сочетание нестандартных расчетных нагрузок и предполагает разработку системы строительных конструкций таким образом, чтобы она была способна остановить прогрессирующее разрушение. Расчеты строительных конструкций в данном случае отличаются детальнос-

тате воспламенения авиационного топлива самолетов. Горение топлива как такового продолжалось не более нескольких минут.

- Основными объектами горения на этажах, охваченных пожарами, явились рабочие помещения. На единицу площади помещений WTC пришлось относительно немного топлива, примерно 4 фунта на 1 кв. фут.
- Самолеты значительно добавили горючих материалов на своем пути (а также на путях падения обломков) внутри зданий.
- Существует возможность воссоздать картину сложного пожара в крупном здании, даже если оно лежит в руинах. Однако для этого необходима дополнительная информация, для восполнения тех сведений, которые могли бы быть собраны по крупицам в сгоревших помещениях. В случае с башнями WTC сюда входят поэтажные планы зданий в зонах, где непосредственно происходил пожар, данные о характере горения тех или иных материалов, моделирование повреждений внутренней части здания, фотоматериалы внешних наблюдений пожара, отражающие его развитие.
- Пожары в WTC 1 по большей части проходили в условиях ограниченной вентиляции, т.е. горение и его распространение происходило по

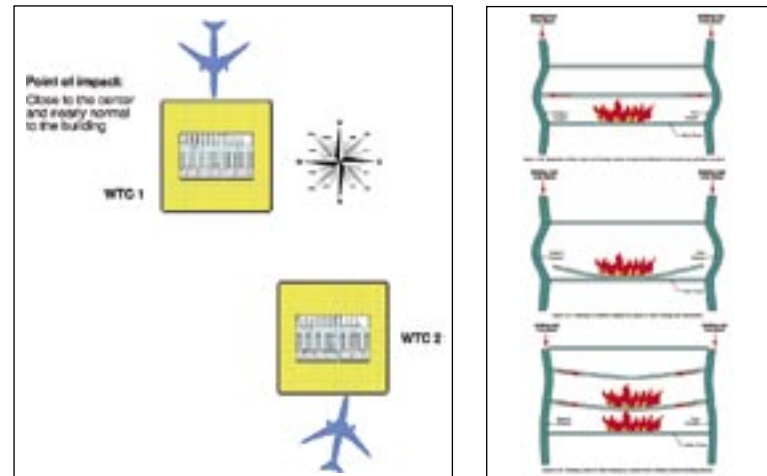
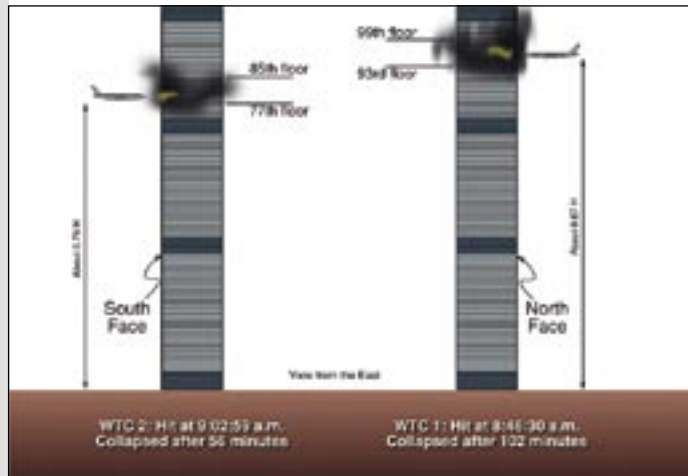
мере разрушения остекления. Там, где топливо не было значительно разнесено обломками самолетов, они сгорали дотла в среднем за 20 минут. Это подтверждается результатами произведенных в NIST (Национальный институт стандартов и технологий) пожарных испытаний рабочих помещений, при которых на 1 кв. фут площади приходилось 4 фунта топлива. Хотя множество пожаров занялось на этажах, непосредственно принявших удар, основным стало распространение огня в южную часть арендуемых площадей.

- В WTC 2 было достаточно воздуха, чтобы горение топлива происходило интенсивно. В немалой степени это произошло по причине обширного разрушения остекления в зоне возникновения пожаров в результате атаки самолетов. В отличие от WTC 1, в WTC 2 пожары не имели особой тенденции к распространению. Первые очаги постоянно возникали на восточной стороне башни, особенно в северо-восточном углу 80-го и 81-го этажей, куда вместе с обломками самолетов было принесено большое количество топлива.
- Устройство, моделирующее динамику пожара (Fire Dynamics Simulator), способно прогнозировать температуру в помещениях и величину тепловыделения с погреш-

ностью в пределах 20%, в случае когда имеются достоверные данные о геометрии здания, пожарной вентиляции и свойствах горючего.

- Программа, описывающая структуру пожара (Fire Structure Interface), созданная специально для данного расследования, распределяет температуры и поля теплового излучения пожара с учетом их действия на поверхность или сквозь многослойные конструкционные материалы и в соответствии с термодинамическими данными о конструктивных элементах.
- Обычные офисные рабочие помещения достигают пика горения приблизительно через 10 минут и выгорают полностью примерно через полчаса. Частичное покрытие поверхностей негорючими материалами снижает интенсивность горения пропорционально соответствующей ему площади, однако не влияет на общее тепловыделение на всем протяжении процесса горения. Авиатопливо, разлитое по поверхностям типового рабочего помещения, выгорает буквально за несколько минут. Оно ускоряет горение рабочего помещения, но не влияет сколько-нибудь значительно на общее тепловыделение.

(Из доклада Национальной группы по безопасности строительства по обрушению башен Всемирного торгового центра)



Схемы ударов самолетов
Провисание перекрытий от пожаров

тью, сложностью и требуют больших затрат [5]. При этом они очень чувствительны к малейшему изменению исходных данных (допущений). В этой связи для настоящего исследования был принят приблизительный расчет (анализ) общей устойчивости строительной конструкции в аварийной ситуации. Приблизительный расчет строительных конструкций высотных зданий был впервые разработан доктором Фазлуром Р. Ханом. В этом

исследовании каждая башня принимается за «консольные полые конструктивные трубы с перфорированными стенами». Приблизительное измерение общей устойчивости здания производится при помощи коэффициента нарастания момента K_m :

$$K_m = \frac{1}{1 - \frac{P}{P_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{P}{\lambda(T - T_0)L}}$$

Если хотя бы один из этих коэффициентов больше 3, то здание считается «в целом» неустойчивым. Это чисто практическая рекомендация, основанная на опыте проектирования.

ТЕПЛОВАЯ НАГРУЗКА

Простая система с одной степенью свободы (ODOF) может представлять собой любой элемент строительной конструкции: балка, ферма, ригель и т.п. Перемещение массы (в случае сочетания тепловых нагрузок) имеет двоякий характер: оно происходит из-за температуры как таковой и из-за эффекта динамического воздействия, вызываемого ускорением (по второй производной) отношения температуры ко времени и массе. Соответствующее дифференциальное уравнение выглядит следующим образом:

$$\ddot{y}_d + \omega^2 y_d = -\dot{\Delta}_t \quad (1)$$

где y_d – смещение, вызванное воздействием силы инерции; Δ_t – смещение, вызванное тепловым воздействием; ω – свободная частота колебаний данной системы строительных конструкций (балка, ригель, ферма и т.п.); m – общая масса.

Чтобы решить уравнение (1), предположим, что $T(t) = -m\dot{\Delta}_t$

где произвольные постоянные A и B можно получить из начальных условий: $y_{t=0} = 0$ & $\dot{y}_{t=0} = 0$.

Если взрывная нагрузка представлена функцией давления $P(t)$, то интеграл в уравнении (2) следует поменять на: $\int_0^t [T(u) + P(t)] \sin \omega(t-u) du$. Необходимо подчеркнуть, что общее смещение данной массы m составляет:

$$y_{tot} = y_d + \Delta_t \quad (3)$$

где Δ_t – смещение данной системы строительных конструкций в точке, где находится масса m , при этом тепловая нагрузка прилагается статически. Очевидно, что для стального элемента, концы которого могут свободно двигаться:

$$\Delta_t = \lambda(T - T_0)L,$$

где λ – коэффициент термического расширения для стали; $T - T_0$ – повышение температуры; L – длина.

Для оценки противопожарных свойств с учетом требований стандарта ASTM E119 любые части здания, такие как балка, колонна, стена и т.п., подвергаются нагреванию в печи с учетом определенной температурно-временной кривой [Отчет FEMA, 2000], таким образом задается функция $T(t)$ в уравнении (2). Кривая $T(t)$ представлена в настоящем исследовании тремя различными приблизительными формулами (случаи А, В, С), чтобы проиллюстрировать соответствующие эффекты динамического воздействия на системы строительных конструкций.

Случай А

Простой линейный график (см. рис. 1) иллюстрирует нагрузку теплового воздействия на систему строительных конструкций (когда $t_i > 0$). Он также показывает, что максимальный динамический коэффициент в том, что касается смещения, равен 2, но может быть более 2, если речь идет о внутренних силах (момент, сдвиг и т.п.).

Решив уравнение (1) с безразмерными переменными $\tau = \omega t$ и $y = y_d/L$, мы получим:

$$y_m = \lambda T_{max} \left[1 \pm \frac{\sin(\tau_i/2)}{(\tau_i/2)} \right] \quad (4)$$

где $\tau > \tau_i$, $\tau_i = \omega t_i$.

Из уравнения (4) получается, что максимальный динамический коэффициент $K_d = 2$. Силы динамиче-

ского воздействия и напряжения в элементе строительной конструкции зависят исключительно от динамического смещения. Осевая (продольная) сила в данном случае составляет:

$$N = \frac{EF}{L} y_d = -\frac{\lambda T_{max}}{\tau_i \omega} EF \sin \tau, \quad (5)$$

где E – модуль упругости; F – площадь поперечного сечения.

Случай В

Заданная кривая температуры и времени в данном случае имеет следующий вид [4] (см. рис. 2):

$$T = T_m [1 - \exp(-at)].$$

Решив уравнение (2) с безразмерными переменными из уравнения (4), получим:

$$y_m = \lambda T_m \left[1 - \frac{k^2}{\sqrt{1+k^2}} (\cos(\tau - \phi) + \exp(-k\tau)) \right], \quad (6)$$

где $k = a/\omega$; $\phi = \arctan(k)$ & $\omega t = \tau$.

Параметр k выражает среднюю скорость повышения температуры и основан на классификации Скорости развития пожара [4]. Для «быстрого пожара» $k = 1$; для «пожара средней скорости» $k = 0,5$; для «медленного пожара» $k = 0,25$. Расчеты строительных конструкций в данном случае подтвердили, что при «медленном»

распространении эффект динамического воздействия отсутствует, при распространении «средней скорости» присутствует умеренный эффект динамического воздействия, а при «быстром» распространении эффект динамического воздействия очень близок к ударной динамической нагрузке.

Случай С

Реальная кривая температуры и времени показывает некоторые колебания максимального уровня температуры, обусловленные эффектом гидродинамического воздействия в результате распространения огня [7]. В настоящей работе мы исходим из предположения, что эти колебания невелики ($\pm 10^\circ\text{C}$), при этом их частота очень близка к естественной частоте колебаний системы строительных конструкций ($\theta = .95\omega$) (см. рис. 3):

$$T = T_m [1 + \sin \theta].$$

Решив уравнение (1) с параметром демпфирования (затухания) ε , аналогично случаю В, мы получим:

$$y = \frac{\lambda T_m}{1 - (\theta/\omega)^2 - (\varepsilon/\omega)^2} \exp(-\varepsilon t/\omega) \left[\sin\left(\frac{\theta}{\omega} t\right) - \frac{\theta}{\omega} \sin t \right], \quad (7)$$

где $k = \theta/\omega$; $\tau = \omega t$.

Уравнение (7) характеризует процесс биения [10] для

После обрушения



После обрушения данного случая с периодом $t_0 = 2\pi/(\omega - \theta)$. Если $\omega = 44 \text{ rad/sec}$ (см. случай В), то динамический коэффициент составляет $K_d = 17$ и $t_0 = 3,13 \text{ сек.}$ (см. рис. 4).

ВЗРЫВНАЯ НАГРУЗКА

Расчет (анализ) взрывной нагрузки приводится в работе [9]. Хорошим способом получения приближенных результатов в данном случае является следующая безразмерная формула (см. рис. 5):

$$\frac{P}{P_{max}} = \exp\left(-\frac{\epsilon_1}{\omega} \tau\right) \{\sin k_1 \tau\}, \quad (8)$$

Решив уравнение (2) с безразмерными переменными из уравнения (8), мы получим динамический коэффициент для данного случая:

$$K_d = \frac{1}{1 - (\theta/\omega)^2} \exp(-\epsilon_1 \tau/\omega) \{\sin k_1 \tau - k_1 \sin \tau\}, \quad (9)$$

где ϵ_1 – средняя скорость повышения давления из рис. 4; $k_1 = \theta/\omega$; $\tau = \omega t$ & $\theta = .95\omega$.

Если $\epsilon_1 = .8$ & $\omega = 44 \text{ rad/sec.}$, то $K_d = 10$ из уравнения (9), при $\tau \rightarrow 0$. Уравнение (8) является хорошей при-

ближенной формулой (аппроксимацией) взрывной нагрузки при высокой скорости высвобождения энергии до пиковой отметки (взрывы с «быстрой» скоростью распространения), и, таким образом, этот показатель очень близок к естественному периоду системы строительных конструкций. Для прочих видов взрывов рекомендуется следующая приближенная формула:

$$P/P_{max} = (\tau/\tau_m) \exp[1 - \tau/\tau_m]. \quad (10)$$

Еще раз решив уравнение (2) с безразмерными переменными из уравнения (10), мы получим динамический коэффициент:

$$K_d = \frac{2}{\tau_m} \left(\frac{1}{1 + (\theta/\omega)^2} \exp\left(-\frac{\epsilon_1 \tau}{\omega}\right) \frac{\tau^2 \tau_m + 2(\tau/\tau_m)^2 + 1}{\tau_m^2 (\tau/\tau_m)^2 + 1} \sin \tau - \frac{2}{\tau_m^2} \cos \tau \right), \quad (11)$$

где $0 < t < 2t_m$; $0,5 \text{ сек.} < t_m < 1,5 \text{ сек.}$, исходя из данных, представленных в работе [9]; $\tau = \omega t$ & $0 < \tau/\tau_m < 2$. Максимальное значение K_d из уравнения (10) при $\tau \rightarrow \tau_m$: $K_d = 1,44$.

ПРИМЕР 1

Дано:

Стальная балка с простой опорой W24x55 [глубина (в дюймах) \times вес на единицу длины (фунтов силы на фут)], защемленная с обоих концов, пролет $L = 40$ футов [12,2 м], равномерно распределенная нагрузка $w = 1,0 \text{ k/ft}$ [килофунтов на фут]. $T_m = 600^\circ\text{C}$. Случай А. Естественная частота $\omega = 16,2 \text{ rad./sec.}$ $t_0 = 0,388 \text{ сек.}$, $\epsilon = \lambda T_m = .0039VL = 1.87''$. Балка прогибается вниз, длина деформации (при нелинейной деформации) составляет $L_{tot} = 481,87$ дюймов при максимальной степени подъема $f = 18,6$ дюймов. Горизонтальная (распорная) реакция: $H = M/L\sqrt{2}\epsilon$ или $H = 56,6 \text{ k}$ [кН]. Добавочный момент: $VM = Hf = 87,73 \text{ ft}\cdot\text{k}$. Динамический коэффициент (случай А): $K_d = 2,0$; таким образом: $H_d = 113,2 \text{ k}$ & $VM_d = 175,46 \text{ ft}\cdot\text{k}$. Момент и поперечная сила при $w = 1,0 \text{ k/ft}$: $M = 200 \text{ ft}\cdot\text{k}$ и $V = 20 \text{ k}$. Суммарная величина момента и поперечной силы: $M = 375,46 \text{ ft}\cdot\text{k}$ & $V = \sqrt{200^2 + 113,2^2} = 115 \text{ k}$. Общий динамический коэффициент: $K_{dm} = 1,88$ и $K_{dv} = 5,75 > 2$.

Вывод: проектное решение соединений (болтов и сварных швов) имеет критическое значение!

ПРИМЕР 2

Дано:

Ригель с простой опорой W24x55 [глубина (в дюймах) \times вес на единицу длины (фунтов силы на фут)], защемленный с обоих концов, пролет $L = 20$ футов [6,1 м], концентрированное воздействие силы на середине пролета $P = 200$ килофунтов. $T_m = 600^\circ\text{C}$. Случай В. Свободная частота колебаний $\omega = 0,44 \text{ rad./sec.}$ & $t_0 = .143 \text{ сек.}$ $L_{tot} = 240,936$ дюймов при максимальной стреле подъема $f = 9,29$ дюймов. $H = 566 \text{ k}$. Добавочный момент: $VM = Hf = 438 \text{ ft}\cdot\text{k}$. Динамический коэффициент (случай В – быстрый пожар): $K_d = 1,9$; таким образом: $H_d = 1075 \text{ k}$, а $VM_d = 832,2 \text{ ft}\cdot\text{k}$. Исходный момент и поперечная сила: $M = 1000 \text{ ft}\cdot\text{k}$ и $V = 100 \text{ k}$. Суммарная величина момента и поперечной силы: $M = 1832,2 \text{ ft}\cdot\text{k}$ и $V = 1080 \text{ k}$. Общий динамический коэффициент: $K_{dm} = 1,83$ и $K_{dv} = 10,8 > 2$.

Вывод: соединения не выдерживают нагрузки.

ПРИМЕР 3

Дано:

Стальная ферма перекрытия (решетчатый прогон с большим пролетом): $L = 40$ футов [12,2 м]; постоянная нагрузка $-1,0 \text{ k/ft}$; $T_m = 600^\circ\text{C}$. Случай А.

1. $T_m = 600^\circ\text{C}$ (статическая нагрузка): концевая панель (нижний пояс) $N_1 = -90,63 \text{ k}$; деформация прогиба в середине пролета: $\Delta_1 = 2''$.

2. $P = 1 \text{ k}$ (в середине пролета): деформация изгиба $\delta_{11} = 1.176''$.

3. Динамический коэффициент (случай А): $K_d = 2,0$.

4. Внутренняя сила динамического воздействия (концевая панель): $N_{1d} = -(90,63) (2) (2)/1,176 = 308,2 \text{ k}$. При D.L. [постоянная нагрузка]: $N_1^{d.l.} = -12,5 \text{ k}$.

5. Общая сила воздействия: $N_{1tot} = -(90,63 + 308,2 + 12,5) = -411,33 \text{ k}$.

6. Общий динамический коэффициент: $K_{dv} = 3,99 > 2,0$.

Вывод: концевая панель не выдерживает нагрузки.

ПРИМЕР 4

Дано:

Стальной каркас: $L = 20$ футов [6,1 м]; $H = 10$ футов [3,05 м]; $P = 200 \text{ k}$. $T_m = 600^\circ\text{C}$. Случай В. Балка: W36x160; колонна: W14x99.

Ригель из примера 2 сейчас опирается на две колонны, таким образом, он частично защемлен с обоих концов (вследствие изгиба колонн). В результате простого компьютерного анализа были получены следующие результаты:

1) при силе воздействия $P = 200 \text{ k}$. Момент в середине пролета $M = 875,68 \text{ k}$; деформация прогиба в той же точке: $\delta_{11} = .024'$;

2) при температуре $T = 600^\circ\text{C}$ (только балка): $M = 163,83 \text{ k}$ и деформация прогиба $\Delta_1 = .004'$ (в направлении вниз);

3) динамический момент от смещения элемента ($K_d = 1,9$): $M_d = (1,9)875,68(0,004)/(0,024) = 277,3 \text{ k}$;

4) суммарный момент: $M_{tot} = 875,68 + 163,83 + 277,3 = 1316,81 \text{ k}$.

5) динамический коэффициент: $K_d = 1,27$;

6) суммарное воздействие, вызванное пожаром (температурой): $K = 1316,81/875,68 = 1,5$.

Динамический коэффициент и общий момент изгиба в данном примере меньше (ср. с примером 2), поскольку ригель частично защемлен. Аналогичные вычисления были проведены для отрицательного момента ригеля, находящегося перед лицевой стороной колонны:

1) при силе воздействия $P = 200 \text{ k}$. $M^{sup} = 124,32 \text{ k}$;

2) при температурной нагрузке (та же самая) $M = 163,83 \text{ k}$;

3) динамический момент: $M_d = (1,9)124,32(0,004)/(0,024) = 39,37 \text{ k}$;

4) суммарный момент: $M_{tot} = 124,32 + 163,83 + 39,37 = 327,52 \text{ k}$;

5) динамический коэффициент $K_d = 1,137$.

Вывод: динамический коэффициент зависит от координат и кривой температуры и времени.

Окончание следует

По материалам Московской международной конференции по высотному строительству «Москва набирает высоту» ■

ЛИТЕРАТУРА

1. ACI 318-05. American Concrete Institute, Detroit, MI, USA, 2005.
2. ASTM. Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials, ASTM E119, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, USA, 2000.
3. Dusenberry O.D. Review of Existing Guidelines and Provisions Related to Progressive Collapse. Progressive Collapse Workshop, Arlington, MA, USA, 2004.
4. FEMA Report on the World Trade Center. May 2002, Appendix «A», N.-Y., USA.
5. Krathammer T., Hall R.L., Woodson S.C., Baylot J.T., Hayes J.R., Shon Y. Development of Progressive Collapse Analysis Procedure and Condition Assessment for Structures. May 2002.
6. Lie T.T. Structural Fire Protection: Manual of Practice. No. 78, ASCE, N.-Y., USA, 1992.
7. Magnusson S.E., Thelandersson S. Temperature-Time Curves of Complete Process of Fire Development in Enclosed Spaces, Acts Polytechnica Scandinavia. 1970.
8. NIST Report of WTC, Final Report. New York, N.-Y., USA. October 2005.
9. Razzolsky, L. Local Explosions in a High-Rise Building, Proceedings of the 2005 Structural Congress, N.-Y., USA, 2005.
10. Timoshenko S., Young D.H. Vibration Problems in Engineering, D. Van Nostrand, Co., Inc., New York, Toronto, London, 1955.

THE LEANING TOWERS OF COPENHAGEN

Ambitious hotel marks Copenhagen on the international conference scene

Recently proclaimed 'best city in the world to live in' by Monocle, a leading lifestyle magazine, and hosting the United Nations Climate Change Conference 2009, Copenhagen insists on challenging much bigger world cities.

The spectacular Bella Hotel by 3XN architects aims to cement Copenhagen's position as the natural centre for international events. The hotel is a part of the Bella Center, a leading conference



complex with facilities to host any type of event, including fairs, exhibitions, meetings and international conferences.

Bella Hotel is the largest building work initiated in Denmark in 2008 and will be one of the largest hotels in Scandinavia. Arne Bang Mikkelsen, CEO at Bella Center, stressed that the location of the hotel will be truly unique – in the middle of a metropolis with only five minutes to an international airport, a bridge to the rest of Scandinavia and Europe, together with a motorway, metro and bus right to the door.

This autumn the two towers of Bella Hotel, 76.5 m each, will climb towards the sky, inclining in opposite directions. The architects have ensured that the buildings appear in a nuanced way depending on distance, light and season. The top twist on one of the towers decreases problems with turbulence in the flat, windy landscape. Kim Herforth Nielsen, Principal Architect at 3XN,

explains the leaning shapes: "The challenge was to construct two towers with only one projection to enable the establishment of a single joint foyer. The tilted design of the towers came about by virtue of us wanting to create a view from both sides of both towers."

She elaborates: "It is in fact a vertical bearing construction, in which both towers are tilted into a cantilever shape. It was very important for us to show the developer, that construction was not necessarily to be much pricier due to the manner of tilting the sides. Construction costs – which only make up a part of the total costs – only went up 5 per cent."

The four-star Bella Hotel will provide 814 rooms, 32 conference rooms, 3 restaurants, a sky bar and a wellness centre. The foundation stone to Bella Hotel was laid September 17, and the first phase will be completed in spring 2011.

3XN architects

WHEN THE MISSION IS HEIGHT

The department of high-rise building is established in the Moscow State Construction University. Moscow Mayor Yuri Luzhkov and MSCU Chancellor Valery Telichenko participated in the solemn ceremony.

It's worth mentioning that Moscow State Construction University is the only educational institution in the country and one of few in the world, which has a department of high-rise building. Idea and initiative of its founding belongs Moscow Mayor Yuri Luzhkov. He was fascinated by some interesting design of original tall building at the exhibition of Construction University students' works. But it turned out that this building would remain only in the student's dreams, because there is neither in Moscow nor in Russia appropriate enough specialists to design and to build such structures. The domestic educational institutions are not training professionals of this kind. Then Yuri Luzhkov proposed to establish the department of high-rise building within the Moscow State Construction

University. The task proved to be quite opportune. Indeed the buildings of more than 70 metres in height so far are being erected by foreign specialists in Moscow and in other cities of Russia either. The cornerstone of the training process of domestic personnel for high-rise industry is laid down now. The Moscow Government has rendered organizational and material assistance in organization of this university department. And now this brand new training establishment is found. It is set up within the framework of collaboration between Construction University and New Ring of Moscow company.

The total area of department is about 400 square metres. The targeted training of senior students in terms of three subjects is being conducted here: design, erection and maintenance of high-rise buildings. Training of qualified domestic personnel for this career is the component of the city's complex investment program the New Ring of Moscow, affirmed by the decree of capital's government. Students will practice at construction sites of the Moscow City Business Centre.

Besides the basic studying the department is organizing advanced training of the engineering and technical personnel of design and construction enterprises, which participate in the implementation of high-rise building program in Moscow. The academic staff is formed of Russian and foreign scientists, including yuppies, who passed probation abroad. The department is also going to organize affiliated scientific and industrial laboratory for aerodynamic and aeroacoustic studies.

www.tver13.ru

MOSCOW'S GROWING HIGHER

Approximately 120 delegates - architects, engineers, civil agents, city-planning specialists - took part in the conference held Ararat Park Hayatt Hotel on October 22-24 "Moscow gaining height". The conference was organized by the Lobby agency and TSNIIEP, in cooperation with international

partner CTBUH. Last fall the chairman of the board of directors of the Moscow-based Lobby agency Elena Shuvalova for the first time brought the Russian professional delegation to the headquarters of CTBUH in the Illinois Institute of Technology. In a somewhat extended composition the group visited the eighth international Congress for High-rise Buildings in Dubai, which took place in March 2008. There was accepted a decision of conducting an event of less scale, but similar in purposes and spirit in Moscow, which would make it possible to gather world famous experts on high-rise building for sharing know-how with Russian colleagues and introducing plans of tall building in Russia. The main sponsors of event were KONE and the Administration on High-rise Building. The conference was opened by the scientific director of TSIIEP Yuri Granik. The key reports were President's of AVOK Yuri Tabunshchikov and executive director's of CTBUH Anthony Wood, who in his speech detailed the matter of sustainability and further prospects of high-rise evolution. The interest of audience to sustainable development, which was emphasized throughout the



conference, was again marked out in this report. One of the brightest became the persuasive speech of the Vice President of FIABSI (International Association of Real Estate Market Operators) Elizabeth Belenchia about the technological challenges of sustainable development in contemporary megapolis. The three of reports in the second-half of that day gave delegates the general idea about the high-rise construction both in Russia and abroad. The European GM of the

Turner Construction International, Thomas McCool presented to the audience the detailed survey featuring the ascending stars in the regional skyscraper market; the design partner of NBBJ Tim Johnson cleared up the most interesting global case-study, and the director of St. Petersburg branch of RMJM Philip Nikandrov thoroughly described the work on one of the most sensational Russian skyscraper project – Gazprom Tower. Safety of high-rise buildings became one of the main themes. Constantin Belousov from Moscow Fire Safety Scientific Research Institute reported first, then the Vice President of LR Structural Engineering Lev Razdolsky unveiled his unprecedented presentation "The Structural Design of Tall Buildings against Possible Terrorist Attack (Case studies: WTC1; WTC2 & WTC7)", the director of IMET Marseille Bikbau and the managing director of NTTS Vibroseymozashchita Mikhail Dashevsky, who described protection of high-rise buildings from transport vibration. Delegates became acquainted with the iconic project of the Moscow City Federation Towers; visited TSNIIEP – the main institute, which develops the normative and technical documentation for high-rise units. The director of the Institute Stanislav Nikolayev welcomed the guests and presented to them the basic aspects of the of organization's operation. The delegates were also proposed to visit the legendary building of the Moscow State University - the highest among seven Stalinist high-rises and until 1988 - in Europe, the new office tower Sokolinaya Gora, which initiated the project of the New Ring of Moscow and the highest residential building in Europe the Triumph Palace Tower. The delegates agreed that all three days of conference were cognitive enough and "unforgettable in every way". The variety of presentations and technical tours, the width of themes presented by Russian and international participants of the conference, granted to them the

unique possibilities of effective professional communication.

600 METRE PLUS TOWER

Following a global design competition between three Atkins offices – Dubai, Hong Kong and London – Dubai based property developer Tameer holding has announced Dubai as the winner, unveiling its design for a 600metre-plus skyscraper to be located on the famous Sheik Zayed Road.

Based on current world rankings the 'Anara' Tower will be amongst the world's tallest structures.

Spanning almost five million square feet, the 100 storey-plus



mixed use project, which is heavily infused with arts and culture in both form and function, will feature an extravagant mix of 1, 2 and 3 bedroom luxury apartments and palatial penthouses with at least one penthouse planned to include a private elevator and a private pool – set to be the most valuable in the Middle East.

Anara Tower will also comprise a world class art gallery, a 250 room boutique hotel, restaurants, retail amenities and 325,000 square feet of commercial space.

"Inspired by the vertical shape of the Minaret the central aim was to produce a form that would be instantly recognisable on the local, regional and international architectural stage." says Shaun Killa, design director for Atkins in Dubai.

"The design combined with its orientation, allows 60 percent of the site space to have views out to the sea. Four connecting bridges at the

rear of the building provide the flexibility for future expansion. Such 'future proofing' for further expansion is important in this key site and Atkins provided several options as part of our added value service."

The podium features food and retail outlets, a 30m swimming pool plus family and kids pool, along with two multi purpose sports courts. Four sky gardens feature every 27 floors allowing outside living spaces. These will be landscaped in keeping with environmental objectives, but also meeting the needs of the residents in providing rarely considered green outside space.

The design of Anara Tower will answer the environmental challenges posed to modern day skyscrapers by maximizing water and energy efficiency; and potentially including renewable sources of energy, in addition to conforming to the internationally recognized LEED certification requirements.

CEO of TAMEER, Ghassan Sakhnini, said the design of 'Anara' Tower represents the convergence of arts and culture in Dubai.

«Like Dubai itself, great art comes from great vision. 'Anara' is not only a masterpiece in its own right, it is designed to enhance the well being of all residents and it is destined to become the most coveted address in Dubai. Anara represents the future of what is already the most future-forward metropolis in the world.»

Atkins

THE LAST BEAM IS LAID

The newest addition to Chicago's skyline – the Trump International Hotel and Tower – underwent its topping off ceremony this Wednesday, September 24th, ahead of its planned opening in 2009. In attendance were the Trump Organisation's Donald Trump and family, and the architects of Skidmore, Owings and Merrill LLP (SOM), the company tasked with designing the structure. The 1,361 ft large-scale, mixed-use tower stands at 401 N. Wabash in Chicago, the site of the former Chicago Sun-Times offices, and at 92 stories is the fourth tallest building in Chicago.



Upon its completion in 2009, the new tower will be the tallest residential building in North America, incorporating 472 residential suites, a 225 room Trump International Hotel, 50,000 sq ft of retail space, 868 parking spaces, restaurant, spa, lounges and promenade. Based on the bank of the Chicago River, the tower is one of the first major riverfront projects in the central business district to take full advantage of its waterfront location, with an expansive promenade, which steps down for three levels where it meets the river. It is hoped this will help to establish a pedestrian connection between Michigan Avenue and State Street, by providing public assembly spaces and retail activity at the river's edge.

The tower has been adapted to reflect its orientation along the riverfront, and by complementing its surroundings and adjacent buildings. It achieves this by relating to its neighbours through a series of setbacks, the first on its East side, adjacent to the cornice line of the Wrigley building, the second on its West side to complement Marina



City and the residential tower. The third and final setback also sits on the Eastern side and relates to the height of the adjacent IBM building.

Richard F. Tomlinson II, the project manager, adds how this adaptability was central to the design, "Flexibility is key in any mixed-use business and residential environment. The right building would be able to accommodate an evolving

market. The resulting tower meets this goal."

Skidmore, Owings and Merrill

THE CARLESS CITY

Timelinks was established to enhance and realize the development of innovative designs and architecture solutions for renewing energy and self sustainable build-



ings. The Dubai-based firm is now proposing a plan to address the issues of population growth in Gulf cities and the attendant pressures placed on infrastructure and the environment with a carbon neutral solution. Ziggurat the pyramid city, described by its creators as "a sustainable city of the future", is aimed at supporting an entire community of up to one million people accommodated in complexes which take up less than 10% of the original land surface. The building will have parks, water channels, and lakes with climate zones which become cooler at higher elevations.

Timelinks have now released information regarding their transport plans. Dubai's cars alone generate a total of two million tonnes of CO₂ into the city's already polluted atmosphere with the average daily commuting time in Dubai set at 104 minutes. The integrated transport system of the Ziggurat venture is set to cut commuting time to just 15 minutes in the day. Transport throughout the complex would be connected by an integrated 360 degree network (horizontally and vertically) so cars would be redundant. Biometrics would provide security with facial

recognition technology.

Ridas Matonis, Managing Director of Timelinks, underlined: "Industrialised cities are now pumping out billions of tonnes of CO₂ into the environment. The Ziggurat project employs a carless environment with a transport system that is powered by energy generated by solar, wind and

steam. We estimate that carbon emissions within the city could be significantly reduced by 90%."

Timelinks has already patented the design and technology incorporated into the project and has applied to the European Union for a grant for technical projects.

Timelinks

NEW RIVERSIDE DISTRICT FOR RUSSIA

Designed by Oncuoglu Architecture the planned Volgopark Centre in southern Volgograd, Russia, originates from the need to integrate the city with the surrounding nature. The project is designed as a building complex around a "Promenade" which forms the spine of the project. Making the most of the natural surroundings the development is situated at the intersection of Volga River and Volgo-Don Canal and the master plan is developed by planning different functions and elements along a continuous axis as a promenade.

A balanced design of building, landscape and water is intended to create a new identity for the city. Being located at the Krasnoarmayskiy District at the

south of Volgograd, the project is intended to become the new public space and attraction center for the residents of Volgograd.

Volgopark Center is composed: Volgopark Promenade; Volgomall - Shopping Center; Volgopark Tower - High-rise residences Volgopark Plaza - Offices and retail units; Volgopark Sports Hall - Sports Center.

Volgomall is designed with the concept "shopping as museum and exhibition space". The complexity of urban space is interpreted in the interior space and exterior configuration of the building form as an expression of the urban space. The tectonic design of the building connects existing landscape with the new design by creating a social center.

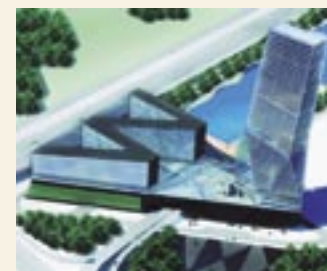
The main residential building, Volgopark Tower, is planned as a high-rise integration of two blocks. Here too the nature is the resonating factor as the location of the building is organized by considering the settlement pattern of surrounding sun light. The building is mainly composed of housing units accompanied with retail units at the first floor.

Volgopark Plaza is designed as an office building composed of five floors; car parking on the basement floor, retail units on the first floor and office units located on the upper floors.

Oncuoglu Architecture-Planning

DNEPR WATERFRONT TOWER

Il Ponte is one of two new architectural projects recently presented by Milan architects Studio & Partners for developers Terra Development in Kiev. Il Ponte is an ambitious complex of over 250,000m² that includes office, retail, leisure and hotel accommodation. The project along side the Dniپر river includes a 180m tall tower that will form a major gateway and symbol for all those entering from the south east into the city centre. In collaboration with ARUP the whole project is being conceived as a sustainable



system that seeks to maximise all the potential of the near by river and in land lake.

The need to accommodate up to 4000 parking spaces within a compact site led to an extensive island podium which rises above the surrounding rail and motor road systems. On top of this elevated platform is a continuous garden terrace dedicated to enhancing social contact and circulation between the offices and hotel tower above. This extensively landscaped base is enclosed with a transparent roof membrane that forms a series of atriums, providing a year-round micro-climate, and a reduction in heating and cooling requirements for the surrounding buildings. The office spaces are a continuous ribbon of 15m wide flexible floor plates which reflect European workplace norms for daylight and ventilation and have been positioned to respond to the site's orientation and views. The hotel tower is designed with a triangulated plan and faceted geometry and represents a truly contemporary symbol for the whole development. The tower sits above a vibrant hive of supporting amenities that include, shopping, restaurants and cafes and conference centre that will make Il Ponte a major destination for the whole country.

Studio & Partners

THE NATIONAL COLOUR

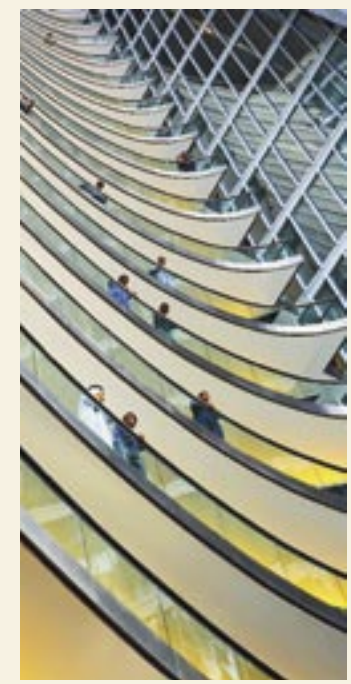
Designed for the Abu Dhabi Investment Authority (ADIA), the 38-storey corporate headquarters is located on the city's heavily landscaped Corniche, which runs along the Persian Gulf waterfront. Regional elements, such as billowing sails and shifting sand dunes, inspired the form of the building. Its dramatic shape creates a new profile on the Corniche and the Abu Dhabi skyline.

The client, a global institutional investor, sought a building that was open and welcoming, a symbol of the bank's commitment to transparency in its transactions. The design solution is simple: a vertical plane folded three times to create two arms outstretched in an inviting gesture.

Cellular and open-plan office spaces were required, as were zones for interaction and meetings. The building's two wings provide well-lit cellular offices and allow for intimate, open-plan work areas. Informal meetings take place within central landscaped atria and their sky gardens-recalling the Islamic tradition of planted interior spaces. The atrium, which soars 150 metres (492 feet), also serves as an extract chimney for stale air. In the lower ground floor, a grand auditorium can be combined with the adjacent reception area to provide a formal gathering space for ADIA's employees.

The building is responsive to natural forces. Its «active» facade comprises three layers: a low-e-coated, double-glazed outer skin; a single-glazed internal skin; and a solar-controlled blind in the cavity. This composite provides a high shading coefficient and U-value and lowers the cooling load on the building.

The headquarters building subtly echoes themes found in age-old



Islamic architecture. Its slim stair tower creates a dialogue with the slender minarets of the adjacent mosque: an intriguing juxtaposition of modernity and tradition.

Kohn Pedersen Fox Associates

FIGHTING FOR THE HEIGHT

The latest design attempting to breach the dizzying heights of the Burj Dubai has been revealed as the multibillion dollar Nakheel Tower. Like the Burj Dubai and many other record-breaking sky-



scrapers before it, the actual finished height is top secret with the developer worried someone else will come along and steal their thunder in the meantime. Nakheel are only willing to confirm the project is over 1,000 metres high.

The upper floors give way to a curving exoskeleton which forms the pinnacle of the building like the nib of a pen, and which if the rumours are to be believed, will reach 1,140 metres in height with over 200 floors underneath. The site is covering a space of around 270 hectares, and the building will become home to around 55,000 people, a workplace for 45,000, and is hoped will attract millions of visitors each year. The scale of the building services alone are mind boggling with in excess of 150 lifts having to be installed to carry the building population that will number tens of thousands, a massive task for even the most

skill of service engineers to balance out.

Nakheel Tower will comprise of four individual towers within a single structure, a distinctive crescent-shaped podium encircling the base and complementing the structure's remarkable height. In addition to the main tower, there will be a huge marina inspired by the ancient harbour of Alexandria.

The multibillion-dollar development, commissioned by Sultan Ahmed bin Sulayem, chairman of Dubai World, will also include 250,000 sq m of hotels and hospitality space, 100,000 sq m of retail space and huge expanses of green spaces, including canal walks, parks and landscaping. The Tower itself, cited geographically central to Dubai at the intersection of Sheikh Zayed Road and the Arabian canal, will aim to complement surrounding developments, such as Jumeirah Park and Discovery Gardens.

In terms of design the architects have sought inspiration not just from Islamic design but also from the Islamic principles of inclusion, innovation, diversity, excellence, growth and progress: "These are the principles that have motivated and guided Islamic culture throughout history. Now they are shaping the cities of the future," explained Sultan Bin Sulayem. To this end, the architects have sought inspiration and incorporated elements from the great Islamic cities of the past such as the gardens of Alhambra in Spain, the harbour of Alexandria in Egypt, and the bridges of Isfahan in Iran etc.

Sustainability and safety will be key to the development of the tower, with the latest standards and technology incorporated in its development.

This isn't a pie in the sky idea. Nakheel has set up a sales office and work has already begun on site with the state-owned developer flush with cash and eager to beat their main rivals, Burj Dubai developer Emaar at their own game in getting the world's tallest building on their books.

Nakheel

Simply the Best

The Council on the Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH) has just unveiled the best high-rise building of the year – the Shanghai World Financial Center.

The announced nominees of the CTBUH Annual Awards from each of four geographical regions (America, Europe, the Near East/Africa and Asia/Australia) were: The New York Times Building, New York; 51 Lime Street, London; Bahrain World Trade Center, Manama; Shanghai World Financial Center, Shanghai. It should be noted that all buildings, appreciated so highly, are designed and built with regard to sustainability, and the energy-saving. The New York Times Building by Renzo Piano featuring FXFOWLE Architects is put into operation in June 2007. The 52-storeyed skyscraper is perceived ambiguously, however, all critics admit that its designers managed to create the new standard of office area smoothly passing into the urban space. Design and erection of building were performed in accordance with contemporary sustainability and efficiency requirements. On a sunny day 320-metre tower looks light grey and its almost spectral, light volume in the Manhattan skyline represents a metaphor of traditional media, which is trying to survive in the "belle époque" of IT boom.

The 51 Lime Street is designed by well-known British architect Norman Foster. 125-metre office building is implemented in April 2008. This structure is also quite sustainable. The development comprises two separate buildings which step down to a public plaza. The smaller building's concave facade shapes the plaza and its curved corners maintain important view corridors, as well as reinstating an historic route through the site. A fringe of shops, cafes and bars at its base together with linear seating and landscaping, combine to enhance the public realm.

The Bahrain World Trade Center consists of two towers of 240 m,



which specularly reflect each other. This is the first skyscraper with wind turbines integrated into the structure. Three enormous fans, each of 29 m in diameter, are placed between two towers of the complex. Successful arrangement of turbines and unique, in terms of aerodynamics, design of the towers make it possible to utilize maximally the power of winds blowing from Arabian Desert. These devices provide 11-15% of overall power supply. The new twin towers are designed by Atkins architectural studio in coopera-



tion with Ramboll. The creators are right boasting that their ambitious design was setting a new trend and it would become a prototype for future similar structures.

Shanghai World Financial Center was opened later than others, in this August. It is built on KPF design. There are 101 floor, 93 elevators and unique damping system, which is capable of holding construction in case of any earthquake and even, as it's rumoured, the building can stand aircraft impact. This skyscraper is not only highest in China, but also

it is the building with the highest "work-floor" (474 m) and with the highest level of apex bridging (487 m). Here is accommodated the "highest" hotel (regarding the level of its location), because its rooms occupy the floors from 79 to 93. From 100th floor of the tower it is possible to enjoy the views of river waterfront. The World Financial Center has already become the new iconic landmark of Shanghai.

More detailed review of architectural and design features of these buildings are coming up in next issues. ■

The Spanish Giants

Spain is the country with centuries-old history and keen feeling of pride for everything national, be it painting or food, architecture or football, literature or bullfight. Any unique achievement of Spanish origin stirs up genuine public enthusiasm, and adopted international traditions induce new pulses and obtain new colours as a result of contacts with the richest Spanish culture.

Being such a supranational sphere of activity the high-rise construction is not an exception. Even the inanimate structures of glass and metal in Spain acquire the particle of local colour, impregnated with hot Spanish sun and inspired by the air of proud heirs of the great empire. As in any empire, the peculiarities of national tradition are of great significance. Everywhere, where it is only possible, the difference between Valencian traditions from, let us say, those of Sevilla, Kordova or Granada is profoundly emphasized. And as for permanent rivalry Catalonia VS Castile, with glorification and exaltation of their capitals, there are no ideas of globalization featured by our standardized present.

High-rise buildings, more than any other, are particularly suitable for ambitious concepts of the competing cities. Therefore it is no wonder that in Madrid, the main city of Castile, which is the administrative and economic centre of entire Spain, the interest in the problem of high-altitude construction appears time after time. In 20th century building of skyscrapers in Madrid passed several stages, as in majority of European countries.

As it befits to the genuine imperial capital, there are the most diverse architectural monuments in Madrid. The high-rise skyline of historical city centre comprises belfries and towers of palaces, performed using different historical styles. The baroque shapes of Santiago de Compostella Cathedral or not less fanciful towers of intricate forms of Manuelino style argue with ascetic towers of



Escorial. However, the harmonious stratification of epochs in city development was significantly damaged in 20th century: bombings during the Civil War badly destroyed many beautiful buildings, including high-rise. Therefore with building of new districts Spaniards manifested a sufficient circumspection and discretion, trying not to embody the concepts, which are radical to the utmost. Spanish cities managed to keep away from general trend for cloning of office glass prisms of Miss Van Der Rohe's style in late 1960-1970-s. Since skyscrapers if spring up are always in a kind of a conflict with already established urban tissue, new high-rise construction in Madrid was also relocated out of its historical centre.

Large sport events play significant role in forming of the architectural image of Spanish cities. In 1982, in the run-up to Madrid Mundial (FIFA World Cup), the

Torrespana tower was built in the city. This structure of glass and concrete (231 m), actually, is a telecommunication tower, built on order of leading television channel Telemadrid. Because of setting it at relatively low site, the construction does not hang over surrounding districts, but it is well visible within the general panorama of the city. Because of its form, which resembles traditional Spanish dainty, the building was nicknamed the "Lollipop".

Booming economic growth in Spain in the 1990-s urged for erection of many office and residential buildings, and also infrastructure facilities. Very offbeat and extremely large-scale was response to the new demands of society expressed in the idea of setting of a kind of "Madrid Gates". The design of the new twin high-rises of the Puerta de Europa complex was trusted to ranked American architects of

Burgee & Johnson in cooperation with Spanish Dominigues and Martin. The buildings of new office giants at both sides of Paseo de la Castellana Avenue, biased toward the central axis at the angle of 15 degrees. The facade solution additionally emphasizes the strained tendency toward the general centre and at the same time stability of enormous structure. The continuous dark glazing of facades is as if set into the impressive luminous steel frame, which additionally divide the lateral facades to three segments and fixing strict vertical lines. The inverted to each other frontal, and also rear facades, on the contrary, emphasize the dynamicity of composition projecting diagonal strips. Inclusions of the vertical and horizontal strips of red colour give these 27-storeyed towers the air of diversity and expressiveness. The flat roofings of large area are equipped

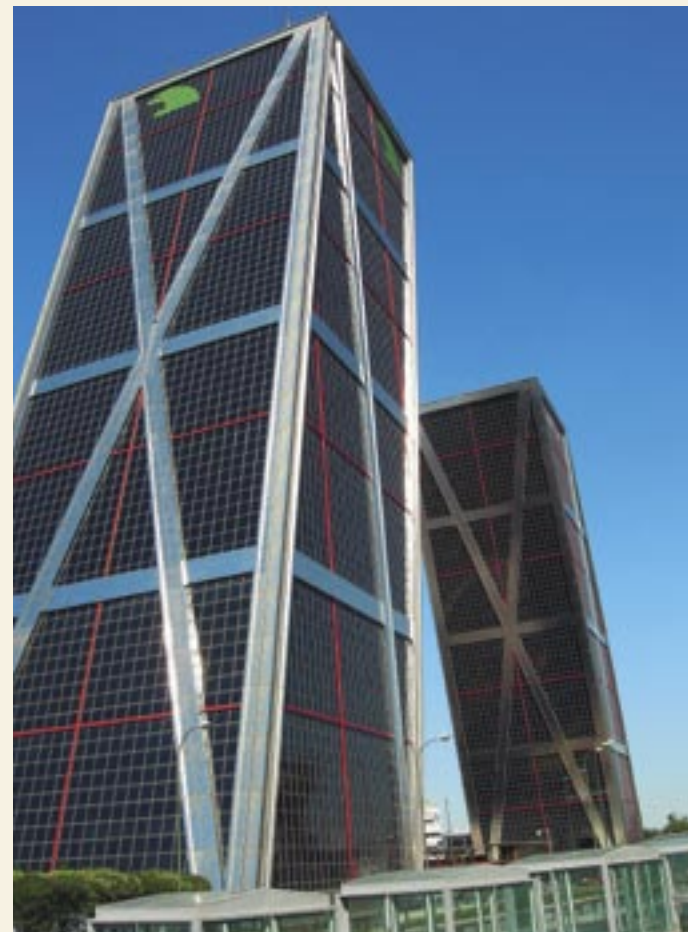
with convenient helicopter pads, and the ground floors include retail zone and extensive car parking. Unconventional general solution and terse image of Puerta de Europa made it possible to speak about new appearance of contemporary high-rise Madrid.

In the new millennium the need for the erection of tall towers as effective means for solution of problems of intensively developing city, acquired the new significance. As consequence, in the beginning of 2000-s the solution was made to build the bunch of four high-rise towers, which would constitute the consistent business district. The erection was planned at the site next to the already mentioned biased "Gates" in the northern part of the city. The historical centre of Madrid practically does not contain contemporary high-rise buildings, so the new downtown will be located beyond the city centre, but connected with it by principal axis. All four skyscrapers, which are to be completed this year, will exceed 200 m mark and they will become the focus of the county's highest buildings - Torre Espacio, Torre de Cristal, Torre Sacyr Vallehermoso and Torre Caja Madrid. The largest Spanish bank Caja Madrid is the customer of one of the towers. Therefore the name of the new office 55-storeyed skyscraper, which erection began in 2002 is called Caja Madrid Tower. Norman Foster's studio, who developed this project for the Spanish capital, faced the task not just to design comfortable office space for the office workers, but also to create recognizable and memorable image like the company managed to do with the buildings of Swiss Re in London or Commerzbank in Frankfurt. The new tower will be able to accommodate all colleagues from separate offices all over the city. Besides the extensive public options, it is possible to arrange showcase of art pieces belonging to the bank.

The Caja Madrid building is developed at the former section of Madrid railroad network within the program of territory

recultivation as new downtown. The local partners of sir Norman Foster were architects Gonzalo Martinez Pita-Copello and Javier Martin Minguez. The image of skyscraper, proposed by the English architect, in fact noticeably differs from its neighbours with its easy-to-remember three-part structure framed by gigantic light concrete outline. The dark glass blocks, inserted inside this frame, demonstrate static monumentality, which implicates into the dialogue not less monumental, but impetuously strained volumes of the "Gates of Europe". From the other side, the Foster's tower looks more material against the background of three remaining almost "crystal" towers.

It's possible to pass the entire building through the ground floor. The internal space of the 22-storeyed glass atrium of skyscraper was considered by architects as unique gigantic arch, the focus of transitions between office spaces on different floors. The open floor plan allows to organize or re-equip the extensive space of 1200 sq. m



the way customer likes. Previously, the similar tactics of creation of consistent floor space in office buildings was applied by the architects of this studio in the Hong Kong Bank headquarters. The underground space of tower also has several levels and it is used intensively - besides car parkings there will be small shops etc. The facade systems of the building, will block straight insolation along the east-west axis. The views both to the north, to the hills of Sierra de Guadarrama and to the south, to the historical centre of Madrid will be excellent.

The adjacent building of Torre Sacyr Vallehermoso produce striking contrast with the Foster's piece. Designed by Spanish studio Rubio & Alvarez-Sala, this 58-storeyed tower is performed as a triumph of orbled lines and forms. The elegant and laconic oval structure of dark glass rises up to height of 236 m. In contrast to Torre Caja Madrid, there will be both office and residential premises. Two remaining towers are compable with those

mentioned afore in the height, but have the more complex forms of glass facade surfaces.

Notwithstanding more than 2000-year history, there are far fewer architectural monuments in Barcelona. Here as, for example, in Istanbul, there's a lot of virtual history, than its artefacts in its urban habitat. That's why the buildings of relatively recent time seem to be interesting the most.

Even Gaudi the Great was extremely concerned with expressing of originality of the Catalan capital by means of architecture. His creative work was primarily directed towards establishing of unique image of Barcelona both in small private houses and in his very lifework - Sagrada Familia Cathedral. And it's hard to even imagine anything to be as unique as this immense cathedral, which is quite in line with national high-rise tradition. Started in 1882, it is still being built invested by private donations, and its completion is planned not earlier than 2026 (such a period of building is comparable with that of medieval European cathedrals). And although today 172-meter cathedral is no longer the highest construction in Barcelona, its artistic supremacy is irrefutable as before.

Interest in the art deco architecture in 1930th did not leave in Spain significant examples of high-rises. The only contemporary construction, which exceeds 100-meter mark, is the openworked steel tower Torre Jaume I built in 1931 on project of Carlos Bogias. Being actually technical cantilever for tram lines supporting, the tower is second in height (107 m) structure all over Spain. In addition to basic functions it possesses small observation deck.

During the period of special enthusiasm for high-rise modernistic prisms of 1970th Barcelona acquired the 110 metre office tower Edificio Colom (1970); however, further high-rise practices were continued decades later.

1992 year in many respects proved to be symbolic for modern history of the entire country

and Barcelona in particular. The large-scale celebrations of the 500 anniversary of America discovery by Christopher Columbus inspired Spaniards for achievements of new quality in the most different spheres. That's why in many respects Barcelona got the 25th summer Olympics, and Sevilla became the place of regular international Expo exhibition. Specifically, the most elaborate preparation for these events made it possible to speak about the new equal start of Sevilla and Barcelona into the context of world contemporary architecture.

It is necessary to note that international exhibitions were used as a stimulus for the new round of urban development practiced in Spain with enviable regularity. The first World exhibition was held in Barcelona in 1888, (Park of Citadel), and following - in 1929. The Civil War and its consequences moved aside the city-planning and architectural searches of Spanish architects. However, this did not prevent the country from acquiring in the second-half of 20th century of vigorous national scholar of the contemporary architecture, which individual representatives grew up to the level of the universally recognized world stars as, for example, Riccardo Bofil and Enrico Mirales, Rafael Moneo and Santiago Calatrava. Perhaps, the very feeling of the justified pride for its own national tradition in the field of contemporary architecture explains why foreign architects are easily invited to work on many significant projects.

The need for transformations of urban environment for needs of upcoming global events - the Expo exhibition and the Olympics - initiated implementation of significant city-planning concepts. And whilst Seville experience in essence did not deal with erection of new tall units, several examples of Catalan experience are worth detailed examining. (More or less high-altitude structure built within the framework of Seville improvement for Expo is Alamillo bridge over Gvadaluquivir, elevated on

Calatrava's project 1992.)

The Olympiad of 1992 produced colossal developing impact at Catalan capital. The program of preparation assumed construction of separate facilities in the very urban tissue of city centre and erection of Olympic village along the waterfront in suburbs with its subsequent reprofiling.

High-rise units within the framework of pre-olympic transformation of the city of the 1990-s became one of the most important themes. The city municipality was the customer of new telecommunication tower Torre del Colserola. Bureau of sir Norman Foster won design competition in May 1988, and building was accomplished in 1990-1992. Since then the building is fairly presented in guides as the highest building in the city and one of the most elegant technical facilities of that kind. Besides the architectural virtues the tower is unique civil construction: supported by six steel cables, with the significant height of the site - 448 m above sea level, it is quite steady. The upper cables of tower are made from the special fiber, which does not conduct electric current, which makes it possible not to limit transmission of TV signal. Centre section consists of 13 slightly rounded off outside triangular floors of 25 m in diameter, which are, so to say, "stringed" over the thin (4,5 m) stem of tower. 135 m above the base of the tower the observation deck with excellent view of the city itself and outskirts of the Catalan capital is provided for visitors. 288 metre tower introduced into the urban landscape of Barcelona the refinement of Foster's branded hi-tech, surprisingly absorbing the haughty spirit of Spanish pioneers, and becoming a pattern of unique authentic style of the architect dominating general urban environment.

The rival of this "foreign" tower is work of Valencian architect with as prominent architectural name - Santiago Calatrava. The telecommunication tower Montjuic became one of national symbols of Barcelona'92 olympic spirit.



According to master's concept the white figure 136 m in height shot up above the city, which simple and refined at the same time. The basic vertical line of tower is inclined at the angle of 17 degrees towards the city, and semicircular crown in the upper part completes its in some way humanlike image. During the Games the tower served for broadcasting and rapid mobile connection, but after the Olympics it ceased to be used according to the designation and today it is just a piece of fine architectural art.

Besides the telecommunication towers, built for the Olympiad, in the beginning of the 1990-s in Barcelona the two more skyscrapers were put into operation: Hotel Arts and Torre Mapfre. Both buildings are practically identical in height (154 m), but they essentially differ by the nature of facade solutions and functionality. The 43-storeyed Hotel Arts contains 600 luxurious numbers. However, their present condition is the result of reconstruction in 2006. The facades of hotel with picturesque

metal structures around its glass rectangular volume were completed only in 1994, as the part of the program on reconstruction of the Catalan capital, and was highly appreciated by architectural community as the brilliant specimen of structural expressionism. The design of this skyscraper on Barcelonetta waterfront is developed by specialists of respectable international company Skidmore, Owings & Merrill. In 2002 with construction of Grand Marina Hotel by the grand of contemporary world architecture Yo Ming Pey the Hotel Arts lost his monopoly position of the best and most prestigious contemporary hotel of Barcelona.

The second skyscraper of Olympic Port area became the office tower Torre Mapfre. Against the background these high-rise buildings gigantic ribband, which serves as entrance to the known discoteque, the fantasy of the famous American of Frank Gary, looks especially playful. Its name tower Mapfre, which is situated next to the Hotel Arts, was called,

as it is often done, by the name of company, which was the first owner. The asymmetric volume of this construction has biased terraced facade outline, fronted towards the adjacent hotel. The tower is multifunctional, on its 40 floors there are offices and apartments, and on the unique "crown" is equipped with the highest in the city helipad.

Dealing with the contemporary architecture of Spain it is worthwhile to emphasize the Spanish buildings of foreign architects. One should admit that their operations are quite successful. Besides the already mentioned works of Foster and Johnson, Ió Ming Pey, Arata Isozaki (the Palace of Sports in San Jordi, 1985-1990) and Kenzo Tange concerning Barcelona Olympic facilities, Richard Mayer's Museum of Contemporary Art in Barcelona (1988-1995), Frank Gehry's design for Bilbao proved to be merely crucial for development of the entire city. Thus emerged the so-called "Bilbao effect". Here is implied the recognizability of city's image and its successful development after building of the famous Guggenheim Museum Bilbao. The further collaboration with the invited foreign architects during the subsequent years was fruited in numerous interesting construction for Spain, in particular the third in height building of Barcelona - Torre Agbar.

The significant architectural phenomenon of Barcelona in 2000-s was the Torre Agbar (145 m) erection at Glories Catalanes square on the project of famous French architect Jean Nouvel. From the moment of the completion in 2005 and, until now, the hi-tech facades of the tower arouse the inevitable interest. Assembled as a kid's puzzle (more than 4500 opening elements), capable of changing colour formula of surfaces, the special glass facade panels, which "dress" the basic structure made of prestressed concrete, make the building look rather as a piece of digital graphics, than a real solid 3-D structure. The thermal sensors on the outer sides of glazing ele-

ments make it possible to regulate automatically the degree of their opening and correspondingly to control the level of natural ventilation and current power consumption of building. Four of 38 levels are located underground, and the rest are of mixed finctions: these are residential floors and the headquarters of the Aguas de Barcelona company - the original customer of construction. Skyscraper is frequently compared with close in the shape Foster's building at 30 St. Mary Axe of in London. However, Barcelonians assume that their version is more refined, colourful and diverse.

Besides Olympic buildings in Barcelona the significant city-planning project is Diagonal complex. Architects Rafael Moneo and Manuel de Sola-Morales carried out the entire project in 1994-1997. Formally, the complex is a common building with of variable heights of separate parts; however, it comprises offices, hotel, several supermarkets and malls, squares and special pedestrian areas, urban park, conference hall, parkings and discoteque. This way the basic structural volume is designed to get on all numerous functions sufficiently organically in the united consistent element of urban environment. The large extent of the building does not disrupt the impression of human scale, despite the fact that Diagonal occupies several blocks and remains the longest building of Barcelona.

The freshest example of the building of high-rise units in Barcelona was the completion this year of the 115-metre tower of the hotel Habitat Sky, several years earlier (2004) 109-metre Hotel Princess BCN was finished, which terminates the list of ten highest buildings of the Catalan capital at a period.

The experience of the consistent transformation of the capital of Catalonia, initiated by primarily external factors (Olympiad), nevertheless led Barcelona to development and implementation of the complex city-planning develop-

ment program. Developed on the project of Jose Asebedo and consecutively embodied, it was appreciated by professionals and plain citizens. Within the framework of this program the city acquired a series of new parks, pedestrian areas and promenades. In order to erase the contrast between the new Olympic Village and the historical districts, M. Ruisanchez and J. Vendrel designed the Poblenou park. The stylized pedestrian paths, the efflorescent trees against the background of quite modern design of street lamps and other small forms made it possible to organize the artistic connections of waterfront with beaches and historical housing. The new places of leisure were created in parallel: the Gava Park and the recreational complex Opark la Val de Hebron. Later on this trend was continued in the reconstruction of Barcelonetta promenade and beaches and creation of the El Besos Park. Spanish architects connected anew the coastal zone of old fishing district with numerous restaurants and clubs, which were established here after the Olympic Games. Attention to the balanced package of city-planning issues is usual for Spanish cities; however, the Barcelonian experience of integral reconstruction was awarded by Royal Institute of British Architects in 1999. (Royal Gold Medal of Royal Institute of British Architects was for the first time presented to entire city, not to particular project or to architect.)

Returning to the theme of the high-altitude building of recent years over rest of Spanish territory it would be desirable to note the following.

Among high-altitude engineering facilities of there is small, but very interesting specimen is the lighthouse Punta Nariga in Galicia. Although its height does not exceed 50 m, standing on the edge of the high cliff projected into the sea, it produces the impression of actually high-rise object. Being originally technical structure, the lighthouse's shape and structure of volumes are inherent to clas-

sical skyscraper. Architect Cesar Portela designed this very elegant three-part volume with eye-catching stylobate and the openwork crowning in the postmodernistic stylistics with light natural stone coating and square window apertures and strict quasi-historical corbel.

The separate distinctive units of the Spanish contemporary architecture become so popular, that they occur periodically in the sphere of the interests of cameramen. In the middle of the 1990's years the above-mentioned museum in Bilbao became the iconic background in the initial scenes of the sequential film of the Bond series, and the Gates of Europe in Madrid became the object of special attention in the comedy El dia de la Bestia.

Completing this brief survey of current Spanish architecture, it seems reasonable to note the following. Since in Spain the most different cultural and religious traditions are interlaced in the most astonishing way, this allowed national architectural school to combine easily the buildings of the foreign authors with the local specific character, in parallel successfully developing its own ideas and discoveries. The Olympic Games and the Expo 1992 world exhibition served as outstanding impulse for development of entire Spanish architecture. The entry of many interesting units contributed to popularization of Spanish contemporary architectural brands all over the world, and many well-known foreign masters and most important construction companies continued collaboration with Spaniards. The result of this collaboration effected in sensational buildings on the Spanish grounds, in particular, Domus Museum in La Corunna (1995) by Isozaki and Portel or Barajas airport (Madrid) by Rogers and Lamela, which received prestigious British Stirling Prize in 1996. And also it has increased the overall national level of architectural and building performance. ■

Santiago Calatrava - the Creator of Sculptural Skyscrapers

Santiago Calatrava is the architect, whose even earliest works demonstrated quite vivid and individualized perception of architectural space and image of buildings. All his designs and buildings are of easily recognizable style, each time displaying his favourite methods and forms in a new way. Admiration of structural beauty itself in Calatrava's pieces reaches virtually soaring heights. Even in units of chamber scale the sublimity and harmonious structuredness of his designs arouses perfect shock and awe. He is one of the most refined and original masters of Spanish architectural school, who gained world-wide acknowledgement long ago.



After obtaining initial vocational education in his home town Valencia, the young Spaniard went on his studying in Switzerland, where he became a qualified engineer.

Being a naturally born artist, in terms of profession he represents himself the combination of capabilities and skills, which is rather hard to find today. Delicate perception of structural essence ensures Calatrava's inventiveness in connection of forms and volumes. In

professional literature he is frequently called the heir of traditions of great Italian engineer and architect Paolo Nervi. But the master ascribes himself to the successors of the Spanish national school of engineering and architecture and such figures as Felix Candela and Antonio Gaudi.

Santiago Calatrava's professional start is referred to the period of the supremacy of postmodernism; however, even then his creative work was out of mainstream.

Since the middle of 1980-s and up to beginning of the 1990-s he built several railway stations and bridges. During the subsequent decades the architect was invariably returning to these types of structures, enhancing his craftsmanship even more.

In 1990 one of the railway stations in Zurich was built on Calatrava's design, which immediately became an architectural sensation. This relatively small work demonstrated how easily the

most different materials may be dealt with, how to organize the unit with consistent and refined concept competently and functionally. The smooth curved forms of light concrete interiors of station's underground level, the soft transitions of light and shade and amusing lamps are contrasting with the sharp and almost "prickly" dark metal structures of canopies over the open platforms. The construction of railroad stations and platforms became one of the favourite



many polygonal lines and surfaces lying in different planes. The habitus of the third facility of the complex is the Museum of Science works in contrast with that of the Planetarium. The ribbed structure of angular generatrices of frame constructions is balanced by quiet smoothness of the Planetarium's volume.

The functionality of structures is the matter of special interest and preference of the master. Being the extremely gifted engineer, Calatrava devises his "ribbed" constructions on the basis of their implementability. Therefore the terminal forms of his designs look so elaborated and perfect. Along with these, the purely functional solutions are often called into being by solely anthropomorphic associations.

After the booming success in the beginning of the 1990-s Calatrava designed and built several structures in North America. Moreover, with the lapse of time he was no longer perceived just as a talented engineer, who designs bridges and railway stations. In the new millennium the architect embodied the concepts of several museums - in particular, Quadracci Pavilion (2001), Milwaukee Art Museum, which was his first American building and the structure of quite different typology considering his previous designs. Furthermore, he built the famous twisting skyscraper in Malmö, Sweden.

It is desirable to describe this design in more detail, since the Swedish skyscraper as architectural structure, on one hand, became a sensation professional community, and on the other hand, it unveiled the new creative edge of the architect himself. In the case with this high-altitude construction for small Swedish town the so-called "effect of Bilbao" was activated, when the single architectural work not just makes the certain site more popular and fashionable, but also it contributes to its growth and development, mobilization of investment, promotes emerging of new interesting structures.

The Turning Torso Tower in



Malmö, Sweden, was being designed since the end of 1999 as the most prestigious and most uncommon residential building in the city. As the prototype of 54-storeyed skyscraper served the Twisting Torso sculpture, which caught fancy of the head of some Sweden developing company. The idea to represent a sculpture in gigantic scale at first seemed to the Spanish architect a pie in the sky. However, after repeated appeal of Swedish party Calatrava nevertheless decided to transfer the message of his chamber sculpture into city-planning dimension.

The planned height of the building was 190 m and indeed it outshined the previous high-rise dominants of the city. Before the completion of the building in 2005 the Crown Prince Tower just of 86 m had been the highest structure in the city. And although today this skyscraper is the highest in Sweden and the second in entire North Europe, for the Spanish architect the height parameter itself has never been determinative one. The well-proportioned combination of the parts of the twisting volume of two planes of facades were of much more significance. The building consists of nine blocks of five floors and has the continuous surfaces, reinforced by external structural frames. Notwithstanding impressive physical sizes, these metal structures give the entire

construction airiness and some specific lightness.

Here was tested the new legislation of Sweden, when the arrangement of apartments and offices in the same building makes it possible for tenants not to pay extra money for power supply, heating etc. of the entire building. According to the new regulations they pay for real expenditures concerning just residential sector of the tower. This increased the attractiveness of the iconic Malmö high-rise even more, the apartments were sold off in no time. The interest in the building is by no means less after a lapse of several years, but on the contrary, it attracts additional attention to the city and the entire Swedish part of Orsund region. Recently the decision was made to build a new, even higher skyscraper in immediate proximity from Malmö. The new skyscraper will rise up to 85 floors and it will become the highest (325 m) in Scandinavia in whole. However, certainly the work of Santiago Calatrava was exciting the most and it pushed slightly forward the development of the entire region.

After the success of his first skyscraper the Spanish architect began to pay more attention to high-rise designs. He developed his first residential skyscraper for New York. Consisting of 12 cubic blocks, placed one over other with small shifts, it also became the reflection of sculptural idea,

of the Twisting Torso twin, named Running Torso. Due to financial crunch the realization of the project for 80 South Street was conserved in the middle of this year. The skyscraper for Chicago at Lake Shore Drive 400 will become even more expressive. The surface elements of the highest apartment building in the world the Chicago Spire will be smoothly and delicately twisted. Preliminary design presumed the completion of works by the end of 2009. The scale of construction ensures emerging of a new central high-rise dominant of Chicago City skyline, which has traditionally been famous for its skyscrapers.

The special chapter of Calatrava's engineering portfolio is designing of bridges. His earlier work - the bridge in Barcelona Puente Bach de Roda, finished in 1987, - became a kind of engineering art symbol of 140 m in length. During 1990-s he also constructed elegant bridges in Merida (Spain) and in Bordeaux (France). During the subsequent years over ten of his pedestrian and automobile bridges more were built in Israel (Light Rail Train Bridge, Jerusalem, Petach Tikva), Ireland (Macken Street Bridge in Dublin), Spain (Serreria Bridge, Valencia) and the USA (Trinity River Bridge in Dallas) etc.

Spanish master prefers to use several favourite motifs and subjects, inspiring his separate

works different ways. Thus, plicated canopies and "the beaks" of Atlanta Symphonic Center design found their further development in Tenerife. Exquisite and poetical Auditorium in Tenerife enhances the theme of overlapping shells. But whilst in the City of Arts (Valencia) there is sufficiently calm stratification of layers, in the design for Tenerife there is dynamic connection of plicated ribbed surfaces, similar to an open flower or somewhat bent bird beaks.

Some of Calatrava's structures are merely "facadeless" concerning the traditional meaning of this word. Primarily, for the functional facilities such as railway stations this is not the priority. But the main thing, that the architect finds specific beauty in sculptural forms of constructions or shells he invents. Therefore the vast majority of his works look rather like stereo sculptures, than traditional urban pieces with the main front facade and unpretentious lateral or yard facades. His buildings are full of surprising combination of engineering accuracy and sculptural picturesqueness, incredible sharpness and clarity of outline. However, all his designs invariably become significant events in the architectural life of those countries, where they are set to be embodied, and excite genuine interest in terms of contemporary architecture in whole. ■

tasks for the architect and a kind of his trademark. In the 1990-s he designed several stations more: in Swiss Lucerne and Spandau for Berlin; in 1995 - the underground station in Valencia. This design was a part of large complex of three units: opera, planetarium and the station itself. The decade after, intensively working in America, the architect again returned to the railroad agenda. In recent years he's been working a lot at arranging of the space of Ground Zero for World Trade Centre Transportation Hub in New York and the station for rapid trains in Liege, Belgium.

Certainly, the country could not manage any more without the works of its already famous enough compatriot facing the upcoming Olympiad and World Expo exhibition in Seville. So, he designed the telecommunication tower Montjuic and the Alamillo bridge in Seville.

The telecommunication tower Montjuic became not just one of the symbols of Olympic Barcelona '92, but also the counterpoint in career of the architect. This was the excellent possibility to hit his stride as engineer, as architect of large iconic structure and as sculptor as well. And in the last quality Calatrava proved to be quite interesting. Strong and light in the same time dynamics of white telecommunication tower, sprouted like an excellent flower on the Montjuic slope adorns Barcelona

a lot. Its height together with the base and by spire is just 136 m, but setting on the hill makes it possible to see the tower from any point of the Catalan capital. The 17 degrees bias of its basic vertical line of composition towards the city make the tower even more dynamic, and semicircular crown at its apex completes the whole landscape. And although today the tower is not used for initial purposes (for broadcasting and rapid mobile connection), it is so far one of the brightest monuments of contemporary architecture, which draws maybe as numerous tourists from everywhere, as the buildings of celebrated so much Gaudi. The very large-scale and particularly clear in its forms was Santiago Calatrava design for Seville, done in the course of preparation of city for the Expo'92. With this work, in parallel with the Barcelonian tower, the architect won a real world-wide fame, and his Puente del Alamillo - the snowy bridge over Guadalquivir, which in some way resembles a stringed musical instrument - was compared with Mozart's symphony by association with its own perfect proportions.

One of the significant unaccomplished work of Valencian architect is the design of reconstruction of Berlin Reichstag, drafted for the competition in 1993. Specifically thanks to this concept with transparent sliding dome and ribbed

glass contour of the lower roofing, that won the third place, the Reichstag retained in general its traditional appearance. The dome of Calatrava was so good that the winner design (because of its other complex merits) of sir Norman Foster's studio was to be developed radically to be provided with the similar dome. Whereas the initial project of this company supposed quite dramatic hi-tech transformation of the square and the historical building itself appearance, without any allusions to the domes of the past or other historical motifs.

City of Arts Cinema-Planetarium (1999) in his home town Valencia is the example of excessive structural sugariness of architectural design. The main eye-catching element here is the dual roofing of planetarium, which serves the shell of the building. Streamlined shape and massive internal structural edges create smoothness and clear rhythm at the same time. Under white roofing the planetarium and the cinema are arranged. Whilst external, half transparent shell, protects lobby with living palms and auxiliary accommodations. The adjacent building of opera is also of unconventional form. The spaces of foyer around the concert hall do not have inner bearing elements and they do not create acute angles, whereas the internal volume of the hall itself contains

Towers instead of Former Stadium

In the northern area of the Paseo de la Castellana which had, until now, little urban activity the four towers complex, which will certainly be a very important dynamic centre is being erected.



The building designed by Rubio & Alvarez-Sala estudio de arquitectura is a part of set of four towers located in the north of Madrid, on the Paseo de la Castellana (the most important boulevard, with north-south direction, in the city). The City Hall of Madrid planned the site over the former land of the Ciudad Deportiva of Real Madrid Football Club and ordered the construction of a public square and an underground distribution ring for vehicular circulation.

Madrid has little architectural tradition in high-rise construction and this is in the highest topographic area in the city, so the skyline will change dramatically.

The project is the result of a competition organized by the City Hall of Madrid. They selected the design of the tower to be built at this site. It was mandatory a mixed-use between hotel and offices.

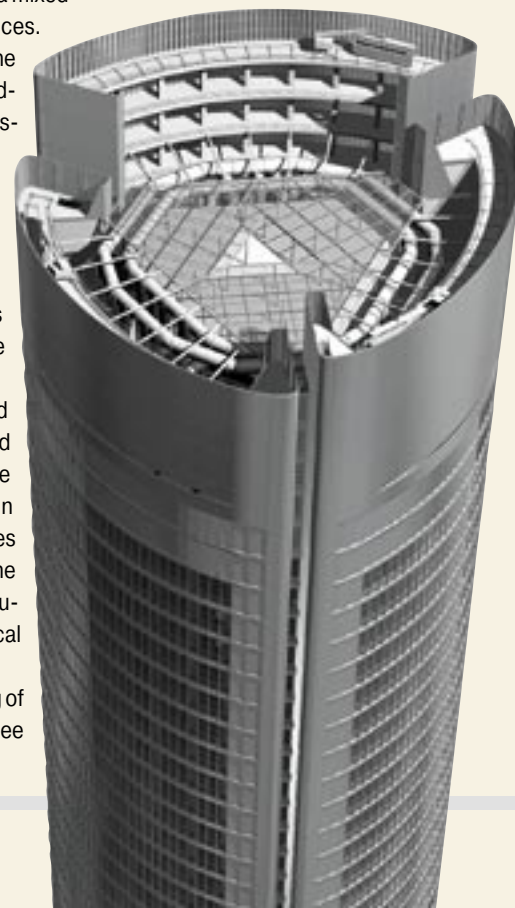
The clarity of the volume of each tower was considered important for the distant vision of the grouping in the skyline of Madrid. What gives the tower its character is its verticality. It was, therefore, more important the slenderness of the proportions of the volume than its height.

The building is divided into three parts separated by fissures that increase the sense of verticality in the volume. These fissures introduce light inside of the building and create the illusion of a group of vertical pieces.

To accentuate the feeling of independence of these three

pieces, they start and finish at different heights and levels. In this way, the encounter with the ground level and the crowning point are resolved. To avoid an overly obvious contact with the ground floor, the tower begins from a lower level, and the lobbies for the main hotel and offices are accessible by a pasarelle, located throughout the different facades.

The shape of the floor plan emerges from the study of both the minimum surface resistance against the wind, as well as, the optimal relationship between of usable area and façade length. A rigorous geometry of tangent circumferences from an equilateral triangle has been the instrumental tool in the design of the floor plan. In designing the floor plan, the need to accommodate hotel rooms



has been a determining factor, as well as to make this strict scheme compatible with the open floor plan an office should have. At the centre of the floor plan, a vertical nucleus is located where both elevators and electrical, heating, ventilation, and air-conditioning systems run throughout the building. Double-height spaces have been designed to serve the use for mechanical floors that separate hotel and offices; one set between the lobbies and hotel rooms, another between the hotel and offices, and one in the top floor.

It was considered essential that the proposal was compatible with the features of the overall image with a functional and constructive solution, both rational and effective. A double facade uniforms the image and protects the interior of excessive solar heat. The up-close view of the tower trusts the façade in offering a more elaborate aspect.

Tower SyV has a reinforced concrete structure where a resistance level of 70 N/mm² in lower floors, and 35 N/mm² in the rest of the building, has been used. The structural scheme consists of two concentric rings of pillars of variable cross sections beginning with a circular cross section, to a rectangular cross section in the hotel levels where they integrate more easily into the enclosure, and returning to a circular section again in the open floor plans of the offices, and a Y-shaped core of reinforced concrete.

Horizontal loads are transferred to the central reinforced concrete nucleus where elevators are located, while the rest, floor structure and composite steel-concrete pillars organize the usable floor plan for different uses.

They have all taken into account the most favourable constructive solution, solving the central core with a self-climbing formwork and allowing further spiral growth for the rest of the mixed structure, sequencing the initial metal structure's pillars and floor structure with its concreted later. The floor plan, organized into three seg-



ments, is very supportive of these approaches.

The foundation, beneath the sixth basement floor, at 20 metres deep is a slab of 4 metres thick and a floor area of 45x47 metres (2,115 m²). Carried out in two phases of 2 metres and executed in nine phases of cementing each. The first two metres are post-stressed through a networking cables set system on the edge perimeter.

In the first mechanical floor plan, at levels 4 and 5 above ground, a detour in the arrangement of pillars is organized, both in the façade as in the interior crown of supports. The amount of pillars is then reduced by half when reaching the lower levels and parking spaces, and allowing the entrance of the

allows each level to behave as an independent fire compartment by means of extending horizontally the floor slab to create a concrete ring around its perimeter. This ring or pasarelle performs the function, in turn, for maintenance and cleaning.

The skin of the building responds to the dual need to resolve technical issues and image through the use of a double wall. The reflections, shadows and transparencies make the building vibrate.

An exterior glass skin, situated on the ends of the floor plan's pasarelle, helps the building appearance look uniform. This skin, open and permeable, is shaped from sheets of glass arranged as scales. The variation in the angle between the glasses generates small local distortions creating a light layer of turbulent air that helps winds slide through with a minimal friction.

An internal facade directly solves the closing of the different uses, and is responsible for sealing and sound insulation without resorting to the usual curtain wall systems.

The ventilation of the space between the two enclosures and the control of direct radiation help improve the temperature conditions in the interior space. The outer skin disappears in the lower levels of the building to make the interior visible. It begins from a cavity of black stone carved in the square and where courtyards are located to allow light and ventilation to the lower underground levels.

It was considered fundamental, knowing the climate conditions of the city of Madrid, to protect the building of excessive solar radiation. In the same way of traditional Spanish architecture, the facade solves the problem by creating shade over the building. The facades, which act as sunglasses, the ventilation between both glass skins of the enclosure, and the shade of the overhangs prevent thermal heat gain and help climate control in the interior spaces.

In the roof of the building, wind turbines are situated with the purpose of scientific investigation. ■

The Major Creative Factor

Architectural studio FXFOWLE was founded by Bruce S. Fowle under name of Fox & Fowle in New York in 1978. Nowadays it is one of the leading architectural firms, which operates intensively worldwide. Among its projects the constructions of different types and scales in the USA, India, China, Russia, UAE and others, which are unfailingly distinguished by innovations and sustainability. The views and present agenda of FXFOWLE is outlined for our readers by the Senior Partner of FXFOWLE Architects Sudhir Jambhekar, FAIA, LEED.



When was your company found?
What projects do you specialize in?

FXFOWLE was founded thirty years ago. Our practice is quite diverse in terms of kinds of projects we do - architecture, interior design, and planning. In terms of these disciplines within architecture, we design, of course, tall buildings, commercial buildings, mixed use buildings, we do also transportation work, bridges, cultural and educational work such as high schools, and museums. In terms of planning and urban design we do transportation-oriented developments, also large communities, cities, and new cities.

What kinds of projects are the most interesting and preferable for you?

The answer is rather simple: I'm an architect, not just designer, so I actually have no particular preference. I actually like to design projects all over the world, so every time there's new typology for me and all this is challenging. New projects offer new challenges that create excitement. In my case, I'm designing a bridge right now and also I'm designing tall buildings in India, in Dubai, and in Japan... There's a real pleasure in working internationally, meeting with people designing projects of all kinds..

When did you start designing high-rise structures? What are

the most attractive points of this process?

I actually started designing high-rise buildings in 1981. It was an 80-story building... The attractive point of designing a tall building is very simple; it's the very nature of its typology is automatically iconic because of its size, scale, etc. Usually the tall building in the city becomes an icon.

In your opinion, what are the major trends in high-rise designing? What new issues concerning architectural patterns and fashion or technological and ecological solutions in high-rise segment should we expect to come in future?

What's interesting in designing

tall buildings currently and in the future that we are thinking now ecologically and sustainably. This is the most exciting about the tall buildings. About early 80-s, when I first worked on a tall building project we did not think about sustainably in those days. Now we consider energy conservation and water conservation in order to make all tall buildings sustainable. In terms of technological advancement in tall buildings I would say that structural aspect is the most innovative part that we're experiencing now, because with the advent of technology we are able to essentially visualize and also imagine complex building forms, and that challenges the structural aspect the most.

What's the importance of high-rise complexes in present urban context?

I believe that it is the very important part of our life, because it supports density and it indirectly supports sustainability, and it also supports the idea that high-rise buildings can be very easily connected with public transportation system. Tall buildings also give you an amazing opportunity to formally shape the urban context in a unique way.

What's the origin of primary vision of a new design? Is it a fruit of teamwork or an idea of a single creator?

I think it is both. Sometimes it is the idea of a single person, a single creator. In my office, sometimes the ideas come fully from me, and sometimes the ideas come from the team as well. So, it's both.

Tell me, please, about some of already implemented projects. What countries did you deal with?

In the United States we've recently completed the New York Times Building with Renzo Piano Building Workshop, and are currently working on the redevelopment of Lincoln Centre with Diller Scofidio + Renfro; Eleven Times Square, a projected LEED Gold-rated commercial building in Times Square; a projected LEED Gold-rated international headquarters for the Wildlife Conservation Society at The Bronx Zoo; a LEED Platinum headquarters expansion of SAP America, Inc., located just outside Philadelphia, Pennsylvania, among others. We also have completed buildings like the Condé Nast Building and the Reuters Building, in addition to a number of transportation projects, such as the Bergen Line Avenue Tunnel Station, and the Newark Elizabeth Rail Link.

What projects are you working at now? Which are interesting the most?

We are designing the a bridge in Dubai which is very exciting. It's a beautiful two arched bridge Sheikh Rashid Bin Saeed Crossing that is approximately one-mile long. It is currently the longest and tallest spanning arch bridge in the world.

Working abroad, do you take into account national identity or native architectural style? What's the impact of geographic and architectural environment on the visual appearance of designed object? How do you consider such issues developing your design?

The climatic conditions from place to place play a very important role because if you are designing a project in Moscow, or if you are designing the project in Osaka, or in New York, Dubai, Mumbai... The climatic conditions are so different that it demands



a new environmentally-responsible mixed-use development of approximately 1,300,000 square meters. We are also working on multiple projects in Japan and India as well.

What projects are you working at now? Which are interesting the most?

We are designing the a bridge in Dubai which is very exciting. It's a beautiful two arched bridge Sheikh Rashid Bin Saeed Crossing that is approximately one-mile long. It is currently the longest and tallest spanning arch bridge in the world.

The climatic conditions from place to place play a very important role because if you are designing a project in Moscow, or if you are designing the project in Osaka, or in New York, Dubai, Mumbai... The climatic conditions are so different that it demands

different solution every time. This is the major influencing factor. The second major influencing factor is the site itself, as well as context. To apply a specific site solution is very important. Another important matter is cultural differences, which becomes important the most with residential building. I can use a simple example, if I'm designing an apartment building in Mumbai,

in India, where living style is a little bit different compared with that in Dubai and I did some project in Moscow, the design would be quite different. Architectural styles, by the way, don't play a direct role but they do influence us in thinking; usually much more interpretive.

To your mind, what countries today are the leaders of high-rise building industry?

I would say that right now the Middle East is one of the leaders of the high-rise industry, because they are erecting the tallest buildings in the world.

What about the Russian market in such a respect? Do you have any plans or intentions to operate in Russia?

I know that Moscow is planning few tall buildings. What's interesting about Russia right now, particularly in Moscow, there's a lot of wealth. Many architects are looking at Russia with great aspiration. I think it's a great place to be, and I know many architects from Russia who are doing good work as well. It's going to be a great place in the future, and a great future market. After all, I do love Moscow! It's a fantastic city. Red Square is absolutely stunning and wonderful. From my personal point of view, forget the political connotations and enjoy the architectural history. ■

Sudhir Jambhekar joined FXFOWLE in 2000 as a Senior Partner when the firm he co-founded, Jambhekar Strauss, merged with FXFOWLE. He is an architect and urban designer with nearly 40 years of experience on a wide variety of project types and scales. Sudhir's passion for design, art, and intellectual exchange with the next generation contributes a valued diversity to the design dialogue at FXFOWLE. Sudhir approaches design as a perceptive search for meaning and usefulness, narrowing the infinite possibilities for a project to an idea that balances the forces at work in each. His approach is rooted in the belief that all elements are part of the larger whole, and each element of the built environment is not only worthy of, but requires, design excellence. His major current projects include a 40-hectare masterplan of Dubai's Business Bay for Dubai Properties, a winning competition for an 301 meter tall mixed-use tower in Mumbai, multiple residential and office towers in India, the Middle East, China, Korea, and IT Park (middle income housing outside of Delhi). Additional current projects include mixed-use towers in Sophia, Bulgaria and Moscow and a 500-acre master planning project on the Dubai Waterfront for Nakheel. He recently won the design competition for Sheikh Rashid bin Saeed Crossing Bridge in Dubai, which will measure 1,600 meters with an arch 205 metres high and 667 metres long.

Sergey Skuratov: The High-rise Challenge

“Sergey Skuratov Architects” today is one of few Moscow studios, whose work inevitably arouses the increased interest both among associates and in general public. The structures, built upon Sergey Skuratov’s designs, are always characterized by brilliant recognizable architecture and belong to the most prominent domestic architectural pieces of a period. A lot of attention of industrial media has been paid to his design of the skyscraper, but many exciting aspects of this high-rise complex creation are still not touched upon. The possessor of title “The Architect of the Year 2008” Sergey Skuratov describes the features of the Mosfilm House erection and the specific character of collaboration with Don-Stroy, and also shares his impressions about recently passed Venetian architectural biennale with our correspondent.

Most of your well-known designs are rather chamber club-like houses of small height. Tell me, please, in more detail, how arose the idea of the building of skyscraper for Pyriev Street and which and what’s going on about it now.

My practice of high-rise buildings designing is long enough. In the middle nineties, working for СКИП company with Sergey Kisselev, we made several attempts to get involved into this rather specific typology of architecture. When I was already the boss of my own firm (2002), Aleksey Dobashin from Krost company proposed to design a high-rise building for Marshal Zhukov Avenue, and even before that the representatives of Capital Group made the analogous proposal to draw a high-rise building next to the Artists’ House (at that place, for which Eric van Egeraat later on conceived his “Russian Advance Guard”). I agreed to join the competition. Motives were completely obvious. Firstly, it was prestigious and interesting. Secondly, it was desirable to create the new image of up-to-date high-tech high-rise building, which would absorb the elements of traditional Moscow and Pskov-Novgorod architectural style, which is used as a rule for temple architecture. The shape of the unit



had smoothed forms, white walls, with large cantilever bronze piece above the tower. All these techniques were fused into stylistics of classical modernism. However, in terms of city-planning this volume was visually connected with many buildings and expansions.

In contrast to that design the skyscraper for Zhukov Avenue was aimed at solving local problems: it locked axis, fixed the turning of mains and, in our opinion, additional dynamics was given to the existing urban complex, which had been designed by ТПО Пезеpp company.

Starting this work, we understood, that the high-rise building is to be perceived from all sides and it interacts with all objects and subjects of observation, with the entire environment. In contrast to the small house it “operates” within the great distances as well as within small ones. Its proportions are very important, its interrelations with the ground surface: as it stands, as if it “sprouts”, or it leans upon something or quite the reverse it is visually separated from the ground. We made about a hundred small draft mock-ups and presented all these to the client and A. Kuz’min, the Chief Architect of Moscow City, and they were perfectly struck by number of versions. But eventually, the work,

unfortunately, didn’t turn out well.

After all those folks I worked a couple of times on buildings, close to 75 m in height, but never surmounted this limit. Once we together with Sergey Kiselev (СКИП, PLC) designed the development at Mosfilm Street. He was occupied with business centre, I did multiplex cinema and four residential buildings. And just across the road Andrey Trofimov (АБ «ТРОМОС») outlined the first version of the Mosfilm Street skyscraper for Don-Stroy. His version did not satisfy the Chief Architect of the city. Soon I got Kuz’min’s proposal to work with Don-Stroy. I have to admit, that I was somewhat surprised with that offer. At that period I saw nothing in common between the performance style of this company and architectural views of my own. The values, which they were worshipping, were not relevant to me. In some of their projects they intensively resuscitated pseudo-classical Stalinist Empire style, in other designs encouraged the brand new trends, but also not persuasively enough. I doubted, if we could get to get on with such a client, if the real creative dialogue would have emerged, which is essential if we are willing to build a really good house.

But judging by the results of work, it seems that “finally you did it”, and quite successfully, I should say. Did your work on the project of Mosfilm House influence any other designs of this company?

I think that collaboration has rendered rather strong impact upon the both parties. In the new projects of Don-Stroy, which are not mine, it is possible to recognize some certain techniques and components, which had been discussed during the designing process, but they weren’t included into the final version of the Mosfilm House. In the first version of our skyscraper the silhouette of tower was screw-like, twisted and with triangular balconies. Similar version of such balconies sprang up in design of Begovaya House. Facades with, so to say, “ragtime”



rhythms of windows, with polyphony of colour has begun to appear. For me this is the evidence of the strong influence of our partnership upon the Don-Stroy style. It even seems to me that some conversion of consciousness has occurred.

What artistic discoveries you’d obtained working on this design proved to be significant for you?

The most important conclusion is the thesis, that it is necessary to create such an elaborate complex in the city first of all as the perfect sculpture, where sizes, proportions, silhouette and materials are of equal value. Skyscraper must be expressive and attractive either from remote distances or from close proximity, have the image, which would impress any observer. It became obvious that to achieve this goal it is necessary to create complex composition. In my view, in Moscow rectangular “Manhattan” silhouettes for the large volumes don’t look well at all. In Moscow, structures like Seagram Building

never take on, and with the lapse of time they are either removed or considerably modernized. Moscow editions of this style arouse the sensation of poverty, and they look like a kind of commonplace (if you think of Intourist, Minsk, Hydroproject buildings).

How such an unusual composition of the entire complex with the skyscraper was constituted?

It seemed to us that this particular spatial solution, let us say so, is relevant the most and moreover it is hard to find all over the world. In the initial version the site planned for the complex was twice as bigger. Composition consisted of two groups, one of which now is under way. Groups were almost specular, but its structures differed in size and architecture a little bit. On testing multiple versions, we set our choice on the one with symmetrical groups, one of which consists of two towers, spiral and parallelepipedon, and horizontal transitional block.

I cannot say if the project would be implemented in whole, unfortunately. But with such a solution in this transitional block the gallery-like (one-sided) apartments are accommodated, which are by no means popular among Russian customers. It was not easy to persuade the client, since the composition was not good without this element at all, although we have dozens of additional versions in reserve. In the first variant of design the spiral tower looked like a person turned round towards the volume of parallelepipedon building. But after all the more expedient and more elegant option was selected.

Your designs are always plastically developed, with facades, which do not look boring. Creating the Mosfilm House design what special tricks did you use?

It was necessary to invent something, which would be pleasant to observe from neighbouring points, not only within urban skyline in whole. It was desirable to leave behind the structural hardness, which is inherent in skyscrapers facades. Thus was conceived the motif of false windows, which create miscellaneous irrational rhythm, unique mosaic to all over the tower’s body. As a matter of fact, behind these false windows there is solid concrete.

The next objective was facades colour solution. Being constantly in search for the means of expressiveness, we unexpectedly directed onto the idea of “eternally shining” skyscraper. Dislocated and deformed, slightly biased faceted prismatic volume of snow-white colour makes the building similar to iceberg. As a result of prolonged considerations the building obtained the extended colour palette of facade from the white at the apex to the dark, almost black at the level of basement pillars. The lower volume of parallelepipedon is glass-coated at different angles according to the principle of woven basket. Some of glazing elements are turned to the sky, some - to the earth, the rest of them are vertical. The butt ends of the building have

the same negative or positive bias. The ends of trihedral prisms are aluminium-framed. There are some other themes and other materials, for example, the Swiss grid, which encloses evacuation balconies. The perception of facade changes eternally, depending on weather, illumination, time of day. And the main thing is that people inside won't feel like living in a glass box. And for this purpose multiple tricks were devised.

One of indices of up-to-dateness and premium class of skyscraper, the indispensable attribute of de-luxe rank structure is that it should be featured with specific technical and engineering solutions. What technological innovations were used in this building?

First of all, setting such a construction upon such differently directed columns is generally unprecedented. This technique made it possible to soften the impression of structure's massiveness, adding to it a certain air of levity and light-mindedness. Thus, there's a huge space below the building and finding yourself there you feel like being in the forest after storm with chaos and disorder all around (in our case it symbolizes freedom). This way "the house upon the trees" becomes free of pompousness, more relaxing and indulgent. It proved to be rather difficult to implement this solution technologically. To form almost fifty 17-meter biased concrete pillars it was necessary to invent special method of application of sliding casings. The German company, which helped to design it, was unable to manufacture twisted pillars of triangular profile, which had been planned originally. As a result many efforts of both Russian and German partners the technology for manufacturing of trapeziform columns of rectangular cross section was developed. Additional issue consisted in the fact that they all were to be positioned at different angles. This solution for skyscraper is unique in the contemporary practice not only from artistic, but also from technologi-

cal point of view. A lot of Japanese, German, Russian specialists who visited the site, were making helpless gestures out of astonishment.

Another "miracle" of our building on Pyriev Street is the unique foundation plate. It was continuously underpoured for a week. It is 4,5 m thick, and its area is 1000 sq. m.

Something about the building even worth mentioning in the Guinness Book of World Records. In the facades of 200-meter tower Japanese Alpolik panels with the photo-molds of 18 textures of natural marble-like limestone are used. Construction, technology and development are Russian. With the facades of 130-meter allelepedon building we're were dealing together with Russian firm Aluterra and German engineers from TAUBER company. virtually all technologies were invented or adapted for this particular design, so its innovative nature for the domestic practice is obvious.

What does it mean for you as an architect to build a high-rise building in the city?

Tall building, unfortunately, like a bull in a china shop, is always provocative and generates conflicts of different nature. In the capital new high-rise dominants get assimilated for long time and often painfully. Although Moscow is the city of separate houses, but not consistent ensembles, the latter nevertheless exist, however, rather not within Moscow tradition, but despite of it. In some sense "the cultivation" of new high-rise buildings in the city is a regular sequel of point development tradition. I, as an average Muscovite, like the Moscow City area, I recognize it as a symbol of the future. Unfortunately, in terms of art some of its buildings leave much to be desired (this is a criticism from the point of view of an architect). That's quite another story, but in whole the City nevertheless is good. Its skyline looks magnificent against the background of evening sky, with illumination and something like that.

And would you support the plans of building a couple of high-rise structures in imme-

diated proximity from your own house?

It is difficult to answer unambiguously. One should only remember well that each new skyscraper in the city considerably increases concentration of people at a place, load upon transport, infrastructure, ecology and so forth becomes heavier. The ethical issues with the natives of those places where the compaction of environment occurs are also not to be forgotten. But the scenario, when the initial "underbrush" sprouts in city, and then another one is normal, in my opinion. The silhouette of city changes, and skyscrapers begin to live their own life. As, for example, in Frankfurt am Main, where the district of tall buildings and the rest of the city live practically separately.

You've recently come back from one of the most prestigious European professional forums, I mean the Venetian Architectural Biennale. What about your impressions?

Long since the entire world is divided into two parts. The most intensively developing and wealthy countries are still eager to build the highest, largest, the super-original "super-mega-house" and involve into it the starriest, most ambitious, technologically advanced architects, who are able and crave to create this. Rest are concerned with some more down to earth problems: ecology, improvement of quality of the Lebensraum, how to construct energy-saving and more affordable houses, to use the new materials, whose production requires less power consumption. I.e., the objectives, which are being solved more frequently in advanced society with high level of social protection. Russia, in my view, has a chance to fall into the totalitarian disease. The Stalin-Brezhnev methods of forming of new way of life are resuscitated again. In this period the architecture is always united with the authority and attempts to prove its loyalty by creating the arrogant buildings. And in this sense the showcase of Russian pavilion

is the illustration of this process. For example, the Forster's design of 600-meter Russia Tower represented at the Biennale, which will become the highest building in Europe, is a kind of "vanity fair" of mightiness, power and prominence of the Russian State. All compete between themselves in originality, altitude, enormosity of investments. Along with that, the agenda of the Biennale was almost ignored, which was considering architecture not as a separate structure, but as a spirit, means of people's communication.

Well, were there any interesting Russian developments concerning "green" buildings or effective, use of energy-saving technologies or so?

I know nothing about it. Today the problems of this kind are not within discourse of Russian architects. Foreigners, who operate in our country, also especially do not bother themselves with such concerns. The present Russian clients don't care about it too, and it's not interesting for them.

You have many various rewards and diplomas. But what does the title of Architect of the Year mean for you? Does it give any additional preferences while interacting with clients?

I haven't enjoyed such a feeling yet. It's a not a Prizker Prize, so far. It's a rather labour-consuming burden to organize an exhibition at coming up "Arch-Moscow".

So, which among all existing competitions and awards are respectable and significant for you the most?

Some time ago the most honourable and interesting for me were the Golden Section Awards of the Union of Moscow Architects. Twice I obtained the Grand Prix at Zodchestvo festival. I always participate in above-mentioned "Arch-Moscow" and practically each time I won some prizes - for showcase, for design or something like that. However, the possession of Architect of the Year title shouldn't be taken seriously. Life comprises a number of more important things and moments... fortunately! ■

High-rise Cascade of Individual Homes

The Herzog & de Meuron's new tower is to be stuck into Manhattan centre by 2010. The construction of this 57-storeyed building, which looks like a chaotic high-rise stack of match-boxes may break a brand new ground in modern tall building.



Since its formation in 1978, the Basel, Switzerland-based architecture firm Herzog & de Meuron has achieved international renown for buildings – houses, libraries, schools, stores, museums, hotels, factories, arenas – that strike an uncanny balance between strict refinement and pure invention, practicality and the sublime. Their recently completed Beijing National Stadium in China, for billions of worldwide spectators the single most enduring image of the 2008 Olympic Games, has redefined the sports arena for the future, while museums like the Tate Modern at Bankside in London and the de Young Museum in San Francisco ambush expectations of what makes a building ideal for art.

With such commissions, Herzog & de Meuron has aimed not for virtuosity but innovation, look-

ing always to the broader culture and art for inspiration. Referring to Andy Warhol, Jacques Herzog has said, "He used common Pop images to say something new. That is exactly what we are interested in: to use well-known forms and materials in a new way so that they become alive again." On the threshold of its fourth decade, Herzog & de Meuron is poised to reinvent another great architectural prototype as construction begins in New York City on the first high-rise tower of the firm's career.

56 Leonard Street will be a 57-story residential condominium building at the intersection of Church Street and Leonard Street in the Tribeca Historic District of downtown Manhattan, where it will rise above cobbled streets and historic 19th century neighbors. The tower will house 145 residenc-

es, each with its own unique floor plan and private outdoor space, in a veritable cascade of individual homes that the architects describe as "houses stacked in the sky," blending indoors and outdoors seamlessly together. With its articulated surfaces, dramatic cantilevers, profiled slab edges, profusion of balconies, expanses of glass, and views from downtown Manhattan to as far as the Atlantic Ocean, Herzog & de Meuron's 56 Leonard Street breaks down the old image of the high-rise as a sleek, hermetically sealed urban object to propose instead a thoughtful, daring and ultimately dazzling new alternative – the iconic American skyscraper re-envisioned as a pixelated vertical layering of individually sculpted, highly customized, graceful private residences opening to the atmosphere. The architects' design for 56 Leonard

Street also updates the relationship between private tower and public streetscape with an articulated base whose cantilevers generate a sense of movement and permeability. Here, the building's defining corner will be the site of a major commissioned sculpture by internationally celebrated London-based artist Anish Kapoor.

Homes available at 56 Leonard Street will range in size from 1,430 square feet to 6,380 square feet, and will include two- to five-bedroom residences and ten penthouses. Prices for the residences at 56 Leonard Street range from \$3.5 million to \$33 million. At 56 Leonard Street, the architects' intention is to preserve the celebratory spirit of traditional skyscrapers while introducing new structural possibilities and suggesting fresh ways for people inside such towers to relate to their

Okhta Centre: the Perspective View

The Okhta Centre became one of the most discussed designs of high-rise construction. The majority of its opponents consider that the building will spoil the historical skyline of Saint Petersburg, without presenting any convincing arguments. We propose to readers to become acquainted with the point of view of designing company on this issue.

It's hard to imagine Saint Petersburg without projecting vertical dominants. The Peter and Paul Cathedral, erected in 1712-1733 of Domenico Trezini, was just a little inferior in height to the most majestic cathedrals of Europe at a period. The only three contemporary structures higher than it were raised - the Ulm Cathedral in Germany, cathedrals in French Rouen and in Rome.

In 2006 Gazprom organized international architectural competition to select the best design of new high-rise dominant for Saint Petersburg within public and business district at the confluence of Okhta and Neva rivers. Among drafted 42 companies six leading architectural bureau from Western Europe, the USA and Great Britain composed the shortlist.

was internal competition in RMJM among the chief creative architects, and the final draft comprised several ideas. Of course, the most radical concepts were discussed as well as the most conservative, for example, the creation of, so to say, "groundscraper" instead of the high-rise tower. But as a result of the high-rise tower. But as a result of the both beautiful and audacious idea of high-altitude spire, which

as extremely hard to endorse any high-rise design as in Petersburg), presented to the city authorities the building with a height of more than 300 m, proves, that the selected development direction of city-planning concept for the contemporary downtown with the new vertical dominant in its centre has the obvious right to exist. We may agree or not with these or those



Designed by Rastrelli the belfry of the Smolnyi Convent, which was not completed is the tower of 143 min height could have beaten the record of the Pyramids in Giza the century before the Eiffel Tower was built. Since then, besides several ten plant chimney-stalks, radio masts and tele-tower, in the history of the high-rise ambitions of Saint Petersburg there haven't been any structures outdoing the height achieved already in the epoch of Peter the Great.

On the solution of organizers, which coincided with the results of voting among the project's Web site users and citizens, who visited the exhibition of competitive designs, the competition of six concepts created by world famous architects was won by the British RMJM, the largest of all participants company with the 50-year history, which moreover has got design experience in Russia and Saint Petersburg. In the course of developing the concept there

would immortalize the peninsula of almost millennium history of this land (Landskrone Fortress, Nienschanz...), inspired everyone so that all the remaining down-to-earth ideas were slam dunked into WPB.

The fact that all six competitors, who are forming the image and trends of contemporary architecture and developing cities with great history worldwide (Paris, London, Barcelona, Milan, Edinburgh and Vienna, where it's

ideas of these virtually outstanding architects of the present. But it is also true that their concepts are not just their personal vision of Petersburg's historical centre, it's rather challenging for particular urban context of that notorious depressive Leningrad, in which, according to its present Governess Valentina Matvienko "no any architectural masterpiece was crated" during the latter half a century. And that's along with the fact that enormous territories, which are



city. Inspired by the permeability and spatial qualities of Modernist houses and the great American dream of a customized home, Herzog & de Meuron has replaced the usual extrusion of standardized skyscraper floor plates with a staggered progression of structural slabs turning slightly off axis by degrees as they ascend, creating constant variety among the apartment floor plans. This structural arrangement of floor plates at 56 Leonard Street will create an irregular flurry of cantilevered terraces up and down the building, making plays of light and shadow that give the tower a shimmering, animated appearance on the skyline and widely varying interiors. 56 Leonard Street contains five key zones ascending from street to sky: lobby, "townhouse" residences, amenities, tower residences, and penthouses. Appearing to rest upon Anish Kapoor's sculpture, the base of 56 Leonard Street will have the appearance of a stack of cantilevering volumes with varying degrees of transparency and opacity. This section of the building contains a dramatic doubleheight, 1,600-square-foot lobby with an entrance on Leonard Street adjacent to a verdant exterior vertical garden to the west. Sheathed in gleaming black granite, the lobby space includes stations for a 24-hour doorman and concierge, with custom-designed reception desks by Herzog & de Meuron; private residents' mail, package and refrigerated storage room; custom-designed visitor seating fixtures; and two separate elevator landings with a total of seven elevators featuring interiors designed by the architects. Above the 18-foot-

high black granite-walled lobby are several floors of residences that relate very directly to the immediate scale and panorama of the neighborhood (homes known by the architects as "the townhouses") and two full floors of amenities spaces custom-designed to the last detail by Herzog & de Meuron. These include an 75-foot infinity edge pool, one of Manhattan's largest, surrounded by a black terrazzo deck inlaid with spherical glass aggregate. An adjoining outdoor sundeck cantilevers 20 feet over the block to provide extraordinary Tribeca views and a sense of connection to the district. Other amenities include a fitness center with yoga studio, wet and dry spa features and terrace; a library lounge; a screening room; a private dining/conference room; and a Tribeca Tot Room for children's play and family activities. Every angle and structural element has been designed to create visual access to the cityscape for those inside the building and aesthetic excitement for passersby on the street. Floors eight through forty-five at 56 Leonard Street containing the building's two to five-bedroom residences. In each residence, grand glass doors of up to 12 feet in height lead to private outdoor spaces outfitted with travertine pavers, a frameless balustrade and custom designed handrail. Balconies and terraces are arranged in varied schemes that provide uninterrupted views of the city, its flanking rivers and New York Harbor, and saturate living spaces with light. Interior details, sharply refined by Herzog & de Meuron, enhance the perception of spatial flow and an atmo-

sphere of harmony. The building's exposed exterior concrete is complemented indoors by a subtle neutral palette of extremely sensual materials. Champagne colored glass, natural pale solid woods, travertine, Thassos marble, polished metals, black granite and high gloss black lacquer accents are part of a supercustomized, luxurious package of finishes chosen to complement furniture and art. Extending the assertive sculptural character of the building's exterior to key interior details, Herzog & de Meuron has conceived several signature sculptural fixtures for the homes at 56 Leonard Street. Fireplace hearths soar from floor to ceiling, crafted by the architects in high-gloss white-enameled steel. Derived from pragmatic architectural functions, this monumental freestanding sculptural element anchors the great room and provides a dramatic focal point while reflecting and diffusing ambient light. For 56 Leonard Street kitchens, Herzog & de Meuron have designed a special prep and dining island fitted with a high-gloss black lacquer base and enhanced honed black granite countertop - a feature with the alluring curves of a grand piano or an elliptical lozenge - accompanied by a custom hood either sculpted from the wall or descending from the ceiling. Generous cooking and entertaining spaces are complemented by top line appliances integrated into custom cabinetry and sleek, minimal glass cabinets designed by the architects. Bathrooms at 56 Leonard Street are similarly meticulous in detail. Curving spaces enclose custom Herzog & de

Meuron marble mosaic-tiled walls, vanities, cast six-foot oval soaking tub, shower, cabinetry and fixtures, all planned in relation to expansive windows framing views in the most private area of the home. The building's dramatic nine-story crown contains its apex penthouses - eight occupying full floors and two occupying half floors - will appear on the Manhattan skyline as a chimerical geometric sculpture of stacked, glimmering glass volumes. Ranging in size from approximately 3,650 to almost 6,380 square feet, these aeries embrace the outdoors through expansive private terraces of up to 1,700 square feet. Penthouses are accessed by private elevator. Soaring window walls rise to 14 feet and open onto panoramas of the city and sky. Summarizing their design, Herzog & de Meuron has said, "We approached the design process for 56 Leonard Street from the inside out, from the homes themselves. But we also considered the outside in terms of the Tribeca neighborhood. Here you have the small townhouses, the old manufacturing buildings, and the high-rise buildings, but also a lot of little corners and surprising things between. The different scales characterize the neighborhood and we wanted to establish a dialogue among them. For us, creating a building is a research process. We call it a journey." Occupancy at 56 Leonard Street is anticipated in late fall 2010. 56 Leonard is supposed to become a unique contribution to the urban fabric with a building that relates directly to the city but is also an outstanding international address. ■

many times as larger than historical centre, were built up. Can you name one structure at least done during this period, which may be referred to treasury of world architecture together with dozens of monuments and ensembles of the historical city centre, the building, to which people would come to look at from the distant places of the world, against which background tourists and newlywed would take pictures?... References to the Communist ideology and the poor building performance are not accepted as lame dodgings for in 20-30-s with such a "low quality" and inspired by the same ideology lots of classic masterpieces the Soviet constructivism were created in the USSR, and its examples are inspiring the leading architects all over the world until now.

The most well-known among experts and historians of architecture design of skyscraper was and remains the 400-metre Tatlin's tower (The Monument of the Third International, 1920), which was set to be erected in post-revolutionary Petrograd according to the authentic concept directly behind the Peter and Paul Fortress. This tower was not simply paperwork architecture, this was the manifesto of the progressive culture of the first half of the 20th century. Many publications and international exhibitions featured this unimplemented structure.

The tower of Okhta Centre contains obvious allusions to this unrealized skyscraper in use of spiral ascending motif. However, a spire is several meters shorter, thus keeping high-rise priority after the Tatlin's virtual masterpiece in the city's architectural history.

Main concern of opponents is possible disproportion between the scale of future construction with that of the historical centre. However, specialists know that in the architecture the scale is not connected directly with size and height of building - even house with a height of 24 m can be out of scale and disproportionate to the general context, and it's quite usual for Petersburg. But, for example, the



Eiffel Tower with height of 324 m is completely in line with historical centre of Paris due to the exceptionally elegant silhouette and the ornamental details of open metal structures.

In the RMJM's concept of five square-section wings of the tower the floors are twisting story-by-story along the spiral trajectory, that creates rich sculptural form, similar to the diamond of filigree faceting, which reflects in thousands of facade panels of polished glass kaleidoscopic mosaic of Saint Petersburg in the images of houses, sky and river sharded into minute pieces in the multi-colour nuances from gold to the blue. This splitting of facade stained-glass panels to many facets creates the exceptionally open facade matching to the architecture of historical centre. Observer moving in the space, will be presented with the vision of "living" tower in the motion of specks of light and reflections - this is the nature of optical illusion, originated by spiral forms. The concept of master plan, based on the contrast of horizontal and vertical dominants, offers to townspeople new linear park with avenues and foot bridges, thrown

to another shore of Okhta and over the adjacent roads.

The silhouette of the linear park, which glides along the buildings of stylobate part, is inspired by the waves of Neva and by the silhouette of Bolsheokhtinsky bridge, the masterpiece of modern. The soaring lines of the silhouette of bridge transfer view on the Gazprom complex and connect its architecture physically with the historical centre of Saint Petersburg, which is expanded over the Neva river. The gigantic spans of bridge's steel trusses, which flashback to the 20th century, are combined with ornamental details of its elements usual for 19th century. This makes bridge iconic structure, which connects the historical centre and modern Petersburg, two epochs and even two scales. The undulating silhouette of the bridge and its scale are "caught" by architecture of stylobate and are transmitted into volumetric solution and features of the tower itself.

As far as the site is concerned, it is located beyond the historical centre, on its periphery, in industrial area, established by Peter I himself on the ruins Nienschanz. The only significant architectur-

al ensemble in the nearest surroundings is the Smolnyi (the convent and the Institute for Noble Maidens) because of its functions deliberately built by our ancestors beyond the city centre.

Height of 400 m would be unacceptable and would undoubtedly suppress the environment, if constructed in the very historical centre. However, in our case the building is being erected at a sufficient distance from the historical centre. A question of sufficiency of this distance is an issue for many people. The opponents proposed to build the tower in Rybatskoe or in the alluvial territories of Vasilyevskiy Island... All these proposals reflect the simple phenomenon of optical prospect - any object looks much less at a distance in comparison with that being located nearby. However, after carrying out thorough analysis with the aid of the computer simulation and the photomontage, the architects came to the conclusion that the tower should not be transferred to outskirts, since Okhta region is distant enough from the city centre (more than 5 km from the Palace Square).

The critics of the project, unfortunately, are unsubstantiated as usual, they do not possess any data, which prove allegedly the perniciousness of the visual influence of the tower over the historical centre. And on the contrary, there is quite a lot of experimental data proving the reverse.

The site for Okhta Centre is located far enough from the city centre. Let us say, Moscow Federation Tower of more than 500 m in height will be located nearer to the Kremlin belfry of Ivan Velikiy (ensemble, which is under protection of UNESCO), than the tower of Okhta Centre with respect to the belfry of Peter and Paul Cathedral or to the Palace Square. The skyscrapers of La Defence, which complete the prospect of Champs Elysee on in Paris, are also located much nearer to the Place de l'Etoile in the center; however, UNESCO, whose headquarters are located

in Paris, doesn't exclude this great city from its list for the idea of the visual interrelation of historical and contemporary architecture, which is "seditious" for many people for many reasons.

However, as far as the unengaged opponents of the project from intelligentsia are concerned, no one doubts that their impulses are completely sincere, Russian intelligentsia was, is and it will be always against any authority and power, but the design of the tower is nothing else but creation of the symbol of authority and power of the economy, which is being revived. Certainly, instead of erecting of iconic buildings it is possible to spend money for various social programs. But what would remain in the history of city associated with the period? If all rulers were humane and intelligent, then mankind would not have had either Pyramids, or Acropolis, or Coliseum. And there would have been no Petersburg as well...

Neither customer nor architects set as their goal the record in height. On the completion of building the tower of Okhta Centre will not enter even Top Ten of the highest buildings worldwide, although it will enter into the Top three of our country after Russia and Federation towers. So, the 396-metre tower of Okhta Centre will be more than twice as lower than the Burj Dubai, which is being completed in the United Arab Emirates. The height of the tower is determined not by high-rise ambitions, but by considerations of harmony and beauty. It has height and silhouette in order to appear precisely the way, as we

the architects, would like to see it from the historical city centre within the established city-planning context. The height of 396 m was determined by the intention to build-in the function into the form of thin elegant spire. The obelisk-like building, whose harmonious proportions were thoroughly elaborated and repeatedly modelled, would look organically in the Saint Petersburg's skyline.

The opponents refer to "The High-rise Code", which for the first time appeared in Petersburg in 2006 and it was directed toward the limitation of typical development in the historical city centre and in the adjacent regions. The historically useful metric area of buildings in the city was naturally limited by height of five or six floors. First height limitation of buildings is introduced in 1857 by Construction Regulations - 11 sazhen, (23,47 m), which is not higher than the cornice of the Winter Palace. With the invention of elevators and lift construction technology Petersburg developers began to storm persistently the skyline. The pattern is the building of Singer company (the Book House), whose initial height of 12 floors was reduced by authorities to seven.

However, both "Construction Regulations" and "High-rise Code" relate to the regulation of typical constructions. The buildings, which are important in terms of city-planning as high-rise dominants never fell under jurisdiction of height limitations. In 18th and 19th Centuries these were the spires of the Admiralty and belfries, cupola of cathedrals, railway

station towers, fire watch towers etc. In the 20th century about hundred of cathedrals and churches in the city were destroyed, and old stove pipes of houses replaced dozens of gigantic smoking pipes of heat and power plants and manufactures, which took over the impoverished city skyline, which arose as a crater edge around the historical centre. In 1960-s the horizon became ornated by striped body of tele-tower with a height of 310 m, while in the port grew the gigantic cranes, which exceed the cathedrals of historical centre in height. However, none of worthy buildings, which would be specific vertical dominants, were erected in the 20th century, in any case nothing of realized by contemporaries cannot be compared in any way with the dominants of 18th and 19th centuries. In the USSR there were no even standards for high-rise buildings and technology of their erection.

The project of the Okhta Centre as the high-rise dominant is based on the principles established by the first dominant of Petersburg - by belfry of Peter and Paul Cathedral. Its height relates to the height of environment at approximately 1:8 ratio, i.e. with the height of typical housing of 48 m (according to High-rise Code) the dominant's height is 396 m. The height of tower is equal to eight diameters of base (similar to classic column), and its forming is based on the principles, discovered by builders of the ancient pyramids: the entire mass of building is visually directed upward, being concentrated at the point of apex. Practically all historical vertical dominants of Saint Petersburg are

built according to this principle. The height of dominant is determined by the scale of environment - in the historical centre, where the typical housing is woven of houses with the length of facade of one-two modules (25-45 m), the height of dominant up to 100 m is quite adequate. However, in the region of Sverdlov Quay there are houses with the identical facades with a length of about 200 m each, at Krasnogvardeysky Square the facade of the buildings constructed in 1960-s extends to 760 meters! The length of the Smolnyi convent of 215 m and the Smolnyi Institute of 300 m themselves, to say nothing of the immense spans of Bolsheokhtinsky Bridge, dictate the scale, which is completely different from that of the historical centre. And in this connection the 396-metre spire of the Okhta Centre absolutely matches the environment.

If we extrapolate the Petersburg city-planning tradition of the 18th Century to that of 19th, then for the new district of the city, where the height of typical housing is about 48 m, the height of the universal high-rise dominant should exceed 300 m.

Okhta district, in spite of the presence of several cosy blocks beside Krasnogvardeysky Square, at present is the personification of heaviness: the Okhta flood-lands are continuously built with industrial facilities, which are altered with cemeteries and petrol stations. Many of industrial enterprises are declined and now they are being sold off, the significant number of industrial units are ecologically harmful, and the content of



heavy metals in the soils of these territories many times more than maximum permissible concentrations. Krasnogvardeysky District in this part of the city in comparison with others is least provided with transport and social infrastructure, retail points, maintenance, leisure, culture and sport facilities. The level of cultivation and re-planting here is lamentable. All this is to be changed with realization of the Okhta Centre project as the public and business centre, where besides office buildings will be built commercial and entertaining amenities, sports facilities and the Cultural Centre, including the Museum of Contemporary Art and multifunctional concert hall. The city expects much of this project implementation, for in the essence, it will become the first cultural object of this type, built in Krasnogvardeysky District, beyond the historical city centre. This construction also must include Petersburg into a list of the world capitals, which have the centres of the contemporary culture, with which in Petersburg, alas, frankly speaking, so far is good by no means...

Let us begin, so to say, from the unacceptance by many of townspeople of the Okhta Centre as a dominant, rooted in narrow-mindedness, incomprehension of the continuity of architectural and city-planning operations and hence with the complete aversion of contemporary architecture and art per se, with the requirement to lock the historical centre into a kind of ghetto, completely segregating it from contemporary architecture. In many respects these attitudes adjacent to obscurantism are fed by well-known city-planning errors, when the contemporary buildings of the very doubtful architectural value appeared against the background of historical skyline. In our case the ensemble of the Okhta Centre will be an example of completely new quality of both the architecture of separate buildings and the entire environment as a whole. The city of Hermitage and Mariinka should

be developed in the 21st Century not only as the keeper of traditions, but also as the setter of new trends, who would be a leader of global cultural process.

The tower will be built well beyond the historical centre (more than 5 km), and from the left Neva bank it would be not visible, but from the right bank it could be seen only from quays and bridges. From the eastern tip of Vasilyevsky Island the tower would look 2,1 times as lower than the spire of Peter and Paul Fortress, 2,2 times as lower from Troitsky Bridge, from the University Quay near the building of the Academy of Fine Arts it will be perceived 1,9 times as lower than St. Isaac's Cathedral. Of course from all points of the right-bank city centre the tower would look lower than the tele-tower. So, the tower threatens neither historical to centre in whole nor its existing dominants.

Of hundreds streets of the historical centre (left bank of Neva) it is possible to name only two, from which tower would look like vertical dominant, these are Kirochnaya Street and the section of Fontanka from the Egyptian bridge to Moscow Avenue. The summit of the tower's spire would be visible just from several points: from the very end of Sadovaya street, at the angle of Moyka Quay on the bank and Konnogvardeysky Alley, and Moshkova Alley, at the angle of Nevsky and Ligovsky Avenues and the Champ de Mars. From all these points the tower will not be perceived as dominant. However, a similar minimum effect on the city centre skyline has the existing tele-tower with height of 316 m, which is built much nearer to the centre.

For all these points architects made photosimulations, with virtual tower inserted according to the results of the thorough GPS measurements. Analogous results are got by Committee on Government Control, Use and Protection of Monuments in terms of independent analysis of the high-rise influence of the tower (25 control points of historical

centre were photographed from helicopter from height of 400 m above the construction site). The available three-dimensional computer model of historical centre makes it possible to accomplish virtual strolls around the city, estimating the visual influence of the future building - spire on the city skyline - as new dominant, proportional to urban context, not suppressing and not contrasting to the absolute dominants of the historical centre.

The obelisk-like building, located on the relics of the Nienshantz Fortress demolished by Peter the Great symbolizes by itself both the victory of Russian arms and the glory of Russia, which thanks to Gazprom in many respects wins back the role not just nuclear, but energy super-power, which determines the contemporary geopolitics of Eurasia. It's hard to imagine the better place for the building, which is to be the new symbol of city than in the confluence of Okhta and Neva, where people settled during centuries before Saint Petersburg establishing.

In the RMJM's view the Okhta Centre Tower is not just a monument of the most important player on global energy market, who consumes the reserves of the mineral raw material on the immense expanses of Russia, this is the monument to many generations of the Russians, who managed to conquer and were defending these space during recent three centuries from the moment of Saint Petersburg establishment, this is the monument of the city of the new age, the acknowledgement of its grandeur and obvious influence on history, culture and economy of the world. And therefore the monumental architectural solution of the tower as monument presupposes its sculptural obelisk shape, directed toward the sky as the spire, which is delicately matched into the city skyline. The form of this baroque in its spirit spire through the organic composition of volumes induces the element of dynamism and motion.

For the first time during several

decades of city-planning stagnation the ambitious objective of creating the world class architectural and engineering masterpiece is set. For the first time from Romanovs Dynasty period there's a customer whose purpose, in contrast to the previous and present developers, is not to carry out five-year plan or to make a little more money on sales or lease of square meters, but to spend a lot on the building of the new symbol of modern Petersburg and engineering miracle, which townspeople should be proud of. The tower in its actual form as obelisk sculpture cannot be profitable in the comparison with thousands of other orthogonal cloned skyscrapers. The irrationality of this project is obvious, and it akin to the romantic spirit, which surrounded the building of all famous Peterburgh dominants, such as the tower of Admiralty.

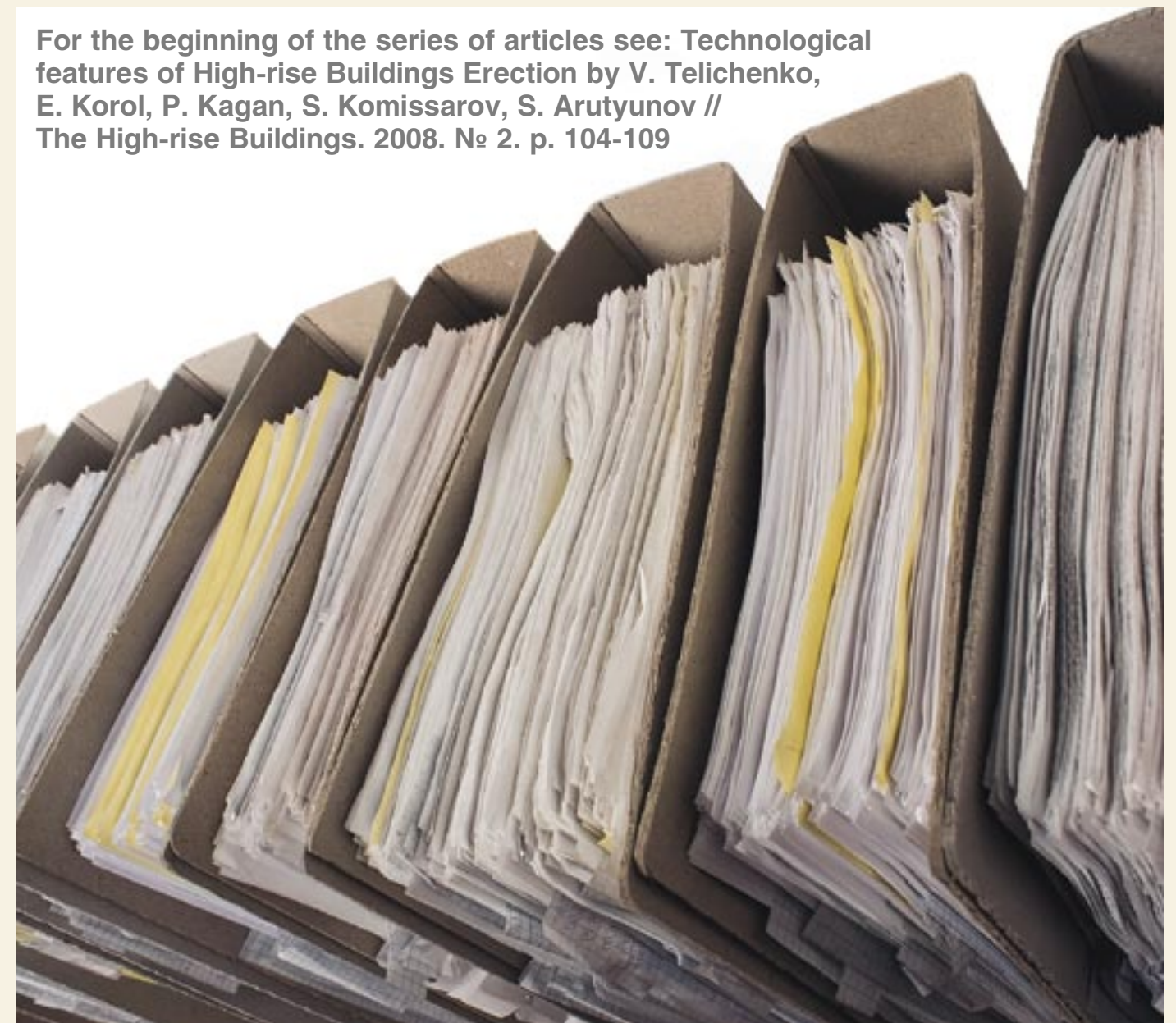
Its five wings are twisting story-by-story they to one degree relative to its centres, decreasing in the size along the way to the apex, thus creating the silhouette of spire. And as the tower's footprint outlines the previously located here Nienshantz Fortress, then in its middle part the floor plan recreates the contour of the central housing of shipyard, founded by Peter the Great immediately after the destruction of fortress at the same place. Thus, the architecture of the tower is rooted in the history of the site, reproducing and personifying historical memory and strongest power engineering of this place in the new forms. Those, who naively propose to transfer the tower to another place, simply do not understand, that the investments (i.e., the energy savings) are so strongly attached to the energies of the sites, that very frequently they themselves become secondary phenomenon. And then neither customer nor architect dictate the architectural solution, but the site itself dictates everything...

Based on the materials of "Moscow Gaining Height" International Conference on high-rise building ■

Design Documentation on Organization of High-rise Construction

Conclusion. Beginning in № 5. p. 70-73

For the beginning of the series of articles see: **Technological features of High-rise Buildings Erection by V. Telichenko, E. Korol, P. Kagan, S. Komissarov, S. Arutyunov // The High-rise Buildings. 2008. № 2. p. 104-109**



CONSTRUCTION MASTER PLAN

Construction master plan is developed for construction of high-rise building (or complex) and the system of utility networks and roads.

The main objective, to be solved by development of construction

general plan, is rational arrangement of construction vehicles, equipment, warehouses, temporary and everyday accommodations, passages and communications.

The source materials for developing the construction master plan are: data on geological, hydro-

geological research, engineering and economic calculations; project's estimate documentation; construction schedule; calculations of temporary facilities; the organizational and technological schemes of development; basic resources curves; feasibility notes for subsidiary buildings, facilities

and installations; data about advanced machines, domestic and foreign, and also actual availability of machines and mechanisms according to the types in the contract construction agencies.

Construction master plan is developed both for the preparatory and for the fundamental period

of building with the indication of:

- permanent buildings and facilities;
- places of temporary buildings and facilities arrangement;
- permanent and temporary roads and other paths for transportation of construction elements and materials;
- crane runways and the sites of cranes installation;
- hazardous zones of machines and mechanisms operation and hazardous zones near the building;
- utility networks, the connection points of temporary engineering communications (networks) to existing networks with the indication of the sources of power, water, heat and vapour supply;
- warehouse areas;
- cranes; concrete feeding pumps and other construction vehicles and mechanized installations;
- existing structures and those to be removed (for the preparatory period);
- location of reference axes signs of buildings and facilities, construction vehicles wheels washing point;
- enclosure of construction site and danger zones;
- points of lampposts installation.

While developing construction master plan the following principles are to be considered:

- the solutions of construction master plan must be connected with design solutions (working draft), including organizational and technological issues of works; meet the requirements of СНиП (Construction Norms and Regulations); satisfy the everyday needs of workers at the site; ensure rational freight flow;
- temporary buildings, facilities, installations and utility networks must be arranged at the area, where their operation during entire period of construction is possible;
- expenditures for construction of temporary buildings and facilities, including laying of engineering communications, must be minimal.

If organizational and technical solutions involve the territory beyond construction site area, the development of master plan within organizational design of construction is to be preceded by drawing up of site's situation plan. The situation plan is compiled on the geodetic underlying cause. If buildings (facilities) are to be erected at narrow sites the possibility of using the adjacent free territories for the temporary alienation should be provided. These territories should be outlined in the situation plan and their utilization should be coordinated with owners.

All necessary harmonization is to be done at a stage of construction master plan development.

Selection and arrangement of load-lifting mechanisms at the construction site is the fundamental stage of master plan development. "Danger zone" parameter determines the layout of construction master plan, for it definitely dictates: placement of cranes, administrative and everyday buildings; passages and paths routing; sizes of warehouse areas; arrangement of other mechanisms and machines; determines construction site area and how works influence the adjoining zones.

The measures aimed at diminishing sizes of danger zones should be developed within organizational design of construction (ODC).

The following methods are acceptable the most:

- arrangement of shielding enclosures, which prevent cargo shifting beyond assigned overall sizes;
 - equipment of cranes with weight shifting limitation devices according specific procedures (system of limitation of tower crane operational zones at narrow sites);
 - use of standard devices for forced limitation of crane operational zone;
 - arrangement of protective facilities (shelters), which ensure protection from possible drop of cargo within potentially dangerous zone of crane operation.
- Prompt deployment of construction process with providing

contractors with necessary work front supposes first of all laying of transportation and engineering networks.

Before the beginning of preparatory works the site must be provided with a regular power supply with laying of cable network and arrangement of transformer substation.

To diminish sizes of danger zones minimum technologically possible heights of cargo lifting above the storing area of and above the highest bridging. At this height the cargo should be delivered to the building up to the minimum acceptable distance according to rules of Gosgortekhnadzor (State Committee of the Council of Ministers for Supervision of Industrial Safety), and only then it may be raised upwards.

At a stage of work production plan (WPP) construction master plan should be developed with the detailed indication and the necessary affixments concerning:

- boundaries of construction site and types of its enclosure, acting and temporary underground, ground-based and overhead networks and communications;
- permanent and temporary roads;
- flow charts of transportation and mechanisms routes;
- points of installation of signs and bench-marks of external geodetic plan;
- points of construction and hoisting machines placement with indication of their routes, operating range and danger zones;
- arrangement of permanent, being under way and temporary buildings and facilities;
- hazardous zones adjoining these buildings;
- routes and the means of personnel lifting onto working levels (floors) and also entrances into buildings and facilities;
- arrangement of sources and means of construction site power supply and illumination with indication of ground loops arrangement;
- location of construction garbage removal devices;
- areas and premises for materi-

als and constructions storing;

- erecting yards;
- location of premises for public and domestic sanitation care of builders;
- watering points and recreational areas;
- danger zones and means of their enclosure;
- devices for transportation washing.

Within WPP framework the construction master plan is to be composed for different stages and phases of erection (preparatory period, erection of building's substructure and superstructure).

Arrangement of temporary subsidiary units should be started with arrangement of assembly and load-lifting mechanisms, for their placement is primarily determines all other solutions of construction master plan.

The issues concerning arrangement and the affixment of erecting cranes and hoists, and also determination of danger zones and limitations of construction vehicles operation at the construction site should be examined in each specific case, in connection with work conditions taking into account safe operation requirements, on the basis of work production flow charts. Situation of cargo-passenger elevators is to be determined taking into account the location of cranes.

Determining the number of cranes mass of raised loads should be rationally distributed between the cranes (crane) and cargo or the cargo-passenger the hoisters.

Hoisting crane operating at erection of buildings made of mass concrete must support concreting works delivering casings and reinforcement framework. Concrete supply should be provided by concrete feeding pumps, equipped with distributing arms. Delivery of other loads to bridgings is proceeded by cargo and cargo-passenger hoisters.

To reduce the number of cranes lift-progressive or self-lift shuttering should be used, that would considerably reduce the expenditures of crane timing.

Placement and movement of machines near the grooves (excavation, trenches, ditches etc.) with slopes, which are not reinforced, is permitted only beyond the area of cave-in prism.

To avoid access of outliners the construction site must be fenced.

It is necessary to equip with continuous shielding canopy the enclosures, which adjoin the places of the mass people passage.

On-site warehouses must be located taking into account the arrangement of access routes and entrances leading from basic transport mains to the places of acceptance and unloading of materials. On-site warehouses of prefabricated ware, huge construction elements, materials, semi-finished products etc. must be located within crane operation range.

Temporary industrial, public and domestic sanitation, administrative and the warehouse facilities must be placed the way that ensures safe and convenient approaches to them and maximum connection of buildings between themselves that would contribute to cut in expenditures on their connection to utilities and in operational expenditures. Temporary buildings must be brought closer to operating utilities in the following order: sewerage, water supply, power supply; telephone and radio network. This sequence decreases labour expenditures and period of execution of preparatory stage works.

Public and domestic sanitation facilities and office buildings, and also approaches to them should be out of danger zones of operating construction vehicles, mechanisms and transportation.

Construction master plan must display: overall sizes of temporary buildings; their affixment to the plan; the place of connection of buildings or facilities to utilities network.

Designing of temporary water supply network after determining of need for water should be started with selection of water source. The sources of temporary water supply may be: existing or being designed

water conduits with arrangement of additional temporary facilities if necessary; independent temporary sources of water supply such as artesian wells.

Fire tanks should be arranged at sites if water conduit does not provide estimated quantity of water for fire fighting.

SCHEDULING AND NETWORK PLANNING

Being based on the engineering calculations, organization charts of unit erection and planned schedule of construction is to be developed, which can be represented in the form line graph, cyclogram or network diagram. On the basis of planned schedule in accordance with deadlines of works and erection of units for various calendar periods, the following matters are to be determined: distribution of capital investments; fulfilment of construction-assembly works; need for basic material and technical and human resources.

The planned schedule is to be developed for two stages of construction: preparatory and fundamental periods (with distribution of construction and assembly works by months and quarters). Taking into account the technical complexity of high-rise objects, the fundamental period can be divided off into two periods – substructure arrangement and erection of superstructure.

The planned schedule of construction of residential building (complex) must represent the erection of unit in combination with domestic services and other amenities and fulfilment of all engineering equipment works, improvement and planting of greenery over the territory in accordance with affirmed design of development. Moreover the organizational and technological solutions must provide forestall engineering, arrangement of territories and sites and technologically rational sequence of works fulfilment applying conveyor-line methodology.

Composition of planned schedule at organizational stage of construction is aimed at:

- development of rational organization of construction and assembly works production;
- determination of periods of construction and putting individual parts of the complex into operation, and also determination of periods of separate basic works fulfilment;
- estimation of construction and assembly works volumes for various calendar periods of construction;
- effective allocation of capital investments;
- determination of the delivery schedule of primary constructions, materials and equipment;
- determination of required quantity and periods of use of technical and human resources;
- determination of periods of traffic limitation near the construction site and periods of putting main communications and roads into operation;
- determination of sales periods of residential and office premises. Initial data for developing of planned schedule are:
 - design documentation (master plan, construction and estimate sections etc.);
 - normative or mission time of unit or complex construction;
 - conditions of construction conducting;
 - enumeration of basic and subsidiary buildings and facilities;
 - volumes of works, their cost and resource-intensity;
 - data on availability of production base of construction industry and the possibility of its use;
 - information on delivery and transportation specifications and transportation of structures, finished goods, materials and equipment from suppliers;
 - information on assumed contractors, their qualification;
 - accepted solutions concerning methods of organizing of construction and basic works production;
 - organizational and technological diagrams of separate units erection and construction of complex as a whole, division of unit and development site into sections;
 - similar designs, the actual data

about their implementation;

- information, which characterize capability of contract organizations and their material and technical base;
- normative, guiding and reference literature.

At (ODC) stage the nomenclature and detailing of works, included in planned schedule, must be consolidated to satisfy the following requirements: displaying all permanent basic and subsidiary buildings and facilities, and also the most large-scale works and temporary structures planned for preparatory period; representing the basic stages of organizational and technical preparation and construction, including foundation and the erection of substructure; corresponding flow pattern and three-dimensional division of unit or complex; making it possible to determine volume, cost and resource-intensity of works.

The works of preparatory period are to be marked out in planned schedule.

The planned schedule is to be developed in two versions: estimation of the volumes of works in the physical quantities and in money terms (financing schedule).

Estimate cost, volumes of construction and assembly works, need for structures, the semi-finished products and basic materials are to be accepted according to the consolidated indices of estimate cost and actual standards of building materials consumption, according to consolidated estimate standards for structures and types of works.

The need for basic mechanisms and transportation is determined on the basis of physical volumes of works, volumes of freight traffic and standards of production of construction vehicles and transportation.

The need for labour is determined by division of quantitative index of construction and assembly works per one employee output, including servicemen.

Scheduling of works production at WPP stage presumes development of:

Correcting of MGSN Code 4.19-2005

To correct MGSN for more complete consideration of designing and building practices concerning high-rise structures a number of scientific and organizational and technical measures were carried out, including generalizing of the designing experience of pilot and other high-rise buildings, the experience of high-rise practices was also studied and analyzed.



During 2007-2008 the regulations of MGSN 4.19-2005 were discussed at industrial meetings in TSNIIEP of Residential and Public Buildings and the Administration of Scientific and Technical Policy for Construction Industry. Three work groups were assigned to modify the text of MGSN 4.19-2005 on the basis of summarized experience of designing and building concerning:

- general, volumetrically-planning and design sections of standards;
 - safety and fire-prevention requirements;
 - engineering systems of high-rise buildings.
- The work groups consisted of representatives of scientific research, planning, construction organizations, and also investors

and customers. The structure of work groups was affirmed by the Administration of Scientific and Technical Policy for Construction Industry. There were 18 sessions of work groups aimed at discussing of observations and proposals, and also a number of debatable issues. Scientific research, planning and construction organizations at first stage in 2007 submitted 480

observations and proposals, most essential of which were examined on the work groups' meetings. During the second stage of considerations of MGSN there were about 500 additional observations and proposals. Majority of them were taken into account in the course of correction of MGSN text. These observations and proposals had to do with practically all sec-



Third cycle. With erection of building's superstructure carcass concreting or mounting of metal constructions is the main mission. For the extensive buildings each floor is divided off into divisions. The laying out of divisions is not done for tower-like buildings. In this case it is necessary to organize conveyer-line production within several tiers at the same time.

For this purpose the building is divided off into several tiers of 8-10 floors. Concreting works are carried out on the upper tiers, on the lower – all other works.

The essential condition of laying out the building into tiers at designing stage is checking upper bridging's resistance against random drop of load from height. If this condition is satisfactory, it is possible to divide the building into tiers.

Works production within separate tier starts from its lower floor and can be carried out in the summer time in the following probable sequence:

- arrangement of partitions and thermoinsulation of walls with aerocrete. After completion of works the crew moves to the next floor of tier;
- laying of wiring and other cable and weak-current installations of the lower floor;
- plastering of walls and partitions;
- some of sanitary-engineering works;
- preparation for floor laying;
- primary finishing of premises;
- installation of windows (doors);
- finishing of premises, installation of electrotechnical and sanitary-engineering devices.

The portion of workflow must be multiple of workflow portions of structures concreting.

To produce works in the summer time the upper bridging of tier must be waterproofed, and for works in the winter time there must be a temporary heat supply system.

Fourth cycle. Installation of elevators and roofing works are produced after concreting of basic structures is finished. ■

nological equipment, construction and assembly works, sales of construction products.

Designing work production plan of each particular unit it is necessary to consider the following basic factors: carcass scheme; materials, of which the building is to be made; height; extent and configuration of building's footprint; the assigned period of construction; the seasonal conditions of works production; current level of technology and organization of works; degree of specialization.

It is reasonable to divide construction of high-rise building into four cycles: foundation; substructure arrangement; erection of superstructure; arrangement of roofing, decoration of stairway enclosures, installation of elevators.

First cycle. If arrangement of slurry wall is presumed it becomes the main mission concerning foundation arrangement, the next task is arrangement of pile foundations or monolithic plate of foundation, concreted as a single block without division into sections.

Second cycle. With arrangement of building's substructure the concreting of the constructions of underground part is the main mission. Depending on substructure dimensions the entire volume of works is to be splitted into a number of divisions for further conveyer-line production.

- determination of initial data using design documentation (including ODC) with necessary detailing of works; laboriousness and cost of works production;

- developing of initial network diagram, in which design, preparatory, basic works and basic stages of equipment delivery, and also putting into operation are displayed;

- collection and agreement of local diagrams of execution of particular works to be done by both main contractor and by all subcontractors;

- calculation and analysis of network diagram is produced after adjustment of local networks with the general network on the reference points of initial diagram.

At final stage the optimization of schedule is accomplished.

Matching of local diagrams is produced taking into account the priorities of construction of all elements of development and previously set sequence of their putting into operation. While matching of correctness of networks construction, adequacy of boundary events, input and output works of local diagrams, possibility of ensuring works continuity are checked. In the course of composition of summary network model it is expedient to mark out the zones of design works, organizational and technological measures, production and delivery of structures and tech-

- complex network diagram for erection of unit or its part with determination of sequence and periods of works execution with their maximum possible partnering, and also the normative operating period of construction vehicles, need for labour resources and means of mechanization; the stages and the types of works, to be done by subcontractors should be marked out;

- planned schedule of works production for preparatory construction period, including the operating schedule of linear or cyclogram kind, or network diagram.

Developing of complex network diagrams it is to be done on the basis of solutions, accepted in ODC.

Complex network diagram must display:

- sequence and periods of construction and assembly works execution, installation of equipment and setting up and initial operation works;

- sequence and periods of operational provisions with material and technical resources, periods of equipment assemblage;

- periods of assignation to customer after tests termination of the installed equipment for its complex probing.

Developing of complex network diagram should be proceeded in the following priority:

tions of MGSN. Most essential of them are as follows.

In the opinion of specialists, the word combination "Multifunctional High-rise Buildings and Building-complexes" should be excluded from the MGSN subtitle, since all buildings of this type are multifunctional and complex. In connection with this it is expedient to name the Code as follows: "MGSN. Designing of high-rise buildings".

The correct determination of building's height became one of the important general questions, which were revealed in the consideration process. In the foreign practice the height of skyscraper is determined by several methods: by upper mark of building's spire, by upper surface mark (in case of flat roofing), by mark of apex and on the mark of bridging over the upper level. The first method is preferable the most, so thus Taipei 101 in due time was acknowledged as the highest building, although Sears Tower is actually higher. In accordance with SNIP (Construction norms and regulations) 21-01-97* p. 1.5* "Fire Safety of Buildings and Facilities" the height of building is determined "by difference between the marks of the surface of fire engine passage and lower line of the opening aperture (window) at the external wall". This definition was conditioned by possibility of fire ladder delivery into the upper aperture at the external wall of building. After consideration at work group was accepted the accurate formulation of this definition was accepted.

The height of building is determined by a difference between the marks of the surface of, which is located on the level of the planning mark of ground level, and lower line of the opening aperture (window) at the upper floor, but technical one, at the external wall. With continuous glazing of facade and the absence of window or other opening apertures the height of building is determined by difference between the marks of upper bridging and surface of fire engine passage at the level of lowest planning mark.

The problem of the establish-



ment of the rational limits of the fire resistance of bearing structure of high-rise buildings appears to be quite urgent. In MGSN 4.19-2005 the rigid limits of their fire resistance are established: 3 hours for the buildings of up to 100 m of, 4 hours for more than 100 m in height. Meanwhile in some of developed European countries this index for high-rise buildings is just 2-3 hours. For example, in terms of German standards the high-rise buildings are divided into the classes: for height up to 200 m (III class) the 2 hours limit of fire resistance is established, and for more than 200 m (IV class) - 3 hours. Determining of necessary limits of fire resistance in the Western countries is conceptually based on the fact that assigned limits of fire resistance must ensure the safe evacuation of people from the building in case of fire. The problem of the retention of building as valuable asset relates to the insurance issues and is solved in each case by the agreement between the owner and the insurance company. The work group accepted establishment three-hour limit of fire resistance was with the possibility of its prolonging up to 4 hours if it is appropriately justified in the technical specifications.

The height of to 75 m for superstructure fire tier was accepted after consideration. It should be observed that there are no any fire tier standards for present typical buildings with a height of up to 75 m (22-25 floors). In this connection

states that arranging of staircases with the natural illumination presumes transparent enclosures made of nonshock and fireproof glass.

Atria in the high-rise buildings according to fire supervisory body requirement must be not higher than the lower superstructure fire tier, i.e., not more than 50 m. The international standards do not contain such limitations. For example, in the building of Kommerzbank (Frankfurt am Main) the height of atrium is 200 m. In the domestic practice the fire supervisory body is willing to endorse arbitrary arrangement of atriums with height of even more than 50 m. The example of it is the building of Moscow Governmental Organizations in the Moscow City. Since the limitation of the height of atrium may significantly reduce architectural performance capabilities of such unique buildings as high-rise ones, it was removed from the agenda concerning regulation of measures, which impede flame spreading inside the atria space.

To prevent fire spreading over the facade of high-rise building the MGSN 4.19-2005 requires arranging of canopies and cantilevers made of incombustible materials not of less than 1 m in width within the level of the fire-proof bridgings. This requirement significantly limits architectural options of high-rise building. At the same time foreign experience, concerning fires in high-rise buildings proves that this type of canopies and cantilevers by no means prevent fire spreading over the facade. According to the data of foreign sources, the water curtains, which protect window apertures of the superincumbent floors from fire, are the most reliable means. This position was accepted in the new edition.

The high-rise and other unique building practices revealed some essential deficiencies in design, arrangement and maintenance of the external walls and facade systems. In this connection the new subsection, which encompasses the requirements for the external walls and the facade systems, is introduced. These regulations are brand new ones for domestic nor-

mative base and it's expedient to examine them thoroughly enough.

It is allowed to use facade systems with air gap, with the revetment by brick and transparent facade systems as external walls of high-rise buildings. The application of facade systems with plaster layers, as a rule, is not allowed because of the need of producing of plaster works at a temperature not lower than +5°C and insufficient reliability and operating life of finishing of this kind in terms of operating conditions of high-rise buildings.

It is allowed to use supporting cross-bar, half-structured and dual constructions arranging the transparent facade systems. To apply the structural system because with high rigidity and absence of the compensating mechanisms, which ensure its safety in case of deformations of high-rise buildings, it is necessary to obtain special permission.

Load-bearing frame of facade system should be fastened only to the bearing structures of high-rise building or to ferroconcrete constructions of high strength. Fastening of trusses to cellular concrete and other walls, made of low-strength materials, is not allowed because of the threat of destruction of these materials in the attaching points under influence of alternating pulsating wind forces. Self-tapping screws may be used for connecting of load-bearing frame elements only if design methods ensure impossibility of arbitrary detwisting under influence of variable wind loads. As a result of the insufficient reliability it is not allowed, as a rule, to apply the concealed fastenings of decorative screens to the load-bearing frame of facade systems of high-rise structures.

The corrosion-resistant and galvanized iron, and also aluminium alloys should be used for load-bearing frames of facade systems. In this case thickness of zinc layer over the steel body must be not less than 30-35 micrometer with the additional coating polymeric materials. To prevent local corrosion the aluminium components must be



anodized. Corrosion-resistant steel grades for the high-rise buildings should be used on the basis only of austenitic and chromium-nickel-molybdenum-titanium alloys. To prevent electrochemical corrosion it is necessary to completely exclude the contacts of anodized aluminium alloy with steel components. In particular, it is not possible to use steel bolts, self-tapping screws, rivets, for the connection of the aluminium components of load-bearing frame. It is inadmissible also to use of combined aluminium rivets with steel core.

The design of fastening of attached transparent facade constructions elements must ensure their free thermal deformations. The only organizations, which have the not less than five years experience of producing of these works at unique objects are allowed to do design and arrangement of facade systems. These organizations must present regulations on installation, control of the executed works and operation of facade system during the entire life cycle of building. These regulations may be represented in form technical specifications, technological regulations and corporate standards.

Special attention concerning arrangement of facade systems should be focused on acceptance testing of supplied materials and components and their conformity to design solutions of this system in order to avoid application of materials and components, which

are incompatible with each other, or delivery of off-grade products. Besides, the authorized organizations must control the execution of mounting and concealed works to ensure appropriate quality of facade systems performance. There must be a section within design documentation set, which regulates requirements to facade system, including its operation and maintenance. It is desirable to describe there the monitoring procedures concerning facade system.

Application of large area transparent enclosures is widely practiced in designing and building of high-rise structures. The heatproof characteristics of such enclosures are 4-5 times lower than that of external walls. With the planned high-altitude building output, in particular estimated for Moscow of about 7-9 million m² of total area, this can lead to the very significant power overconsumption for heating and the conditioning. Therefore MGSN regulates, that the glazing of apartment buildings covering more than 18% of its area, and more than 25% for public ones require special feasibility study and endorsement.

In terms of set task it seems desirable to adapt MGSN to international (European) normative base as closer as it is possible. The study of this issues revealed essential differences between European and domestic normative bases:

- in the European and inter-

national normative bases there are no particular standards for designing and building of high-rise structures. Moreover, there is no even conventional standard definition high-rise building. Within the German standards the buildings higher than 22 m are referred to high-rise type;

- the Eurocodes are focused on regulating of buildings and construction only according concerning the materials, used for the frameworks: reinforced concrete (concrete), composite materials, steel, aluminium, stone (brick), wood. Regulating of buildings and facilities according to their purpose (residential, civil, multifunctional and the like) is not presumed;

- in the Eurocodes there are no requirements for architectural and volumetrically-planning solutions of buildings, including high-rise ones. In German standards, for example, these requirements are limited to determination of areas with regard to arrangement of furniture. Within domestic and Moscow standards the minimum areas of premises are regulated depending on their purpose and health and hygiene requirements;

- the Eurocodes contain more general common and less definite regulations, giving designer more freedom, but greater responsibility. For example, if innovative or not previously tested design solutions are applied all probable issues in accordance with the European standards relate to the scope and responsibility of designer;

- there are considerable divergence between terminological and conceptual foundations of European (international) and domestic regulations. On encountering this problem, the developers of the Eurocodes established the special procedure (program) of harmonization of texts under the CEN control in terms of three official languages: English, German and French. This procedure may last several years.

Considering the aforementioned, the prospects of MGSN harmonization with the European standards seem to be rather limited. ■

Differently Directed Operation

One of the methods of building, which make it possible to reduce the time of solid-cast works is quite well-known worldwide top-down method. If building process is well-organized the erection may be performed by both methods – “up’n’down” – for the constructions of zero cycle and traditional “bottom-up” for superstructure. As a rule, the bridging over the upper underground floor located at “zero” mark is supposed as a benchmark, from which construction works are being done in both directions at the same time.



Naturally, the top-down application is urgent if there are several underground floors, which erection requires arrangement of deep excavation. In this case the underground bridgings, which are to be erected first of all, play the role of sprung arch design for enclosure

of foundation area.

The up’n’down technology was used in building of 10-storeyed Block D substructure, which forms the high-rise administrative-commercial complex Mirax Plaza, which is being raised at the intersection of the Third Transport

Ring and Kulnev Street. The substructure of the complex consists of four floors, in which there will be multilevel parking and technical-engineering premises.

The enclosure of foundation area was performed in the form of slurry wall of polygonal shape, which

reflects the footprint of structures. In accordance with the top-down technology the bridging plates arranged from the mark - 5,250 and downwards to the base plate were assigned to serve sprung arch design.

During the first stage the four-

ground area was dug down to the level of 1st underground floor and from this mark the drilled piles of 1200 and 1000 mm in diameter were embedded according to “pile-column” scheme. The overall length of piles was equal to 38 m, with sinking of piles of lower than the base plate of 27,5 m. The steel core installed inside the piles was welded with reinforcing cage. The upper part of piles, located within underground level, were passed in idling mode with subsequent filling of this space of bore hole by crushed stone (Fig. 1).

According to the project all constructions of the building are made of monolithic reinforced concrete. Arrangement of rigid frame nodes transferring horizontal loads through the bridgings onto rigidity cores ensures strength and stability of the building’s carcass. Therefore, the basic task, which it was necessary to solve during the first stage buildings, was arrangement of such nodes for temporary support of monolithic bridgings over steel columns, which could resist both vertical and torque loads. Steel cores play the role of the temporary columns, on which the plates of bridgings are rested in due course of excavation. Subsequently, during the second stage of substructure erection, the reinforcing cages of columns were installed around the cores their concreting was performed through the special apertures, arranged in the previously grouted bridgings.

The schematic cross section of substructure is rendered at Fig. 2. To ensure necessary rigidity the metallic cores, made of the columnar double T № 40, were pinched inside the piles 2 m below the base plate by specially designed node. The bridgings were grouted in curb, installed directly on the ground. To prevent possible deformations of just grouted bridgings because of pressure transferring from weight of damp concrete on the ground of base, it was necessary to preliminarily compress the soils of the bed. The shallow trenches grouted by low strength concrete, were arranged in the

ground under the curb of bridging, plus base was compressed by punners. After arrangement of bridging and concrete stiffening the excavation from under the overlap was done by rigging means through the technological apertures specially left in the plate. Generally, it is necessary to ascertain that the use of top-down technology urges the designer to solve a lot of technological tasks, which associate with arranging of bearing structures themselves and consequently require non-traditional approach. For example, with concreting of bridgings around the steel cores and in the locations of future monolithic walls the special cases for the subsequent grouting of vertical constructions were laid. It was important to determine correctly the quantity and size of these apertures, in order to make it possible to ensure high performance of future walls and columns and at the same time to preserve the strength of the already concreted bridging. Before erection of ferroconcrete columns the construction of node, which connects bridging and core, had to resist the assigned loads, which include the dead load of bridging itself and assembly loads, which emerge in the course of building. To resist transferred vertical and torque loads from the bridging at a level of columns’ capitals the special supporting tables were arranged, and on the upper and lower reinforcement of capitals was welded to it. The connections of bridging’s reinforcement with the supporting elements, the assembly nodes of the metalware being raised on the site had to be well-performed, which is was achieved with a constant monitoring of operations engineering supervision of customer’s party and designer’s supervision of general designer.

Waterproofing of underground part was carried out with the aid of the polymer membranes, which were pressed against the slurry wall by the ferroconcrete wall of basement 25-30 cm thick, erected on the perimeter the block.

Before concreting of the verti-



cal constructions, whose connection with plates of bridgings would ensure the three-dimensional rigidity of the constructions of Block D, temporary steel bonds were developed. The arrangement of connections was determined by the three-dimensional calculation of building’s carcass considering the loads, which would influence the structures during erecting. The general view of this portal connection is represented at Fig. 3. The need for setting of vertical connections was caused by revealed during unearthing of underground floors deviations of the cores, installed into the piles.

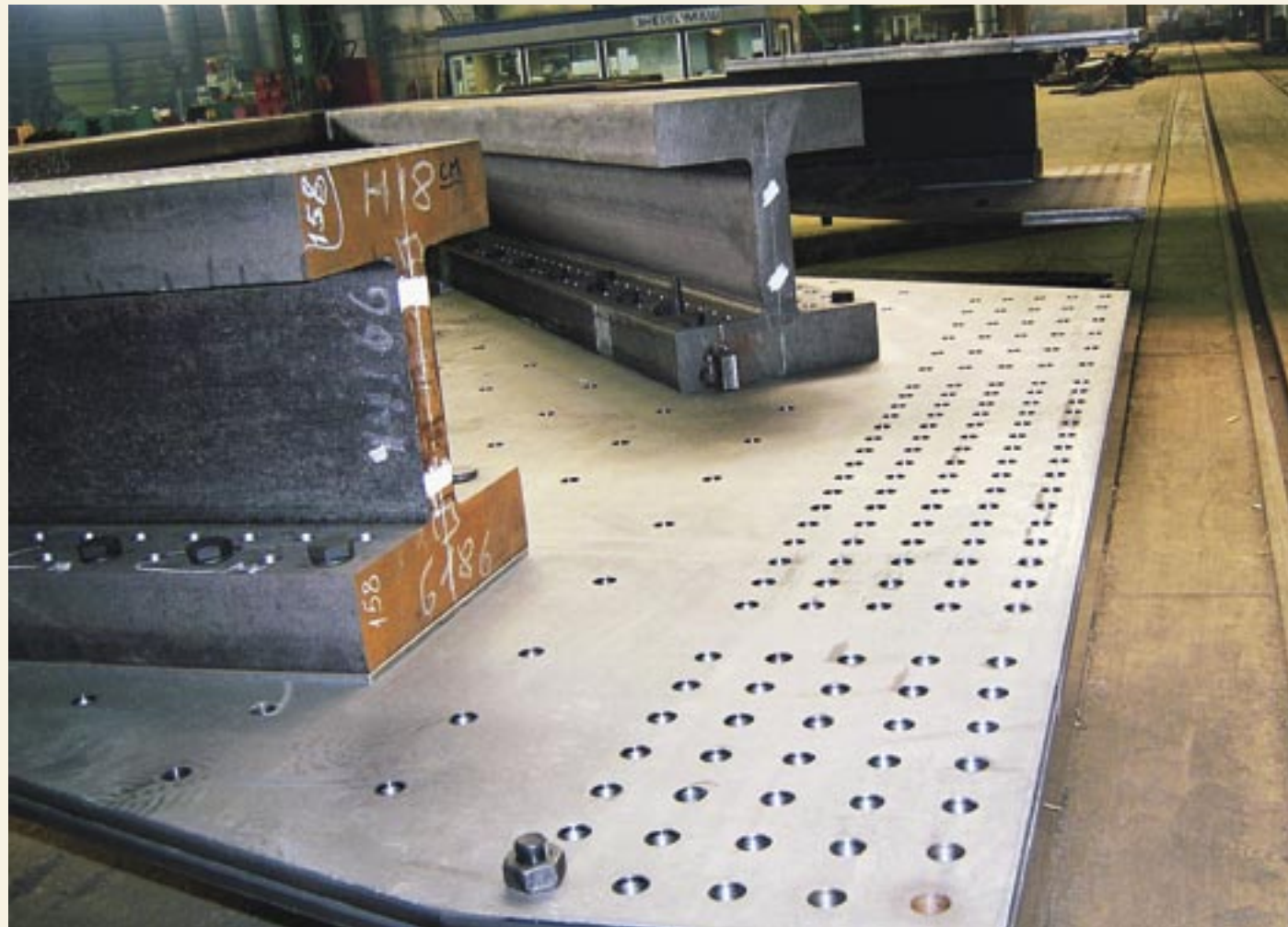
The application of top-down technology, requires more thorough approach to the process of construction both from the designers and from the builders, since it supposes application of complex technical solutions at the site. Installation of cores into the piles required the special accuracy. Deviations of cores from the designed position measured immediately after arrangement of piles at level of -1st underground floor were within the limits up to 30

mm. Interpolating initial deviation to the underlying floors, the value of 100 mm at level of - 4th floor was obtained. Taking into account the significant loads, received by temporary steel columns, and eccentricity of cores appeared due to inaccurate arrangement of piles, it was necessary to solve absolutely reliably the problem of their stability before constant ferroconcrete vertical constructions are erected. That was solved by installation of temporary connections. The ferroconcrete constructions, which include the cores, which work with eccentricity, were appropriately updated and reinforced during concreting of steel columns.

Application of top-down method urges all participants of designing to solve more numerous problems, than if using the traditional method of building, requiring also in some way greater production expenditures. However, if design and production works are well-coordinated this technology ensures considerable time savings for it is possible to conduct simultaneous building of both sub- and superstructure of the complex. ■

Metalware in High-rise Construction

First applications of metalware in construction industry refer to the middle of the 19th Century. The building made of steel and glass was built for the very first time in the architectural practice in 1851 (World Industrial Exhibition in London). Today metalware is widely used in construction as load bearing elements of buildings' carcasses and other structures.



Energomash (Belgorod), previously known as the Belgorod Metalware Manufacture, has been operating on the metal-construction market for 35 years. The enterprise is commemorating it in the end of December 2008. The manufacture traditionally produces carcass metalware for buildings of industrial and civil purpose. In the portfolio of the collective there are such significant objects as Luzhniki and Locomotive stadi-

ums, Kiev railway station terminal and retail complex the European (Moscow).

At present, the priority lines of activity is high-rise construction, round pipe 3-D structures and major industrial projects. These kinds of construction are particularly demanding, complex and even unique. Among the recent of high-altitude projects, which are already implemented, it is possible to note the carcass of 98 m in height shaft

furnace of Lebedinsky ore-dressing and processing enterprise and the Orenburggazprom office building of 80 m in height.

The other significant project is the Federation Towers of the Moscow City. The carcasses of both buildings are made of monolithic reinforced concrete. Here in the construction of higher tower «Vostok», to ensure its strength, are provided 4 built-in inter-floor reinforcing plate, the outrigger

floors, which consist of columns, the outrigger trusses rigidly connected with the central core of the building, the encircling trusses along the perimeter of floors and the connecting trusses. The outrigger floors are the metalware, which serve for redistributing of load from upper levels downwards. In this case these floors are arranged in the transitional zone between the two towers to resist loads concentrated there.

PROJECT

The project of the outrigger floors for metalware stage is designed in Melnikov's Research Institute upon the basis of Mirax-City company draft proposal. At designing stage there was a hardship with outrigger insert between 59 and 65 floors, marks from +216 m to +233 m.

In connection with the fact that stress in the rods of trusses reached 5550 ton-force the following technical solutions were applied:

- to use H-profile metal-roll beams of W type of HISTAR 355 brand with the yield point of 355 mPa;

- to perform 570 mm in height welded struts of boxtype section of 60 mm thick sheets. Strength welds must meet the strictest requirements, since, for example, belt seams are referred to category 1 according to СП 53-101-98 (guarantee of complete fusion with 100% control by physical methods);

- to perform belts and struts of trusses of the rolled double-tees W14x16x550, W14x16x665, W14x16x730 with a linear mass of 818, 990 and 1086 kg/m respectively. Belts and struts of trusses are performed as welded H-shaped sections 570 mm in height with linear mass of 1367, 1681 and 1889 kg/m;

- to produce the junction plates of trusses with thickness of 50 and 75 mm of 50 mm thick sheets and packets of 75 mm thick sheets.

The design supposes application of rolled beams manufactured by ArcelorMittal company (Luxemburg).

Sheet metal-roll manufactured by Picart & Beer company (Belgium) with thickness up to 125 mm according to EN 10025-3, steel of S355NL grade.

All joints are friction-shear connected by high-strength bolts of class 12.9 according to DIN 6914 with lengths of up to 295 mm and M30 diameter, with the tension of 47,8 ton-force.

The material of all constructions is normalized, fine-grained, low-

alloy steel S355 NL according to EN 10025-3 with thickness up to 125 mm with ensured of impact toughness at -50°C with z-properties.

METALWARE PRODUCTION

Manufacturing of all metal structures was proceeded by Energomash (Belgorod) CC of Energomash company. The technical tracking of project, control assemblings, welding Nelson's bolts, the preassembly consolidation of constructions, delivery of constructions for mounting, customer engineering was accomplished by Stroystal Holding Group.

Dippner E. I., the Chief Engineer of Stroystal Holding, who supported technical tracking of project in the past, 2007, said that Energomash (Belgorod) had already produced 2500 tons for the first outrigger insert at the level of 32 floor. The enterprise had elaborated welding technique for columns of box section made of thick rolled sheets of S355 grade. The length of each column was 13 metres with more than 23 tons weight. For manufacturing of truss structures the rolled beam with the 120 mm thick shelf and wall of 80 mm was used. All units of the truss composite construction are performed with high-strength bolt connection. To produce 2500 tons of the metal structures of the first outrigger floor more than 300 000 apertures were drilled. There were 7 control assemblings for 100% guarantee of all elements compatibility.

In April 2008 the enterprise started manufacturing of the second outrigger floor 3500 tons heavy. ArcelorMittal rolled beams from Luxemburg had been delivered to the Belgorod plant. The task for that time was to drill more than 400 000 of 32 mm openings with in more than five thousand components with a thickness of from 25 to 125 mm with the maximum error of 1,5 mm. The special feature of work consists in the stricter requirements for bolt connections performance.



Whereas in the first outrigger floor construction the bolt 27 was used, and openings were 31 mm in diameter, in the second outrigger floor openings of 32 mm were drilled for the bolts 30, i.e., clearance it was only 2 mm!

It was also necessary to master manufacturing of welded struts made of sheet steel with thickness of 60 mm with positional tolerance of units 0,5 mm and 12 of angular minutes for miter joints. There was used semiautomatic welding by wire of 1-2 mm accompanied by shielding gases mixture. Welding of thick sheets rolled metal (up to 120 mm) was performed by multipass method (it was done on 60-80 fusions per one seam) with the preheating of seam zone up to 100-120°C to relieve stresses. Also, to uniform distribution of stresses, welding of one column was produced by 4 welders at the same time. For welding of some 12 m long truss elements made of 125 mm thick rolled metal the electroslag welding with subsequent heat treatment and roller correction was used.

The collective managed all these tasks successfully. From July till September 14 control assemblings were carried out, which confirmed the compatibility of construction elements and their appropriate geometry. The requirements on precision were more rigid than admittances СП 53-101-98. Actually, construction metalware was performed according to machine-building standards. What is the Federation was known by each person at the plant - mark-

ers, drillers, assemblers, welders, milling machine operators, supervising foremen and overmen. They are those who ensured the high quality of structures.

Energomash company had no right to a single error, since adjustment of such constructions during installation is impossible, but the least jamming of installation would lead to the derangement of construction schedule of an object of national importance. The problem was so complex and uncommon, and also being solved for the first time not only in Energomash practice, but it is possible to say it was unique for domestic metalware industry in general. In the laboratory of manufacture, which is certified for conducting of tests, the tests of the belt seams of columns were carried out, which confirmed their high reliability.

Delivery was supposed by truck transport. Moreover, because of very large volume of transportation designers had to work thoroughly on loading and assortment diagrams for all loads were large-scale. For accelerating of unloading and lifting the junction plates during the installation to the height of 200 m the ware was partially prefabricated and packeted.

Filling of order proved again that the privately held company Energomash (Belgorod) at present is one of the most technically equipped and qualified producers of metalware, and Stroystal Holding, the partner of Energomash, is one of the best collectives of professional riggers. ■

Thermal Conductivity of Concrete

Structural systems of high-rise buildings made of monolithic reinforced concrete are characterized by large loads upon vertical load bearing elements and wide application of plate'n'pile bases as foundations. Foundation slabs (grates) in such buildings in terms of surface module m relate to the massive constructions (m of < 2) [1]. The module of pillars' surface within lower floors reaches values of 1,9-3, which is close to that for massive constructions.



With producing of works during the period of concrete keeping, the temperature control become the matter of special importance for rate of heating and of cooling of concrete, and also the maximum values of temperatures, are limited by standards [5] and regulations of work production designs. Irregularity of temperature distribution in the ferroconcrete element can become complementary factor of crack formation at the stage of building erection.

For the thermo-technical calculations it is possible to use software set according to the finite element method ANSYS, which supports the following types of heat exchange: thermal conductivity, convection and emission [7]. Software set is certified by the RF Gosatomnadzor (State Nuclear Inspection) (reg. number ПС в ЦОЭП при РНЦ КИ № 490 from 10.09.2002, reg. number of the certification passport № 145 as of 31.10.2002), and also by many foreign certification organiza-

tions (ISO 9001, ISO 9000-3, British standard BS 5750, Lloyd's register's software certification, NAFEMS QA certification and others). In the calculations hereunder ANSYS 11.0 is used (license № 155748 as of 28.04.2003).

Thermal conductivity is recognized as exchange of internal energy caused by temperature gradient, which can be described by heat transfer rate equation, known as the Fourier Law [8]. The heat transfer, which occurs between surface

of object and environment when they have different temperatures, is understood as convection. Heat transfer by convection is described by the Newton's Law [8]. For obtaining of adequate equations the law of energy conservation is used (the First Thermodynamics Law). The problem of unsteady heat transfer should be solved taking into account variability of cement's heat emission and temperatures temporal variations.

Before doing design analysis of

unsteady thermal effects influence upon massive ferroconcrete constructions, it is desirable to make test calculations of known experiments and theoretical searches. Subsequently, this allows to perform analogous calculations with adequate accuracy. Capabilities of contemporary computer firmware make it possible to compose and to solve adequate calculation schemes, taking into account the geometric complexity of the objects being investigated, nonlinearity of loads and properties of materials. Furthermore, it is possible to transfer the results of thermal problem solution into the strength module, for example, to calculate deformations according to derived temperature fields [7].

The solutions of thermo-technical problems regarding the temperature distribution in concrete taking into account exothermy of cement, given in the monograph by professor S. V. Aleksandrovsky, Dr of Technology, [1] were selected as control examples.

Let us examine warming-up of massive cylinder caused by cement's exothermicity [1, p. 77-80]. A cylinder 1000 mm in diameter and 300 mm in height served as a model. It was made of cement-sandy mortar composed in ratio 1:4,32, with density of 2300 kg/m³, W/C = 0,583 with cement component of 390 kg/m³. For creating the two-dimensional temperature field the ends of model were insulated. Specific hydration heat of cement was determined experimentally [1, table 12]. The three-dimensional finite-element model of cylinder is rendered in Fig. 1. Exothermic histogram is represented in Fig. 2. Taking into account symmetry, just one fourth of cylinder was assigned for calculation. The model consisted of approximately 442 units and 197 construction elements total.

In design of cylinder 20-unit hexahedral elements of the SOLID90 type were used. Along its thickness (30 cm) the cylinder was divided off into one construction element, which, as test calculations proved, ensures adequate accuracy. Internal heat emission vary-

ing for 168 hours was assigned as load applied to construction element. Additionally, air medium with temperature of +16°C for simulation of heat losses in accordance with conditions of experiment was assigned around the cylinder. Such characteristics of concrete as specific heat, thermal conductivity and heat-transfer coefficient, are assigned in accordance to standards [4].

Comparison of experimental data with theoretical solution by S. V. Aleksandrovsky and solution of problem by finite elements method (FEM) application displayed close approximation. The graphs of temperature variations and isofield of temperatures distribution over the cylinder are represented in Fig. 3 and 4 respectively. The divergences of values of maximum temperatures in the centre, 0,5xR and 0,75xR were 5,1 and 4% respectively (R is radius of cylinder).

For the following example serves the analytical solution of temperature distribution in massive concrete slab [1, p. 80-91]. Plate's thickness is 2,0 m. One side of the plate is enclosed with planking, while the other is the exposed surface. The initial temperature of concrete mortar is +15°C. Calculation takes into account heat losses into the environment with variable average-daily temperature from both sides. Here was modelled the process in the course of 180 days period. Cement component in concrete was 300 kg/m³. Specific heat of cement hydration during the first day was 18 kcal/kgf (75,4 kJ/kg). Estimated change in the temperature of surrounding air is accepted according to the following law:

$$\varphi(t) = \bar{\theta}_{\text{до}} - A_1 / 2 \sin 2\pi t / t_1,$$

where $\Phi_{\text{ав}} = +6^\circ\text{C}$; $A_1 = 36^\circ\text{C}$; $t_1 = 8640$ ч.

Juxtaposition of the analytical solution of Prof. S. V. Aleksandrovsky and FEM solution applying ANSYS software set prove satisfactory approximation. The graphs of concrete temperature variations (at a distance of 0,8 m away from planking) and outer air are represented in Fig. 5.

Together with the previous

example with analytical solution an example from real practice of foundation under high-rise building is of even great interest. It is the foundation plate of the Eurasia Tower. All necessary data for calculation are taken from open sources [2]. Plate is a polygon with the footprint's overall size of 51,4x72,4 m and 2,5-3,0 m thick. The symmetry axis section of the plate is selected as a flat region of calculation. Continuous concreting for 41 hours was simulated by "generation" of concrete layers, i.e., by gradual activation of finite elements and exothermicity. The temperature variations fluctuations in different regions of plate is distinctly visible on graphs and isofields, given in Fig. 6 and 7 respectively. It is possible to clearly determine temperature differential from plate's periphery to its nucleus and to set the additional warming zones according to the calculation. The distribution of temperature fields in the central zone of plate's grate displayed that maximum temperature was +57°C in the nucleus and +35°C along its edge [2]. The calculated values were +56°C and +32°C respectively, which proved acceptable accuracy of simulation. Just slight difference in the results may be explained, first of all, by absence of heat emissions graph for certain concrete grade.

Application of ANSYS software while designing "Moscow Wedding Palace" tower made it possible to assess by calculation the expected temperature fluctuations over the section of round pillar with diam-

eter of 2100 mm during seven days from the beginning concrete casting. The temperature of surrounding air was accepted equal to +5°C; the temperature of the concrete mixture of +12°C. Consumption of portland cement of M500 grade was accepted as 550 kg/m³ (heavy concrete with compressive strength of V80 grade). The heat emission characteristics of concrete were set in [4, table 2 of appendix 2]. The thermophysical characteristics of concrete are set in [5, appendix D]. A cylinder with heat-insulated ends, divided into separate 20-unit volumetric finite elements SOLID90 served as a design model of pillar. The rate of temperature increase during the second day, when concrete already became significantly solid, was approximately 1,06°C/h. The peak of temperature (+53°C) in the centre of section was achieved 70 hours after the beginning of concrete casting. The temperature differential in the centre and over external surface of pillar was +35°C. The calculated rate of cooling in the case in question was 0,28°C/h. The achieved design characteristics of temperature fields were within boundaries, determined in [5, table 6]. Computer simulation of concreting processes proved the possibility of practical planning of concrete keeping during the period of works production.

Calculated exothermic diagram can be presented in accordance with [4] or according to the results of certain experimental studies, for example [1, 1] ■

1. Aleksandrovsky S. V. Calculation of concrete and ferroconcrete constructions considering temperature and humidity variations and taking into account creep phenomena. M.: NIIZhB (Scientific Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete), 2004.
2. Nevill A. M. The properties of concrete. M.: Stroyizdat, 1972.
3. Rakovsky L. The impound-proof basis of the Eurasia Tower // High-rise Buildings Magazine. 2008. № 2. p. 82-89.
4. СНиП (Construction norms and regulations) 2.06.08-87. Concrete and ferroconcrete constructions of water-engineering constructions. M.: ЦИИП, 1988.
5. СНиП 3.03.01-87. Load bearing and enclosing constructions. M.: ФГУП ЦПП, 2002.
6. СНиП 23-101-2004. Regulation on design and construction. Design of the heat shield of buildings. M.: ФГУП ЦПП, 2004.
7. ANSYS 11.0 Theory manual. Release 11.0 Documentation for ANSYS, 2007.
8. ANSYS 11.0 Thermal analysis guide. Release 11.0 Documentation for ANSYS, 2007.

Planar Glazing at Service of Renewal

From designing experience of GK Technokom

During reconstruction of existing buildings facade solutions are the matter of great importance. The successful solution completely changes exterior appearance of structure, converting featureless boxes into quite contemporary buildings of expressive architecture. Among the most interesting solutions is application of planar frameless glazing. In contrast to traditional glazing, within planar system the plane of glass is not separated by struts and cross bars, that makes it possible to implement the most unconventional architectural concepts. Mounting hardware for glass elements – the so-called “spiders” – even emphasize the lightness and transparency of glass screen by their elegant form. This screen can either serve itself as a basic facade of building or, installed at a distance of 0,5-1,0 m, create additional decorative protecting shell within the system of dual facade. The striking example of planar glazing application is renewal of office building at Efremov Street, 10, which is about to be completed. The reconstruction designed by Design Institute of Facades is being performed by GK Technokom. The overall area of glazing is about 6200 m².

The existing building is being “dressed” into dual facade in the course of several stages:

1st stage - replacement of existing window units of building to advanced aluminium profile ones made of energy-saving glass;

2d stage – thermoinsulation of building’s walls with subsequent cladding by Alpolik aluminium composite of grey colour;

3d stage – the entire facade of building is covered by planar glass screen connected by spiders at a distance of about 1 m from the basic facade. It is made of 10 mm



thick Stop Sol Super Silver glass. The transparent high reflective glass emphasizes the lightness of facade and, at the same time, makes the outlines of the building quite clear-cut by sunlight modulations. This effect increases due to rounding of building’s corners by radius bend glass;

4th stage - decorative aluminium composite semicolumns are hung over the glass facade. They

divide off monotonic glass plane and in combination with the horizontal lines of steel carcass, which are translucent behind the glass, impart visual volume to facade structures.

Besides decorative function, the dual facade improves heat insulation of building by air cushion between glass screen and composite panels. And the canopy, which crowns the facade, solves

three problems at once: serves as decorative element, protects the space between the facades from rain the snow, and it also serves as basis for adjustable facade maintenance system. Thus, the office building that has always been rather unpretentious before acquires bright, individual face and becomes one of the first and most successful patterns of dual facade systems application in Russia. ■

Diagrid Structures

Cyclic Test of Diagrid Nodes for Lotte Super Tower

ABSTRACT

Recently the use of diagrid structural systems for structural effectiveness and architectural esthetics has been developed. The diagrid system takes advantage of the structural efficiency to reduce the required structural material quantity when compared to a building with a conventional braced core or rigid framed perimeter tube structure. However, few studies or detailed structural analyses of the diagrid structural system nodes. In this study, the cyclic test was performed to investigate the structural performance of diagrid nodes for the seismic loads.

Keywords: Diagrid nodes, High-rise building, Structural performance, Welding type, Cyclic test

1. INTRODUCTION

The diagrid structural system is gaining acceptance as architecture’s newest trend. Ever growing numbers of buildings today are

- 1) FP: Full penetration welding,
- 2) PP: Partial penetration welding,
- 3) D: Thickness of horizontal stiffener
- 4) Full: Horizontal stiffener is connected from the outer side of side stiffener to the central stiffener



TABLE.1
LIST OF TEST SPECIMENS

Parameters	Specimen							
	MA type				PA type	PB type		
	MB-01	MB-02	MB-03	MB-04	PA-02	PB-01	PB-02	PB-03
Brace member	H-section	H-section	H-section	H-section	Box	Box	Box	Box
Flange-to-web weld	FP ¹	PP ²	FP	PP	–	–	–	–
Length of horizontal stiffener	1,0D ³	1,5D	1,0D	1,5D	–	Full ⁴	2D	3D
Length of upper/lower side stiffener	L1	L1	L2	L2	–	–	–	–
Side stiffener weld	FP	FP	FP	FP	FP	FP	PP	PP
Flange-to-flange weld	FP	PP	FP	PP	–	PP	PP	PP

Reliability Testing

Air and water permeability and wind load resistance tests of facade structures

In the previous articles we were examining the normative base for facade constructions and methods for testing in Russia and abroad [1] and the issues of quality verification of enclosing constructions while erecting high-rise buildings [2].

In this article we are going to talk about the tests of enclosing constructions concerning air, water permeability and resistance against wind load.

In our view, these parameters are some of the most important and critical for the enclosing (facade) constructions of building. Air permeability is directly responsible for infiltration characteristics of (ex-filtration) through the shell of the building and thus, for heat-mass transfer through the enclosing constructions and, consequently, also for the heat losses.

The ability of construction to resist critical wind loads determines safety of building's operating.

Tests conducting directly at the construction site is the complex task, that requires experimental base, and also, moreover it has specific limitations. The practice proves that the first stage of determination and confirmation of technical characteristics of enclosing constructions are the laboratory tests on those specially developed test benches.

Some more words about the normative base...

As a rule, the works on enclosing constructions monitoring begin from conducting of full-scale laboratory tests, which cover the characteristics of both the construction as a whole, and all its basic components. The intensive discussion on the issues of technical tracking and adjustment of facade constructions is continuing at present. In Kalinin's article [19] the approach to estimation and harmonization of facade constructions from the point of view GUP Enlakom is proposed. All

structures and articles, supplied for Moscow-based construction sites, must be certified. However, from entire specification of facade construction elements only glazing units are included into the list of items to be certified. Some of the customers keep on requiring technical certificate from the companies, which manufacture and mount facade constructions.

At the same time in accordance with the decree of the RF Government as of 27.12.1997 № 1636 "...the new construction, designed in complete agreement with in force standards and rules, or developed and supplied in accordance with the state standards or the technical specifications and duly approved does not require checking and confirmation of its fitness".

From one hand, to call new or newly applied construction, the one which is used in construction industry more than 40 years sounds nonsense. On the other hand, there are no normative documents for facade constructions at present. It is worthwhile to note none of technical certificate for enclosing (facade) constructions for high-rise buildings are issued by GUP FTSS.

There is some information about certification of ventilated facades [18]. Meanwhile, practically each company manufacturing and installing facade constructions for the high-rise and unique buildings can "boast" the denial letter over the signature of GUP FTSS's management concerning technical certificate featuring different formal reasons. So, maybe it's better just to exclude the certificate from the list of required documentation, from endorsement pack for facade constructions?

Responsible and technically competent company is capable enough of gathering entire necessary bunch of required documents, of conducting entire cycle of necessary tests (in detail presented in

A. Kalinin's article). How it would be called, is not too much important. And moreover, is it worthwhile to devise any name for reasonably necessary complete set of technical and technological materials? The designation does not change the essence: certificate, the substantiation of suitability, the certificate of conformity ...

In the course of technical tracking of enclosing (facade) constructions for high-rise and unique buildings the specialists of NIISF RAASN have come to the following conclusion.

1. The normative document is to be prepared for any enclosing (facade) construction. Preparation of GOST "General Technical Specifications" is the matter for the next years. Development of general terminology must be the first stage. The facade construction may be specified by practically any term. There are even such "exotic" definitions as "glass wall" or so...

The most logical and intelligible present document is "The Technical Specifications". The document must meet GOST 2.114-95 "Technical Specifications" requirements.

After harmonization the TS are to be recorded in the Federal Agency on Technical Regulation. Article or construction provided with registered technical specifications, would completely and automatically fall out from the requirements of certification according to the same decision of the RF Government as of 27.12.1997 № to 1636.

After registration, it's possible to introduce changes, which are also to be registered. Thus, today this is the most "flexible" and adapted document, which makes it possible for manufacturers to react rapidly to changes in market and demands of customer. The Technical Specifications must have epidemiological opinion letter.

Some of companies develop the

standards for facade constructions arrangement. This way is also possible; however, the certification practice of constructions to CTO conformity is not sufficiently developed at a time.

For certification purposes and for laboratory testing the facade construction can be examined only as separate element or the construction with strictly defined characteristics to be confirmed in the course of testing session].

Any experiment requires the introduction of initial assumptions, setting of program and procedure. Study of facade constructions behavior as the element of building is mainly the task of works for enclosing constructions monitoring in the course of building's erection.

2. With the development TS the tests of the fundamental characteristics of facade construction are conducted and the protocol of monitoring tests is prepared. The list of tests and required parameters are determined by parameters of the building, for which the constructions are intended, by attitude of company toward set problem, by its responsibility and often by attitude of endorsing and regulatory organizations.

It is expedient to obtain the Certificate of Conformity of any of voluntary certification systems for the facade construction itself. This document inspire logical completeness of works on technical tracking and tests and also, together with the complete set of the certificates of conformity for the basic elements of construction (window units, profile, sealing compounds, padding, bracing struts), satisfies the most strict requirements of endorsing and regulating bodies.

It's scarcely worth considering the proposed algorithm as a panacea. Besides the certificates, the test record sheets there are



Fig.1 Lotte super tower
a) Isometric view
b) Detail of diagrid node
Fig.2 Details of diagrid nodes
a) MB type
b) PA type
c) PB type
d) Welding method
Fig.3 Test setup
Fig.4 Loading protocol

structural analyses of its efficiency as a function of the installation angle of the diagonal brace, but few studies or detailed structural analyses of the joint section comprising the diagrid structural system. To design high-rise buildings based on the diagrid structural system, it is also necessary to measure its performance under lateral loads such as wind and seismic loads.

As shown in Fig. 1, Lotte super tower is a 112 story (555 m high) buildings. It uses the diagrid structural system for its main structural system. The diagrid system carry both lateral wind and vertical gravity loads. The diagrids are rigidly connected to major spandrel girders. The diagrid node is difficult to fabricate and the structural performance of node should be verified by both analysis and tests. (Baker 2008)

The purpose of this study is to propose possible diagrid nodes for architectural structures using box or H-section as the brace member, and test and measure the structural performance of diagrid nodes under lateral loads like wind and earthquake.

2. TEST PROGRAM

Fig. 2 shows 3-dimensional illustrations of the three types of diagrid nodes proposed herein. The test specimens were fabricated with the two diagonal brace members (Box or H-section) a 24-degree angle, allowing them to be scaled down as much as 1/5 of full-scale specimens. MB type specimens were designed by using H-section as a brace member, while PA and PB type specimens were designed by

using box section. In MB type, the brace web is connected to the side stiffener so that the axial load can be directly transferred to the node. Major variables are the lengths of the upper/lower side stiffener and horizontal stiffener. In the PA type, the vertical stiffener (side and central stiffener) is welded centering on the wide plane plate in the node center. The brace member is a box type while the vertical stiffener of the node center is exposed as it is. In the PB type, the load is transferred while the box type brace member is attached, major variable is the length of the horizontal stiffener in the side stiffener joint. In addition, this study adopted another parameter, i.e. welding methods, for major sections on which stress may concentrate (e.g. flange-to-web weld, flange-to-flange weld and side stiffener-to-flange weld). This study employed full penetration (FP) welding and partial penetration (PP) welding for test specimens. The lists of test specimens are summarized in Table 1. In this study, SM490 ($F_y=325$ MPa) steel material was used for test specimens.

To observe potential behavior of diagonal node in a building under lateral loads, this study designed a test setup so tensile force could be repeatedly applied to one side of a brace member, while compressive force could be repeatedly applied to the other side of the brace member. Fig.3 shows the test setup. In this study, two units of actuator (full capacity = 2940kN) were installed to apply cyclic loads to respective diagonal brace members. For more convenient installation of specimens and actuators, one of the two actuators was installed perpendicularly to the reaction wall, while the other was installed diagonally at 24 degrees. For load tests, an incremental load ($\pm 2\delta$, $\pm 4\delta$, $\pm 6\delta$, etc.) was applied twice a cycle at 2 mm of yield displacement (δ_y) in an axial direction along the diagonal brace member, as shown in Fig.4. ■

To be concluded
Based on the materials of
"Moscow Gaining Height"
International Conference on High-rise Building

being designed and completed using the diagrid system, which refers to the use of triangular column and brace modules. This is similar to the strut-tie mechanism's stiffness and efficiency in resisting external force. It is expected that the diagrid structural system will be extended into more markets, so there have been many studies and

LITERATURE

1. Baker, W. et al. (2008). 555 m Tall Lotte Super Tower, Seoul, Korea // IABSE 17th Conference 2008. P. 472-473.
2. Barry C., Terry M. «The Bow»: Unique diagrid structural system for a sustainable tall building // CTBUH 8th World Congress 2008. Dubai, 2008. P. 381-384.
3. Carroll C et al. China central television headquarters-Structural design // International journal of steel structures. 2006. # 6(5). P. 387-391.
4. Jeon, B.S. et al. Evaluation of lateral resistance performance of super diagrid nodes // Proceeding of KSSC, KSSC, 2007. P. 552-555.
5. Ju, Y.K. et al. Structural performance of diagrid node // Proceeding of KSSC, KSSC, 2007. P. 794-799.
6. Kim, J.S., Kim, Y.S., Lho S.H. Structural schematic design of a tall building in Asan using the diagrid system // CTBUH 8th World Congress 2008. P. 434-439.

many documents, necessary for affirming of construction suitability. The organizations, which independently developed or borrowed complete set of documentation without taking into account contemporary requirements repeatedly addressed to NISF RAASN. It is inadmissible to use some of them without serious correction.

The only testing can ensure the customer that quality and technical characteristics of facade construction are high enough...

But let us return directly to the test sessions of enclosing constructions for air/water permeability and resistance against wind load.

Until recently the Russian test benches were limited by standard installations with maximum size not more than 2000-2500 mm in a height and the width. The test centers of the leading foreign companies invest million Euros annually into experimental facilities. Practically in each of test centers (Shueko, Gartner, Shmidling, Yuanda) there are several full size benches for testing of facade constructions behavior. As a rule, the test bench size is of 8x4 m, so it makes it possible to conduct the tests of four elements of facade constructions simultaneously.

Constructions are set upon the bracket-fastenings, analogous to those used in industry. Specialists of NISF RAASN in 2008 participated in tests sessions of constructions in the SCHUECO Technology Centre (Germany) and Shenyang Yuanda Aluminium Industry Engineering Co.Ltd. Test Centre (China).

On customer's demand different tests of facade constructions were carried out for Multifunctional Business Complex in the section № 12 of the Moscow City. The basic tests were conducted in the largest scientific research centres of Russia and Europe. In Russia it was NISF RAASN, in Europe - the SCHUECO Technology Centre (Bielefeld, Germany).

The tests of air/water permeability are accomplished on the basis GOST 26602.2-99 "Window and

door units. Methods of determining air and water permeability" [3]. The maximum values of pressure drops are 600 Pa. The tests of water permeability are conducted only with the static mode.

For conducting the tests of wind load resistance the GOST 26602.5-2001 "Window and door units. Methods of determining wind load resistance" is used [4]. Tests are conducted at given values of pressure drops. Determining of these values is major problem. In accordance with the requirements of SNIP (Construction norms and regulations) 2.01.07-85* "Loads and Forces" [7], MGSN 4.19-2005 "Designing of multifunctional high-rise buildings and building-complexes in Moscow" [8] and MDS 20-1.2006 "Temporary recommendations regarding the designation of loads and forces, which influence multifunctional high-rise buildings and the complexes in Moscow" [9] the value of pressure drops are assigned in terms of the peak values of wind load.

The peak values of wind load are considered in designing of enclosing structures elements and their fastening units to load bearing structures.

Determining of peak values is to be done on the basis of building's model tests in the wind tunnel. In the course of tests it is necessary to fix aerodynamic coefficients. With conducting of tests it is necessary to consider the adjacent structures or the buildings located hereabout, the climatic characteristics of the region (wind rose, predominant directions and wind speed etc.)

The methodological basis of obtaining results with the full-scale aerodynamic coefficients via experiment at the wind tunnel is the realization of self-similar flow mode, which ensures the independence of these coefficients from Reynolds number (speed of flow). The results of the experiments done by Russian specialists (for example, in Central Institute of Aerohydrodynamics), make it possible to assert that the self-similar mode is reached at the Re numbers of the flow $Re \sim of$

$3 \cdot 10^5$, determined according to the characteristic transverse dimension of model.

The structures are ranked according to results of air/water permeability and the wind resistance testing. In the case with window units the classes are appropriated in accordance with the classifier GOST 23166-99 "Window units. General technical specifications" [10]. However, facade constructions are not submitted to this GOST. This classification may be done at a stage of preparation of technical specifications for facade constructions.

Testing of Schueco Skyline 75 construction unit in NISF RAASN Testing Centre

The Schueco Skyline 75 was by the first one for newly created in NISF test bench for air/water permeability and wind resistance. It is possible to say that the systematic and practical principles of conducting experiment employing the full-scale enclosing (facade) constructions were perfected for the first time in Russia dealing with this particular unit. Experiment that is more interesting, because together with the tests meeting the Russian standards the tests in accordance with the requirements of European standards were carried out.

Test bench of the face side of building has sizes of 6x4x1 m and it makes it possible to conduct tests of air/water permeability and wind resistance of full-scale facade constructions. Camera is a waterproof wooden construction with steel strengthening elements and devices for rigid fastening of specimen.

The test bench is equipped with spraying water system, water distribution device, air exhausting system with pressure drop of ± 3500 Pa (for the tests for ultimate loads up to 5000 Pa), and also by the sensors of deformation.

Wind resistance testing of facade construction was carried out in accordance with the domestic and foreign standards:

- GOST 26602.5-2001 "Window and door units. Methods of determining the resistance against wind load" [4];

- EN 13116 "Curtain walling. Resistance to wind load" [13];

- EN 12179 "Curtain of walling. Testing procedure" [14];

- AAMA 501-94 "Methods of test for Exterior Of walls" [5];

- ASTM E-97 "Test method for structural performance of exterior windows, curtain walls and doors by uniform static air pressure difference" [6];

- on the air permeability of facade constructions in the static state GOST 26602.2-99 "Window and door units. Methods of determining air and of water permeability" [3];

- on the water permeability of facade constructions in the static state GOST 26602.2-99 "Window and door units. Methods of determining air and water permeability" [3].

The essence of the method of determining air permeability consists of sequential creation of the assigned stationary pressure differentials, the measurement of the volumetric air flow rates, which penetrates through the model, with the subsequent calculation of the indices of air permeability and diagramming of air permeability/pressure dependence.

The tests results proved:

• the air permeability of construction at a pressure 100 Pa - $0,1 \text{ m}^3/\text{h m}^2$ of. The norm according to TS is $3 \text{ m}^3/\text{h m}^2$;

• the air permeability of construction at a pressure 600 Pa - $1,07 \text{ m}^3/\text{h m}^2$. The norm according to TS - $10 \text{ m}^3/\text{h m}^2$. According to analogous European standards, maximum air permeability of construction at a pressure 600 Pa must be less than $1,5 \text{ m}^3/\text{h m}^2$, also, for the opening elements $2,0 \text{ m}^3/\text{h m}^2$.

The method of the determination of water permeability consists in the establishment of the limit of waterproofness of test specimen according to conditions for rain impact imitation by the specific quantity of water with the assigned stationary pressure drop. According to the results of tests the construction is found to be impermeable.

The essence of the method of

determining wind resistance consists of the stability test of construction against pressure drops ΔP , the measurement of displacements of certain points of bearing structures with the subsequent calculation of sagging. The measurements of the saggings of construction with the assigned pressure differential are produced by deformation sensors.

In the course of tests the deformation sensors were placed at three points (upper and lower points of support and the middle of span). Results proved that according all tests the maximum saggings of constructions do not exceed maximum permissible ($l/300$).

Testing of Schueco Skyline 75 in the SCHUECO Test Centre (Bielefeld)

The representatives of the customer - Techinvest, general contractor - ENKA, facade company Velko-2000, SCHUECO and representatives of NISF RAASN participated the test sessions. The tests were carried out in August 2008 in the SCHUECO Test Centre (Bielefeld). Construction is intended for the tower Eurasia (section № 12 of the Moscow City).

Conducting tests in accordance with the demands of customer in line with the European standards were basically aimed at:

• determining of air permeability of facade constructions EN 12152 (External cladding. Air permeability. Performance requirement and classification) [11] and EN 12153 (Curtain walls. Air permeability. Methods of testing) [12];

• determining of water permeability EN 12154 (Curtain walls g. Water permeability. Performance requirement and classification) [13] and EN 12155 (Curtain walls. Water permeability. Methods for testing under static pressure) [14];

• determining wind resistance and checking safety EN 13116 (Curtain walls. Resistance to wind load. Performance requirement and classification) [15] and EN 12179 (Curtain walls. Resistance to wind load. Methods of testing) [16]. The test procedure was determined by requirements EN 13830

(Curtain walls - general standards) [17] and it included:

- 1) air permeability of 600 Pa;
- 2) static water permeability of 900 Pa;
- 3) sagging under wind load of ± 2500 Pa/- 3000 Pa;
- 4) iteration of air permeability;
- 5) iteration of static waterproofing;
- 6) safety checking up to ± 3750 Pa -4500 Pa;
- 7) dismantling and control.

The principal difference with tests according to Russian standards, was the fact that:

- tests of water permeability according to the Russian standards are conducted with maximum pressure drop of 600 Pa;
- the Russian standards do not require the complex tests of air and water permeability after application of peak wind load.

The fragment of facade of the high-rise part of the building with sizes of 7,6 m in height and 3 m in width was selected for testing. The fragment itself consisted of four facade panels (see figure).

Composition and structure of panels are performed in precise correspondence with the design and technical requirements specifications, including fastening system. Panels were manufactured by VELKO-2000 in Korolev (Moskovsky Region) with their subsequent transportation to the test centre. The installation of models was also carried out by the manufacturer.

Before the air permeability testing sessions started the loss of pressure through the test bench itself was determined. For this facade element it was covered with

membrane (see figure). Then it was removed and there were three fluxes of preliminary pressure. Next thing in accordance with EN 12153 [10] the air permeability was measured with the pressure difference of ± 600 Pa. And indices were determined by the difference method. The criterion of result evaluation was requirement EN 12152 (Curtain walls. Air permeability. Performance requirement and classification) [11] to correspond to A4 class.

Then, according to EN 12155 [14] there were tests of water permeability of construction if it meets RE 900 class requirements (EN of 12154 Curtain walls. Watertightness against pelting rain. Performance requirement and classification) [13]. For this the entire construction first abundantly wetted with water during 15 min with a intensity of 2 l/m^2 per minute, then it was a subject of negative pressure in the internal camera of the test bench (see figure). A pressure drop was created gradually, within the limit of 900 Pa and it was retained during 5 min. After this impact all internal parts of the construction were inspected if there were any leaks or moisture from under the sealers.

There was not any inadmissible water stains all over the construction.

Then the cycle of tests presumed the simulation of wind impact on the construction according to EN 12179 [16] and EN 13116 (Curtain Walls. Resistance against wind load. Performance requirement) [15] with creation of the pressure drop, equivalent to calculated peak wind loads. Loads themselves

were determined while designing with the use of full-scale model tests of dummy building in the wind tunnel according to SNIP 2.01.07-85* "Loads and forces" [7], MGSN 4.19-2005 "Design of multifunctional high-rise buildings and building-complexes in Moscow" [8], MDS 20-1.2006 "Temporary recommendations regarding the designation of loads and forces, which influence multifunctional high-rise buildings and the complexes in Moscow" [9]. The peak values of loads were ± 2500 Pa for the windward part, and - 3000 Pa for the zones of negative wind pressure. The cycles of tests of the enclosing constructions models concerning wind load were conducted according to EN of 13116 Curtain walling. Resistance to wind load, EN 12179 Curtain walling. Testing procedure.

With this testing by sensors the structural distortions at its different points were determined. Effective saggings under established estimated load proved to be less than $l/200$, or less than 15 mm.

After the described tests the construction underwent iterated tests for air and water permeability with the complete cycle of forces, the investigated parameters were controlled in comparison with those of previous tests simulating the wind load a. According to EN 13116 (Curtain walling. Resistance to wind load. Performance requirement) [15] the positive difference between the air permeability, measured at peak pressure during the first and the second testing, must not exceed $0,3 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ and/or $0,1 \text{ m}^3/\text{hm}^2$. This requirement was successfully met.

TABLE OF TESTING RESULTS

№	Test type	Regulation	Classification
1	Air permeability	EN 12152	A4
2	Water permeability under static pressure	EN 12154	RE900
3	Resistance to wind load	EN 13116	<1/200 or 15 mm at $\pm 2,5 / -3,0 \text{ kN/m}^2$
4	Iterated test of air permeability	EN 12152	A4
5	Iterated test of Water permeability	EN 12154	RE900
6	Safety test up to $\pm 3750 / -4500$ Pa	EN 13116	$\pm 3,75 / -4,5 \text{ kN/m}^2$
7	Disassembling and control		

Stability Safeguard

The black-out in high-rise building is almost the same thing, as the energy-collapse, experienced by some Moscow districts a couple of years ago. What's to be undertaken to exclude similar situations is being described by Alexey Tupolev, the Head of Integrated Power Supply Systems Sector of CROC company.



How do you estimate the current status of Russian market for uninterruptible power supply systems in and the prospects for its further development?

Today the growth rates in sales of uninterruptible power supply systems (UPS) in Russia outrun increase in sales in the West and account for, according to our estimations, 20-25% per year. Increase in the demand for UPS is noticeable in the telecommunication branch, banking and industry. Furthermore, UPS is extensively used in designing of data processing centers.

Now businesses are interested not only to ensure uninterrupted power supply for equipment, but also in monitoring, management of the entire infrastructure of entity, and also in reduction of the conditioning time. At the same time average power of supplied UPS increases, since with the technological advance the required power of equipment to be protected permanently grows.

What's the most urgent application UPS in building industry?

Uninterruptible power supply systems are most frequently



installed in office buildings, retail complexes, industrial enterprises, airports, hospitals and other establishments. In residential buildings UPS are rarely used. However, if the discussion deals with high-rise building, the integrated systems of reserve and uninterruptible power supply, when the centralized power supply is discontinued, the system of uninterrupted power supply, which supports operability of the entire system up to the moment of enabling of electric generators, is started, is simply a must-be stuff. For example, in Moscow the corresponding requirement is fixed by the City Government decree.

How this equipment should be selected?

Nowadays the customer no

longer need to be suggested that equipment should be protected by UPS. We have the needs of customer cleared and on the basis of this we select the most suitable equipment for this particular project, then we design and implement the solution. For the maximum reliability we recommend using of end-to-end solutions on the basis of the uninterruptible power supply and diesel-generator installation. This makes it possible to ensure operation under conditions of prolonged lockout and to reach the advanced reliability of entire power supply system.

Who are the vendors of equipment used by CROC and in what are its advantages?

To compose engineering infrastructure of data processing centers we frequently employ the modular architecture of InfraStruXure brand of APC by Schneider Electric. This solution includes UPS of modular type, power supply distribution system, rack-mount systems for installation of customer's active and passive IT equipment, system of conditioning, and also software and hardware, which ensure remote control and monitoring of parameters of environment and entire infrastructure of data processing centers. To protect industrial equipment, and also of life-support system of buildings we usually use classic single-block uninterruptible power supply systems, for example MGE Galaxy of APC by Schneider Electric. These are reliable UPS, which are quite market reputed.

After merging of APC and Schneider Electric their product lines ARS and MGE UPS Systems were integrated. We are the Gold Partner of the newly established company and we can offer the most interesting term of equip-

ment delivery. At the same time because of the presence of the large staff of trained and certified engineers and designers we develop solutions, which fit each particular organization the best.

Can you give instances of structures, where the solutions employing uninterruptible power supplies were implemented?

Specialists of CROC company implemented the system of uninterrupted power supply for the complex of service systems, which ensure operation of the information-analytical centre of the Statutory Medical Insurance Fund. The solution built on the basis of the modular architecture APC InfraStruXure includes UPS ARS Symmetra PX with output of 70 kW.

Furthermore, our specialists designed integrated project of continuous and uninterrupted power supply for the standby computer centre (SCC) of Alfa Bank. In terms of designing of SCC's engineering infrastructure it was necessary to ensure continuous trouble-free operation of systems employed in essential business processes of the bank. We constructed the system of the guaranteed power supply, which is of two parallel diesel-generator sets with output of 350 kVA each. In the case of emergency in city network the diesel-generator sets they would operate in parallel mode with load divided equally between them. In the case of failure of one of sets the second would accept the whole load, ensuring thus duplication of the system of trouble-free power supply. Four UPS with of 160 kVA ensure off-line operation of IT-systems for the assigned time interval in the case of emergency supply irregularities. ■

At the end of test program the safety test was carried out according to EN 12179. Structural integrity with the increased 1,5 times value of wind pressure was the criterion of the passage of this test. The pressure drops were -4500 Pa and +3750 Pa. However, in the course of test were achieved drops in the pressure of -4900 Pa and +4100 Pa, which showed the high strength and rigidity characteristics of construction and units of its fastening. After all tests were completed the dismantling of constructions and control of probable inadmissible water leaking was done. There were no any, so the testing proved high performance characteristics.

Testing of Shenyang Yuanda Aluminium Industry Engineering Co.Ltd. (China) facade constructions

The representatives of customer - privately held company Mercury City Tower, general contractor - RasenStory LLC, Shenyang Yuanda Aluminium Industry Engineering Co.Ltd. and NIISF RAASN participated at the test sessions. Tests were carried out at the end of October 2008 in Shenyang Yuanda Aluminium Industry Engineering

Co.Ltd. Test Centre featuring the specialists of Liaoning Provincial Engineering Quality Supervisor & Inspection Station.

The main purpose was conducting the tests of facade constructions of CW1 type for the Mercury City Tower in the Moscow City (section № 14):

- on the air permeability of facade constructions in static mode GOST 26602.2-99 "Window and door units. Methods of determining of air and of water permeability" [3];

- on the water permeability of facade constructions in static mode GOST 26602.2-99 "Window and door units. Methods of determining of air and of water permeability" [3];

- testing of water permeability of facade constructions with a drop of dynamic pressure;

- resistance to wind load and checking safety GOST 26602.5-2001 "Window and door units. Methods of determining the resistance to wind load" [4].

Just as with conducting of tests in the SCHUECO Test Centre, the test program assumed cyclic (joint) tests and conducting of iterated tests of air and water perme-

ability after the application of the peak wind load.

For wind resistance tests the following peak values were selected: wind pressure of +3250 Pa and negative wind pressure of - 4000 Pa. The assignment of the peak values of wind load was produced according to the results of model tests using the RWDI company wind tunnel and "Recommendations regarding the designation of the calculated wind, snow and glare ice loads, which influence the building to be erected at the section of № 14 of the Moscow City and the evaluation of the comfort of the pedestrian areas" prepared by TSNIISK.

It would take Liaoning Provincial Engineering Quality Supervisor & Inspection Station specialists considerable time to prepare complete report and analysis of the obtained results. Let us say only that there has scarcely ever been such a representative commission to the Shenyang Yuanda Aluminium Industry Engineering Co.Ltd. test centre... Under the sharp-sighted stare of specialists from the different countries the construction underwent the most severe tests and, to somebody's surprise, got through with the honor.

Safety control consisted in 15 second long exposure to wind load of +4875 Pa and - 6000 Pa (150% of peak load). Any damages or changes in construction were not detected.

At the beginning of 2009 it is planned to test of the same types of constructions in the NIISF RAASN test centre. Customers often require indispensable conducting of tests in some foreign (as a rule, German) test centres, for recently there haven't been any of that kind in Russia at all.

As we already repeatedly noted, it is necessary within the shortest period to fill the normative vacuum concerning enclosing (facade) constructions and methods for their testing. It is necessary to create and to implement the specialized testing facilities, intended for full-scale constructions testing. It is necessary to allocate resources into the equipment and training of qualified personnel precisely for this maximally science-intensive field of construction industry.

However, there's no way to solve the problem by begging for money and lamentations for falling behind. It is necessary to work. In recent years the specialists NIISF RAASN in collaboration with their partners - manufacturers and processors of facade constructions created the entire complex of testing facilities, conducted dozens of experiments, which are unique for Russia. Alas, this is the only occasion over so large a domestic market of the facade constructions.

In each of the industrially developed countries there are at least three or four independent specialized centres, which are doing tests and certification of facade constructions. The delivery of models for tests in Moscow, let us say, from Yakutsk or Norilsk would substantially increase the cost of construction, which is pretty big even without that. But without testing it's hardly possible to either confirm suitability or to estimate quality of manufacturing. Well, there's the thing to crave. Russia is vast enough. There's a lot of work to do. ■

LITERATURE

1. Shubin, I. L. Quality Control is the Guarantee of Safety / I. L. Shubin, A. A. Verkhovsky // The Tall Buildings Magazine. 2007. № 6. p. 70-75.
2. Andreyev, D. The Normative Base and the Methods for Testing of Facade Constructions // D. Andreev, A. Verkhovsky, R. Breshkov, N. Pantyukhov // The Tall Buildings Magazine. 2008. № 5. p.106-113
3. GOST 26602.2-99. Window and door units. Methods of determining air and water permeability
4. GOST 26602.5-2001. Window and door units. Methods of determining the resistance to wind load.
5. AAMA 501-94. Methods of test for exterior walls.
6. ASTM e-97. Test method for structural performance of exterior windows, curtain walls and doors by uniform static air pressure difference.
7. SNIP (Construction norms and regulations) 2.01.07-85*. Loads and forces.
8. MGSN 4.19-2005. Design of multifunctional high-rise buildings and building-complexes in Moscow.
9. MDS 20-1.2006. Temporary recommendations regarding the designation of loads and forces, which influence multifunctional high-rise buildings and the complexes in Moscow.
10. GOST 23166-99. Window units. General technical specifications.
11. EN 12152. Curtain walling. Air permeability. Performance requirements and classification.
12. EN 12153. Curtain walling. Air permeability. Methods of testing.
13. EN 12154. Curtain walling. Water permeability. Performance requirements and classification.
14. EN 12155. Curtain walling. Water permeability. Methods of testing under static pressure.
15. EN 13116. Curtain walling. Resistance to wind load. Performance requirements.
16. EN 12179. Curtain walling. Resistance to wind load. Methods of testing.
17. EN 13830. Curtain walling. Product standards.
18. Tsykanovsky, E. Yu. The first technical certificate of Rosstroy RF for application of curtain walling systems for buildings up to 150 m in height / E. Yu. Tsykanovsky // coll. of the theses for practical-scientific seminar "The problems of high-rise building in the Republic of Bashkortostan. Ufa, 2008.
19. Kalinin, A. Prospects of normative documentation for cladding Systems of high-rise structures, A. Kalinin // The High-rise Buildings Magazine. 2008. № 5. s. of 132-137.

Smart Glass

One of the distinctive features of contemporary architecture is extensive use of diverse glass constructions. The large areas of glazing in the habitable and office buildings have become customary, it makes premises brighter, more spacious and natural illumination is becoming ever more significant parameter in terms of selection classy accommodation. However, application of plain transparent glass in window units leads to increasing of thermal loads and ultraviolet radiation. Contemporary sun-protecting glass grades, such as SUN-GUARD, are capable of reducing insolation, practically always preserving maximum transparency.



SUN-GUARD is produced under patented Silacoat technology by spraying different layers of metal onto the glass surface. This unique technology makes it possible to spread the lightest coating, ensuring monochrome colour and high optical characteristics of glass, its mechanical strength and chemical stability, decrease of thermal conductivity and the low shade factor.

Architects and designers of many countries prefer to use SunGuard glass of GUARDIAN to make their concepts come true. The wide spectrum of the characteristics of sprayed coatings over transparent and coloured tinted glass and the variety of colour range allow to realize any designing solution and to achieve high performance.

SUN-PROTECTING PROPERTIES

Diversity of multilayer sprayed coatings provides wide variety of glass types featuring high optical transmission and good sun-protection as well as low optical transmission and unclipped sun-protection. The high selectivity of spraying ensures maximum energy-saving together with the high optical transmission.

Multifunctional glass SUN-GUARD HP is capable of filtering solar rays subject to wavelength. Bulk of thermal radiation is reflected, and natural light radiates inside quite freely.

THERMAL INSULATION PROPERTIES

Application of low-emissive glass GUARDIAN ClimaGuard in thermopanes together with usual transparent glass can decrease expenditures for heating in winter and air conditioning in summer because of improved heat insulation and sun-protection.

BROAD SPECTRUM OF SHADES AND COLOURS

Different sprayed coatings over transparent and particularly tinted glass ensure numerous versions of colours and reflectivity.

ADVANTAGES FOR ULTIMATE CONSUMER

SunGuard Solar it is capable to block up to 90% of insolation, preserving naturalness of colours and shades. Improved heat insulation increases the temperature of glass surface, that decreases cold air circulation and probability of

condensation over internal glass if climate is cold, and also decreased moisture over external facade glass if climate is hot and humid. Application of multifunctional glass SUN-GUARD HP reduces expenditures for conditioning and heating of building without detriment to natural illumination.

APPLICATION

Multifunctional glass SUN-GUARD HP is the best solution for architects and designers if applied in facades, garrets, winter gardens, transition facilities etc. Any of SUN-GUARD HP grades may be combined with different types of glass in residential and office buildings. Therefore sun-protecting properties of thermopane can be combined with advantages of good sound and thermal insulation, and it also increases safety of transparent constructions.

Sprayed coating of SunGuard Solar should be always isolated from the external influence both within thermopane structure and in monolithic triplex. Therefore SUN-GUARD HP element is to be positioned between other components of thermopane or triplex.

Since coatings are compatible with ceramic paint, SunGuard Solar ensures the decision set for transparent and opaque zone of facade. GUARDIAN representatives would grant entire necessary information and recommendations regarding correct selection of paint colour for the opaque zone, and also would present the practices of implementation of such and such solutions.

GLASS PROCESSING

All multifunctional SUN-GUARD HP grades can be subjected to heat-treat (tempering) and bending (producing curvilinear constructions). With triplexing the spraying may contact with butyral resin membrane. SunGuard Solar may be silkscreened or enamelled, which ensures the infinite variety of solutions for architects and designers. In many cases producing of usual or structural thermopanes do not require removing of sprayed coating on the perimeter of glass sheets, which increases effectiveness of processing and aesthetical attractiveness of glazing. Further information can be obtained from processing manual for SUN-GUARD HP multifunctional glass or from GUARDIAN representative.

UNDERTIME DELIVERY

Manufacturing of SunGuard Solar is performed on-site, next to the structure which is being built; therefore delivery and the replacement of glass elements are proceeded much more rapidly than those if usual magnetron spraying glass would have been used.

ASSORTMENT OF THICKNESS AND DIMENSIONS

Multifunctional glass SUN-GUARD HP is supplied in jumbo (3,21 x 6,00 m) and Euro (3,21 x 2,25 m) sizes, standard thickness - 4, 6 and 8 mm. Glass sheets of different thickness and size, and also triplex with sprayed coating are available a la carte. ■

WTC: Theories and Findings

Structural Design of Tall Buildings against Possible Terrorist Attack (Case studies: WTC1;WTC2 & WTC7)

The collapse of the WTC buildings had led to the reevaluation of methods and practices that are commonly used by the international structural engineering community with regard to abnormal loading conditions such as multi-floor fires and explosions. Many published recommendations in this case are based on no specific knowledge of loading conditions (such as an "indirect method"), or on some static equivalent of an explosion load (direct method). This study is specifically devoted to the static and dynamic portions of the thermal and explosion abnormal load and their influences on structural design. All computations are presented in the form of simple formulas. (See examples 1; 2, 3 & 4).

INTRODUCTION

In case of "fully developed fire" according to [6] the heat transmission (heat produced by combustion) is a stationary process, and "the fire will be controlled either by the surface area of the materials that can participate in the burning or by the rate of air supply through the openings".

In case of "local explosion" the heat transmission is a non-stationary process, and the flame propagation (flame velocity) is not constant. In structural engineering practice, the temperature load normally is applied as a static load, since the temperature changes slowly, and that corresponds to a static load application case. However, the latest investigations and tests provided by [NIST Report, 2005] had proven that in some abnormal fires the "Heat Release Rate" is not constant and therefore has a dynamic effect on structural systems (for example, when the thermal insulation is dislodged or the fire has contact with the bare structural steel system). In this case the inertia force (induced by the temperature impact) could

develop substantial additional stresses even in a statically determinate system. Obviously, in the case of a statically indeterminate system the temperature load combination can become a critical one. Therefore, the dynamic effect from the explosion load or abnormal fire is very important in the case of a high-rise building design. Both of them (abnormal fire and explosion) have some areas of similarities. Both of them are thermo-positive chemical reactions that can be described by similar differential equations [Razdolsky, 2005]. Both of them have periods of ignition ("growth period" in case of fire). However, non-dimensional parameters are different. Both of them have a self ignition period ("flash-over" in case of fire). However, again, non-dimensional parameters characterizing self ignition are different. Thermodynamics (combination of conduction, radiation and convection) can be described by similar parameters in both cases. Hydrodynamics of both processes are described by using so-called "opening factor F" in case of fire and similar parameter "K_v" used in case of explosion. This is the most important parameter in both cases. The main difference between these two processes is that in the case of a fully developed fire, the rate of heat transmission is normally smaller than in case of a "local explosion". Therefore, the hydrodynamic portion is much more important in case of gas or vapor explosion. The type of fire that may occur is defined by the amount of combustible materials and the size and locations of the windows in the building (the fire resistance requirements are normally based on a so-called ventilation-controlled fire). In case of local gas or vapor explosion, the worst possible scenario is when air-gas or air-vapor mixture has a stoichiometric concentration. The temperature-time curves that are adopted



by the ASTM E119 Standard and ASTM E1529 Standard for structural steel exposed to petroleum spill fires should have a dynamic effect on a structural system. It is shown below that the dynamic effect on a structural systems is much more important in case of "Fast Fire" (the Fire Growth Rate classification is given in Fig.A-2 from [FEMA Report, 2002]), then in case of "Slow Fire". On the other hand, the slow "Growth Rate" of a fire creates creep deformations in a steel structural system due the decrease of a modulus of elasticity with the time. The wide disparity in time scales presents a big software challenge in order to avoid unacceptably long computation times for structural analyses. The approximate methods of analyses that are used in this study obviously are not a substitution for a very complex computer computations, however it provides a very important information about areas of concerns in dynamic analy-

sis of structural elements and systems (such as steel connections, catenary's action, inelastic deformations etc.), and it represents a good quality and quantity control for more complex computer analysis. Any structural system in this study will be substituted by One Degree of Freedom (ODOF) for dynamic analysis. The temperature load in case of fire is presented by non-dimensional approximation of the curve from the ASTM E 119 Standard [ASTM, 2000], and the explosion load is presented by the approximation of the explosion load data from [Razdolsky, 2005]. The Examples 1, 2, 3 & 4 will illustrate the practical results and areas of concern for more detailed computer computations.

The abnormal fire has six major characteristics from structural design loads point of view. First, the incident flux is very high (when the fire reaches its peak heat release rate), therefore the dynamic impact

on the structural system should be taken into consideration (for example, in Fires after Earthquakes, when the reinforced concrete structure has fully developed cracks). Second, the fire could be localized and act on individual structural members, as well as a fully-developed fire, that acts on the major part of the whole structural system. From structural design load point of view it means, that the thermal load is a function of coordinates and time. Third, the duration of such fire could be much longer than prescriptive recommendations given by the standard fire test, and the question is how to extrapolate the "standard" data in this case in order to prevent the progressive collapse of the whole reinforced concrete high-rise building structure. Fourth, much more elevated temperatures in this case causes the rapid decrease in concrete and steel strength, stiffness of structural elements and the system as a whole, which in turns requires consideration of large deformations with the catenary's action of structural members in case of progressive collapse prevention structural calculations. Fifth, the existing fire test facilities have some size limitations (3.7x2.7m), therefore the extrapolation of fire tests results of structural elements (beams, slabs etc.) on the real-world building elements and systems raises a potential concern. Sixth, in a high-rise building the incident flux on the structural elements or major portions of the whole structural system is expected to fluctuate with the time causing the dynamic stresses on top of static stresses created by temperature load application. In order to achieve all this goals the general theory of creep deformations has been employed, since it allows a structural engineer to analyze the structural problem from the very beginning of a fire development to the very end. Approximate structural analysis in case of thermal load are very useful in weeding out the less important parameters required for structural design and, on the other hand, they are very helpful in establishing the group of parameters that are critical for structural analysis and design. Normally, the results of any

approximate structural analysis are presented in a compact analytical form, that can be used later on in establishing a set of goals or rules, i.e. codes or standards. The final results of this study are presented in such simple form, and four practical examples are provided. It is shown below that the dynamic effect on a structural systems is much more important in case of "Fast Fire" (the Fire Growth Rate classification is given in Fig.A-2 from [FEMA Report, 2002]), then in case of "Slow Fire". Any structural system in this study will be substituted by One Degree of Freedom (ODOF) for dynamic analysis. The temperature load in case of fire is presented by non-dimensional approximation of the curve from the ASTM E 119 Standard [ASTM, 2000]. The Examples 1, 2 & 3 will illustrate the practical results and areas of concern for more detailed computer computations.

PROGRESSIVE COLLAPSE: BUILDING CODES REQUIREMENTS

Building Codes do not account for abnormal loads such as extremely extensive fire, explosion or combination of both. However, after the terrorist attacks in New York; bombing of the Murray Federal Building in Oklahoma City; uncontrolled fire at One Meridian Plaza in Philadelphia; Broadgate Phase 8, UK explosion at Roman Point, UK etc. attention has been given to the ability of the structure (as a whole) to prevent the total collapse of the buildings. There are number of publications [1] analyzing different Building Codes requirements to safeguard against progressive collapse. For example, an amendment to the British Building Regulations of 1970, later developing into BS Cp 110-1972, has a mandatory requirement to design a building (five stories and higher) for the combined load and imposed explosion pressure of 5^{psf} (720^{psf}) in any directions. Similarly the U.S. General Services Administration (GSA) has published in its 2000 guidelines for progressive collapse analysis and design of new federal office buildings, as well as major rehabilitations of existing federal buildings. All major U.S. Standard

Buildings Codes, such as UBC, BOCA etc. have a requirement to design the structure for explosion load of 100^{psf}. The Canadian Standard CSA-A23.3-94 also recognizes structural integrity as a separate limit state. The Standard has provisions for reinforced concrete structures designed under vehicle impact or chemical explosion loads. The International Fire Code gives you a better answer regarding the design internal pressure in case of explosion (see Section 911.2): the minimum 100^{psf}. But "... deflagration venting shall be designed to prevent unacceptable structural damage." The problem here is that the Code doesn't say how to do it and what is the definition of "unacceptable structural damage." The answer to both of these questions is the main goal of the following two parts of this article. It is assumed here, that structural damage is acceptable if progressive collapse has been arrested (partially damaged structure is globally stable). This is the subject of the second part of this article. Finally, the third part of this article deals with explosion internal pressure (pressure-time diagram) with deflagration venting effect. The International Fire Code 2003 also has a requirement regarding deflagration venting design criteria (see Section 911.2 p. 5): "...to relieve at a maximum internal pressure of 20^{psf}, but not less than the loads required by International Building Code." This requirement will be used in this article. (see Examples 1 and 2).

GLOBAL STABILITY OF THE STEEL TALL BUILDING

There are two primary means to address global stability of a compromised high-rise building structure: direct design and indirect design approaches. The indirect design provides general statements to enhance structural system as a whole by increasing robustness, ductility etc. without specific consideration of abnormal loads and events [2]. The direct design approach considers abnormal design loading combination and develops structural system sufficient to arrest a progressive collapse. Structural analysis in this case are sophisticated, complex and costly [3]. However they are very sensitive

to small changes in assumptions. For that reason this study has developed approximate analysis of a global stability of a compromised structure. Approximate analysis of a high-rise structure was originally developed by Dr. Fazlur R. Khan [4]. In this study each tower is considered "as cantilevered hollow structural tubes with perforated walls. The global stability of the building as a whole will be approximately measured by the moment magnification factor K_m :

$$K_m = \frac{1}{1 - \frac{P}{P_{cr}}} \quad (2.5c)$$

If at least one of these factors is more than 3, then the building will be considered "globally" unstable. This is a purely practical recommendation based on design experience.

TEMPERATURE LOAD

The simple ODOF system can represent any element of a building structure: beam, truss, girder etc. The mass motion (in case of temperature load combination) has two components: due to temperature itself, and dynamic effect created by the acceleration (second derivation) of temperature-time relationship and mass. The corresponding differential equation is:

$$\ddot{y}_i + \omega^2 y_i = -\ddot{\Delta}_i \quad (1)$$

Where: y_i - displacement due to inertial force action; Δ_i - displacement due to temperature action; ω - natural frequency of a given structural system (beam, girder, truss etc.); m - total mass.

To solve equation (1) let's assume that: $T(t) = -m\Delta_i$

$$y_i = A \sin \omega t + B \cos \omega t + \frac{1}{\omega^2} T(t) \sin \omega t - u_i(t) \quad (2)$$

Where: arbitrary constants A and B could be obtained from the initial conditions: $y_{t=0} = 0$ & $\dot{y}_{t=0} = 0$.

If the explosion load is presented by the pressure function $P(t)$ [3], then the integral in Eq. (2) should be changed to: $\int_0^t [T(u) + P(t)] \sin \omega(t-u) du$. It is important to underline, that the total displacement of a given mass "m" is:

$$y_{tot} = y_i + \Delta_i \quad (3)$$

Where: Δ_i - is the displacement of a given structural system at a point, where the mass "m" is located, and the temperature load is applied statically. Obviously, for a piece of steel

with the ends free to move: $\Delta_i = \lambda(T - T_0)L$, where: λ - coefficient of thermal expansion for steel; $T - T_0$ - increase in temperature; L - length.

For fire resistance evaluation based on ASTM E119 Standard requirements any building assemblies, such as beam, column, wall etc., are exposed to heating in a furnace, following a specified temperature-time curve [FEMA Report, 2000], therefore the function $T(t)$ in Eq. (2) is given. The curve $T(t)$ is presented in this study by three different approximations in order to illustrate the corresponding dynamic effects on structural systems. Here they are:

CASE "A"

Simple by-linear graph (see Fig.1) illustrates the temperature impact load on structural system (when $t_i \rightarrow 0$). It also proves that the maximum dynamic coefficient is equal 2 with respect to deflections, but it could be more than 2 with respect to interior forces (moments, shears etc.). Solving Eq. (1) using non-dimensional variables $\tau = \omega t$ and $y = y_i/L$, we find:

$$y_{tot} = \lambda T_{max} [1 \pm \frac{\sin(\tau_i/2)}{(\tau_i/2)}] \quad (4)$$

Where: $\tau_i > \tau$, & $\tau_i = \omega t_i$

From Eq. (4) we have that the maximum dynamic coefficient $K_d = 2$. The dynamic forces and stresses in a structural element are a function of dynamic displacement only. Axial force in this case is:

$$N = \frac{EF}{L} y_i = -\frac{\lambda T_{max}}{\tau_i \omega} EF \sin \tau_i \quad (5)$$

Where: E - modulus of elasticity; F - cross-sectional area.

CASE "B"

The specified Temperature-time curve in this case is [FEMA, 2002] (see Fig.2): $T = T_m [1 - \exp(-at)]$.

Solving Eq. (2) with non-dimensional variables from Eq. (4), we find:

$$y_{tot} = \lambda T_m [1 - \frac{k^2}{\sqrt{1+k^2}} (\cos(\tau - \varphi) + \exp(-k\tau))] \quad (6)$$

Where: $k = a/\omega$; $\varphi = \arctan(k)$ & $\omega t = \tau$. Parameter "k" represents an average rate of temperature increase and is based on "Fire Growth Rate classification from [FEMA, 2002]. For Fast Fire $k=1$; for Medium Fire $k=.5$; for Slow Fire $k=.25$. Structural analyses in this case have proven that the "slow" growth has no

dynamic effect;" medium" growth has moderate dynamic effect, and "fast" growth has a dynamic effect very close to impact dynamic load.

CASE "C"

The real temperature-time curve has some fluctuations of maximum temperature due to the hydrodynamic effect of fire propagation [Magnusson and Thelandersson, 1970]. It will be assumed here that these fluctuations are small ($\pm 10^\circ C$), but they appear with the frequency very close to the natural frequency of the structural system ($\theta = .95\omega$) (see Fig.3):

Solving Eq. (1) with damping parameter "ε" similar to case "B", we have

$$y = \frac{\lambda T_m}{1 - 2\epsilon^2} [1 - \frac{\epsilon}{\omega} \exp(-\epsilon t) \sin(\omega t - \theta)] \quad (7)$$

Where: $k = \theta/\omega$; $\tau = \omega t$. Equation (7) describes a beating process [Timoshenko, 1955] in this case with the period $t_0 = 2\pi/(\omega - \theta)$. If $\omega = 44$ rad/sec (See Example 2), the dynamic coefficient is $K_d = 17$ and $t_0 = 3.13$ sec. (See Fig. 4).

EXPLOSION LOAD

The explosion load has been analyzed in [Razdolsky, 2005]. The good approximation of these results can be described by non-dimensional formula (see Fig.5):

$$\frac{P}{P_{max}} = \exp(-\frac{\epsilon}{\omega} \tau) [\sin k, \tau] \quad (8)$$

Solving Eq. (2) with non-dimensional variables from Eq. (8) we find the dynamic coefficient in this case:

$$K_d = \frac{1}{1 - 2\epsilon^2} [1 - \frac{\epsilon}{\omega} \exp(-\epsilon t) \sin(\omega t - \theta)] \quad (9)$$

Where: ϵ_1 - average rate of pressure increase from Fig.4; $k_1 = \theta/\omega$; $\tau = \omega t$ & $\theta = .95\omega$.

If $\epsilon_1 = .88$ & $\omega = 44$ rad/sec., then $K_d = 10$ from Eq. (9), when $\tau \rightarrow 0$. Eq. (8) represents a good approximation of the explosion load, when the energy release rate to a peak value is very high ("fast" growth rate explosions), and therefore this time is very close to the natural period of a structural system. For any other types of explosions the following approximation should be recommended:

$$p/p_{max} = (\tau/\tau_m) \exp[1 - \tau/\tau_m] \quad (10)$$

Solving again Eq. (2) with non-dimensional variables from Eq. (10) we find the dynamic coefficient:

$$K_d = \frac{1}{1 - 2\epsilon^2} [1 - \frac{\epsilon}{\omega} \exp(-\epsilon t) \sin(\omega t - \theta)] \quad (11)$$

Where: $0 < t < 2t_m$; $.5 \text{sec} < t_m < 1.5 \text{sec}$ based on data from [Razdolsky, 2005]; $\tau = \omega t$ & $0 < \tau/\tau_m < 2$. Maximum value of K_d from Eq. (10) when $\tau \rightarrow \tau_m$: $K_d = 1.44$

EXAMPLE #1

Data: Simply supported steel beam W24x55, restrained at both ends, span $L = 40'$, uniformly distributed load $w = 1.0$ k/ft. $T_m = 600^\circ C$. Case "A". Natural frequency $\omega = 16.2$ rad./sec. $t_0 = 0.388$ sec., $\epsilon = \lambda T_m = .0039VL = 1.87$. The beam will buckle downwards and the deformed length is (using non-linear deformations) $L_{tot} = 481.87"$ with max. Rise $f = 18.6"$. The horizontal reaction (catenary's action): $H = M/L\sqrt{2\epsilon}$ or $H = 56.6$ k. Additional moment: $VM = Hf = 87.73$ ft-k. Dynamic coefficient (Case "A"): $K_d = 2.0$, therefore: $H_d = 113.2$ k & $VM_d = 175.46$ ft-k. Moment and shear from $w = 1.0$ k/ft: $M = 200$ ft-k & $V = 20$ k. Total moment and shear: $M = 375.46$ ft-k & $V = \sqrt{20^2 + 113.2^2} = 115$ k. Total dynamic coefficient: $K_{dm} = 1.88$ and $K_{dv} = 5.75 > 2$. Conclusion: connections design is critical!

EXAMPLE #2

Data: Simply supported girder W36x160, restrained at both ends, span $L = 20'$, concentrated force at midspan $P = 200$ k. $T_m = 600^\circ C$. Case "B". Natural frequency $\omega = 0.44$ rad./sec. & $t_0 = .143$ sec. $L_{tot} = 240.936"$ with max. rise $f = 9.29"$. $H = 566$ k. Additional moment: $VM = Hf = 438$ ft-k. Dynamic coefficient (Case "B" - Fast Fire): $K_d = 1.9$, therefore: $H_d = 1075$ k. & $VM_d = 832.2$ ft-k. Original moment and shear: $M = 1000$ ft-k & $V = 100$ k. Total moment and shear: $M = 1,832.2$ ft-k & $V = 1080$ k. Total dynamic coefficient: $K_{dm} = 1.83$ & $K_{dv} = 10.8 > 2$. Conclusion: connection is failing.

EXAMPLE #3

Steel Floor Truss (Long span bar joint): $L = 40'$; Dead Load - 1.0 k/ft; $T_m = 600^\circ C$. Case "A". $T_m = 600^\circ C$ (static load): End panel (bottom chord) $N_1 = -90.63$ k.; Deflection at midspan: $\Delta_i = 2"$. $P = 1$ k. (At midspan): deflection $\delta_{11} = 1.176"$. $K_d = 2.0$. Conclusion: End panel is failing.

(Case "A"): $K_d = 2.0$
4. Dynamic interior force (End panel): $N_{1d} = - (90.63) (2) / 1.176 = -308.2$ k. from D.L.: $N_{1d} = -12.5$ k.
5. Total force: $N_{1tot} = - (90.63 + 308.2 + 12.5) = -411.33$ k.
6. Total dynamic coefficient: $K_{dm} = 3.99 > 2.0$
Conclusion: End panel is failing.

EXAMPLE #4

Steel Frame: $L = 20'$; $H = 10'$; $P = 200$ k. $T_m = 600^\circ C$. Case "B". Beam: W36x160; Col. W14x99
The girder from Example #2 is supported now by two columns, therefore it is partially restrained at both ends (due to bending of columns). The simple computer analysis provides the following results:
1. From force $P = 200$ k. Moment at midspan $M = 875.68$ ft-k; deflection at the same point: $\delta_{11} = .024$.
2. From temperature $T = 600^\circ C$ (beam only): $M = 163.83$ ft-k and deflection $\Delta_i = .004$ (downwards).
3. Dynamic moment from unit displacement ($K_d = 1.9$): $M_d = (1.9)875.68(.004) / (.024) = 277.3$ ft-k.
4. Total moment: $M_{tot} = 875.68 + 163.83 + 277.3 = 1,316.81$ ft-k.
5. Dynamic coefficient: $K_d = 1.27$
6. Total effect from the fire (temperature): $K = 1316.81 / 875.68 = 1.5$
The dynamic coefficient and total bending moment is reduced in this example (compare with example #2), because the girder is partially restrained. Similar calculations are provided for the negative moment at the face of column:
1. From force $P = 200$ k. $M^{sup} = 124.32$ ft-k
2. From temperature load (the same): $M = 163.83$ ft-k.
3. Dynamic moment: $M_d = (1.9)124.32(.004) / (.024) = 39.37$ ft-k.
4. Total moment: $M_{tot} = 124.32 + 163.83 + 39.37 = 327.52$ ft-k
5. Dynamic coefficient $K_d = 1.137$
Conclusion: The dynamic coefficient is a function of coordinate and the temperature-time curve. ■
To be concluded
Based on the materials of
"Moscow Gaining Height"
International Conference on High-rise Building

Findings on the Mechanisms of Building Collapse

Summary of Probable Collapse Sequences

WTC 1 was struck by a hijacked aircraft at 8:46:30 a.m. and began to collapse at 10:28:22 a.m. WTC 2 was struck by a hijacked aircraft at 9:02:59 a.m. and began to collapse at 9:58:59 a.m. The specificity factors in the collapse sequences relevant to both towers (the sequences vary in detail for WTC 1 and WTC 2) are:

- Each aircraft severed exterior columns, damaged interior core columns and knocked off insulation from steel as the planes penetrated the buildings. The weight carried by the severed columns was distributed to other columns.

- Subsequently, fires began to grow and spread. They were initiated by the aircraft's jet fuel, but were fed for the most part by the building contents and the air supply resulting from breached walls and fire-induced window breakage.

- These fires, in combination with the dislodged insulation, were responsible for a chain of events in which the building core weakened and began losing its ability to carry loads.

- The floors weakened and sagged from the fires, pulling inward on the exterior columns.

- Floor sagging and exposure to high temperatures caused the exterior columns to bow inward and buckle – a process that spread across the faces of the buildings.

- Collapse then ensued. Seven major factors led to the collapses of WTC 1 and WTC 2:

- Structural damage from the aircraft impact;

- Large amount of jet fuel sprayed into the building interior, that ignited widespread fires over several floors;

- Dislodging of SFRM from structural members due to the aircraft impact, that enabled rapid heating of the unprotected structural steel;

- Open plan of the impact floors and the breaking of the partition walls by the impact debris that resulted in



increased ventilation;

- Weakened core columns that increased the load on the perimeter walls;

- Sagging of the floors, that led to pull-in forces on the perimeter columns;

- Bowed perimeter columns that had a reduced capacity to carry loads. Aircraft Impact

Damage Analysis

- Both towers withstood the significant structural damage to the exterior walls, core columns, and floor systems due to the aircraft impact. WTC 2 was the more severely damaged building and the first to collapse. WTC 2 displayed significant reserve capacity, as evidenced by a post-impact rooftop sway that was more than one-third of that under the hurricane force winds for which the building was designed. The oscillation period of this swaying was nearly equal to that calculated for the undamaged structure. (Such an analysis was not possible for the less severely damaged WTC 1 due to the absence of equivalent video footage for the analysis.)

- American Airlines Flight 11

impacted the north wall of WTC 1 at a speed of 443 mph \pm 30 mph, banked 25 degrees \pm 2 degrees to the left (left wing downward) and with the nose tilted slightly downward. United Airlines Flight 175 impacted the south wall of WTC 2 at a speed of 542 mph \pm 24 mph, banked 38 degrees \pm 2 degrees to the left (left wing downward) and with the nose pointed slightly downward and to the right.

- The aircraft impact on WTC 1 caused extensive damage to the north wall of the tower, principally in the regions impacted by the fuselage, engine, and fuel-filled wing sections. Photographic evidence showed that 34 perimeter columns were completely severed, while four columns were heavily damaged, and two columns were moderately damaged.

- The impact simulations of WTC 1 indicated that three to six core columns were severed, and three to four columns were heavily damaged. The floor trusses, core beams, and floor slabs experienced significant impact-induced damage on floors 94 through 96, particularly in the path of the fuselage. The

wing structures were fragmented at the exterior wall, and aircraft fuel was dispersed on multiple floors. Aircraft debris substantially damaged the nonstructural interior partitions and the workstations and dislodged insulation in its path. The bulk of the fuel and aircraft debris was deposited in floors 93 through 97 with the largest concentration on floor 94.

- The aircraft impact on WTC 2 caused extensive damage to the south wall of the tower and to the regions impacted by the fuselage, engine, and fuel-filled wing sections. Photographic evidence showed that 29 perimeter columns were completely severed, one was heavily damaged, and three were moderately damaged. Four perimeter columns on the north wall also were severed.

- The impact simulations of WTC 2 indicated that five to ten core columns were severed and four columns were heavily damaged. The rupture of some column splices on floors 77, 80, and 83 contributed significantly to the failure of the core columns. The floor trusses, core beams, and floor slabs experienced significant impact-induced damage on floors 79 to 81, particularly in the path of the fuselage. The analyses indicated that the wing structures were fragmented due to the interaction with the exterior wall and, as a result, aircraft fuel was dispersed on multiple floors. The aircraft debris substantially damaged the building's contents and also dislodged insulation in its path. The bulk of the fuel was concentrated on floors 79, 81, and 82, while the bulk of the aircraft debris was deposited in floors 78 through 80, with the largest concentration on floor 80.

- Other effects of the aircraft impacts included (a) severing of the sprinkler and fire hose water-supply systems, negating any possible fire suppression efforts; (b)

dispersing of jet fuel and ignition of building contents over large areas; (c) increasing the air supply into the damaged buildings that permitted very large fires; and (d) damaging ceilings, enabling unabated heat transport to the floor structure above and over the floor-to-ceiling partition walls to the next compartment. These effects were consistent with photographic evidence and with the accounts of building occupants and emergency responders.

- The simulations fairly closely matched the exterior wall damage patterns from each of the aircraft impacts and correctly predicted the collapse of five of the six stairwell walls and the lesser damage to the sixth, the trajectories of the engine and wheels that penetrated the buildings, and the accumulation of furnishings and debris in the northeast corner of the 80th and 81st floors of WTC 2.

Reconstruction of the Fires

- In each tower, the fires were initiated simultaneously on multiple floors by ignition of some of the jet fuel from the aircraft. The initial jet fuel fires themselves lasted at most a few minutes.

- The principal combustibles on the fire floors were workstations. The total fuel load on the WTC floors was low, about 4 lb/ft².

- The aircrafts added significant combustible material to their paths (and the paths of their breakup

fragments) through the buildings.

- It is possible to reconstruct a complex fire in a large building, even if the building is no longer standing. However, this requires extraordinary information to replace what might have been gleaned from an inspection of the post-fire premises. In the case of the WTC tower, this information included floor plans of the fire zones, burning behavior of the combustibles, simulations of damage to the building interior, and frequent photographic observations of the fire progress from the building exterior. The fires in WTC 1 were generally ventilation limited, i.e., they burned and spread only as fast as windows broke. Where the combustibles were not significantly relocated by the aircraft debris, they tended to burn out in about 20 min. This was consistent with the results of workstation fire tests conducted by NIST, in which the fuel load was 4 lb/ft². Although there were multiple fires on some of the impact floors, the general trend was for the fires to move toward the south side of the tenant spaces.

- The fires in WTC 2 had sufficient air to burn at a rate determined by the properties of the combustibles. This was in large part due to the extensive breakage of windows in the fire zone by the aircraft impact. In contrast with WTC 1, there was little spread in WTC 2. The early fires persisted on the east side of the tower and particularly in the northeast corner of the 80th and

81st floors, where the aircraft debris had pushed a lot of fractured combustibles.

- The Fire Dynamics Simulator can predict the room temperatures and heat release rate values for complex fires to within 20 percent, when the building geometry, fire ventilation, and combustibles are properly described.

- The Fire Structure Interface, developed for this Investigation, mapped the fire-generated temperature and thermal radiation fields onto and through layered structural materials to within the accuracy of the fire-generated fields and the thermophysical data for the structural components.

- Conventional office workstations reached a peak burning rate in about 10 min and continued burning for a total of about a half hour. Partial covering of surfaces with inert material reduced the peak burning rate proportional to the fraction covered, but did not affect the total amount of heat release during the entire burning.

- Jet fuel sprayed onto the surfaces of typical office workstations burned away within a few minutes. The jet fuel accelerated the burning of the workstation, but did not significantly affect the overall heat released.

Final Report of the National Construction Safety Team on the Collapses of the World Trade Center Towers ■

LITERATURE

1. ACI 318-05. American Concrete Institute, Detroit, MI., USA, 2005.
2. ASTM. Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials, ASTM E119, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, USA, 2000.
3. *Dusenberry O.D.* Review of Existing Guidelines and Provisions Related to Progressive Collapse. (PDF) Progressive Collapse Workshop, Arlington, MA, USA, 2004.
4. FEMA Report on the World Trade Center. May 2002, Appendix «A», N.-Y., USA.
5. *Kranthammer T., Hall R.L., Woodson S.C., Baylot J.T., Hayes J.R., Shon Y.* Development of Progressive Collapse Analysis Procedure and Condition Assessment for Structures. May 2002 (PDF).
6. *Lie T.T.* Structural Fire Protection: Manual of Practice. No. 78, ASCE, N.-Y., USA, 1992.
7. *Magnusson S.E., Thelander S.* Temperature-Time Curves of Complete Process of Fire Development in Enclosed Spaces, Acts Polytechnica Scandinavia. 1970.
8. NIST Report of WTC, Final Report. New York, N.Y., USA. October 2005.
9. *Razdolsky, L.* Local Explosions in a High-Rise Building”, Proceedings of the 2005 Structural Congress, N.-Y., USA, 2005.
10. *Timoshenko S., Young D.H.* Vibration Problems in Engineering, D. Van Nostrand, Co., Inc., New York, Toronto, London, 1955.



Founder
Skyline media, Ltd
with participation of
Gorproject CJSC and
Vysotproject CJSC

Consultants
Sergey Lakhman
Nadezhda Burkova
Uri Sofronov
Petr Krukov
Tatiana Pechenaya
Svyatoslav Dotsenko
Igor Klechko
Elena Zaitseva
Alexandr Borisov

General Director
Natalia Vykhodseva

Editor-in-Chief
Tatiana Nikulina

Executive Director
Sergey Sheleshnev

Translated by
Sergey Fedorov
Corrector of press
Uliana Sokolova

Contributions made by:
Marianna Maevskaya,
Elena Golubeva,
Ivetta Beglyarova,
Alla Pavlikova

Advertising department
Tel./Fax: 545-2497

Distribution Department
Svetlana Bogomolova
Vladimir Nikonov
Tel./Fax: 545-2497

The address
15/28, Naberezhnaya Akademika
Tupoleva,
Moscow, Russia 105005

Tel./Fax: 545-2495/96/97
www.tallbuildings.ru
E-mail: info@tallbuildings.ru

All materials contained this issue are protected by Russian copyright law and may not be published without the prior publisher's permission and reference to it. Publisher is not liable for matters beyond its reasonable control.

Tall Buildings Magazine is registered in the Russian Federal Surveillance Service for Compliance with the Law in Mass Communication and Cultural Heritage

Protection Registration № ФС77-25912 as of October 6, 2006.

The magazine is printed in the OJSC Moskovskaya Tipografiya No. 13
Open price Circulation: 5000