**Стальные конструкции и архитектура**

**Столетие каркасного строительства из стали.**

**Развитие и достижения**

***Начальные этапы развития стальных каркасных конструкцийв многоэтажном строительстве(1790-1872 гг.)***

Основная часть этой книги была под­готовлена в 1972 г. — через 100 лет после сооружения фабричного здания фирмы «Солнье» в Нуазье-на-Марне, которое можно считать первым стальным каркас­ным строением. По сравнению с общим развитием металлургии и применением металла в строительстве 1872 г. является довольно поздним периодом. Вспомним коротко важнейшие даты. В 1720 г. Абрахаму Дерби в Колбрукдейле удает­ся выплавить чугун в доменной печи на коксе вместо древесного угля и этим создать предпосылки для массового про­изводства доменного чугуна. В 1784г. стало возможным путем усовершенство­вания пудлинговых печей переделать доменный чугун в ковкое железо, которое начинает вытеснять чугун. С изобретением в 1855 г. Генри Бессемером конверторов и введением в 1864 г. фирмой «Сименс» мартеновских печей начинается эра массового применения стали.

Одновременно с большим скачком в производстве стали наблюдался прогресс - в ее обработке; уже в середине XVIII в. в Англии начинается прокат листового железа, в 1830 г. — железнодорожных рельсов, в 1854 г. во Франции — двутавров из ковкого железа. Двутавровая балка — основной профиль современного стро­ительства из стали и в то же время первый строго нормированный строительный элемент — является развитием формы железнодорожного рельса, который можно считать символом индустриального века.

Мост через р. Северн в Колбрукдейле (1779 г.) — первое значительное сооружение из чугуна как конструктивного материала, примененного для больших пролетов, начиная примерно с 30 м. Чугунные арочные мосты вскоре вытесня­ются различными типами мостов из ковкого железа, имеющего большую прочность на изгиб: висячими, балочными и мостами с решетчатыми фермами. Сре­ди ранних американских и английских цепных мостов выделяется мост пролетом 173 м Томаса Тельфорда через р. Бангор. После того как вместо цепей стали при­меняться несущие тросы, рекордные пролеты висячих мостов около 1850 г. превысили предельные 300 м и к 1870 г. при строительстве Бруклинского моста в Нью-Йорке достигли 500 м.

Смелым инженерным решением был сооруженный в Англии Стефенсоном в 1855 г. первый большепролетный балоч­ный мост через улицу Менай, при стро­ительстве которого применены швеллер­ные балки со сплошной стенкой. Мосты с решетчатыми фермами отвечали глав­ным образом требованиям железнодо­рожного транспорта и преобладали в мостостроении с середины до конца столетия. В качестве примеров мостов с применением решетчатых ферм проле­том 100 м и более можно назвать соору­женные в 1859 г. Кёльнский соборный мост и трубчатый мост Дж. К. Брунеля через р. Салташ в Плимуте. Около сере­дины прошлого столетия уже сформи­ровались все основные конструктивные и несущие системы, которые определяют строительство металлических мостов до сегодняшних дней.

Кульминационным моментом в стро­ительстве металлических покрытий залов было сооружение в 1851г. лондонского «Хрустального дворца». Почти одновре­менно начинается строительство станции «Кинг-кросс» в Лондоне, Восточного вок­зала в Париже и ряда больших железно­дорожных сооружений — стальных свод­чатых покрытий перронов; в 1866г. в Лон­доне (станция «Панкрас») был установлен европейский рекорд — возведен 78-метровый пролет покрытия перрона.

Однако в этот период, отмеченныйвозведением перечисленных мостов и покрытий, стальные конструкции все же не нашли широкого применения. Здесь можно отметить четыре основных поло­жения, вызванных теми же архитектурны­ми затруднениями, которые препятствова­ли и до сих пор еще препятствуют все­общему признанию и широкой практике применения стальных конструкций.

1. Строительство в сравнении с другими отраслями техники с давних пор весьма консервативно. Консерватизм строителей в какой-то мере связан с представлениями человека о своем жилище и обобщественных зданиях как о постоянных надежных помещениях, не только защищающих от непогоды, но и строящихся на века. Увековечивая себя в архитектурных сооружениях, человек проявляет определенный уровень культуры и развития.
2. «Архитектура» в историческом смысле, связанная с представлениями о греческих храмах или средневековых соборах, на протяжении столетий остающихся произведениями искусства большой выразительности и совершенства, стала несовременной с наступлением эпохи техники.

Строители и архитекторы XIX столетия создали художественную традицию, осно­ванную на эклектике, т. е. на использова­нии элементов архитектуры прежних эпох. Таким образом, строительное искусство прошлого века можно рассматривать как один из этапов исторического маскарада, подделки под старину.

Преклонение перед историческими архитектурными формами длительное время препятствовало развитию новых архитектурных форм, ставшему неизбеж­ным по мере того, как с применением ста­ли в качестве несущего строительного материала старые догмы строительной науки и старые типы конструкций подверг­лись коренному пересмотру.

3. Исторически сложившаяся предубежденность архитекторов углубляла в возрастающей степени их разногласия с инженерами. Разделение старой строительной профессии, выделение инженера в самостоятельную профессиональную единицу, появление современной статики сооружений — все это произошло одновременно с первыми шагами индустриальной революции и стало важнейшим признаком новой эпохи в строительном деле. Архитекторы не успевали за быстро совершенствовавшимися методами расчета: неудивительно, что они продолжали углубленно изучать исторические строительные формы. Это стало предпосылкой создания монументальной архитектуры, а промышленное строительство было оставлено инженерам. Первые сооружения из стальных конструкций — мосты и больше­пролетные залы — стали объектами дея­тельности только инженеров-строителей. Возможно, инженеры тоже находились под влиянием старых представлений о конструктивных формах, так как упорно применяли сводчатые конструкции, но тем не менее понимали объективную не­обходимость создания новых конструк­тивных форм, соответствующих металлу.

4. В возведении многоэтажных зданий, ставшем самостоятельной областью дея­тельности архитекторов, долгое время отсутствовали тенденции, которые побуж­дали ко все более смелым решениям при строительстве мостов и большепролетных покрытий. Ни число этажей, ни размеры пролетов перекрытий и нагрузки на них не выходили за пределы обычных реше­ний, свойственных дворцовому или жи­лищному строительству. Если в ответствен­ных зданиях деревянные или сводчатые перекрытия и заменялись перекрытиями по стальным балкам, то это не вносило в структуру многоэтажного строительства существенных изменений. Внешний облик здания с традиционным членением фаса­дов оставался неизменным. Поэтому в больших городах — Париже, Милане, Риме, несмотря на количественное пре­обладание зданий, сооруженных в XIX в., они прекрасно гармонируют со старыми постройками.

Даже в тех случаях, когда архитекторы предусматривали возведение металличес­кого покрытия, как, например, в библиоте­ке Св. Женевьевы в Париже (X. Лабруст), тщательно проработанная двухпролетная арочная конструкция из чугуна не про­сматривается снаружи. Ограждающая стена в смелой завершенности и ориги­нальной композиции выразительна и полностью скрывает конструкцию здания. По-видимому, архитектор чувствовал себя здесь более уверенно. В вокзальных постройках конца XIX в. во Франкфурте-на-Майне наглядно проявляется противо­речие между ажурными стальными ароч­ными покрытиями перрона и расположен­ным перед ним монументальным зданием зала ожиданий, также скрывающим легкие конструкции перрона.

Первые шаги на пути к стальному кар­касу в многоэтажном промышленном строительстве были сделаны еще очень давно. Так, в английском ткацком произ­водстве с целью выиграть рабочую пло­щадь и получить более прочные пере­крытия для станков деревянные столбы были заменены чугунными колоннами и деревянные балки — чугунными балками. Самым известным зданием из первых промышленных многоэтажных сооружений было здание, построенное в 4 801 г. для фирмы «Филипп и Ли» в Салфорде (Ман­честер). Проект принадлежал Боултону и Уатту, изобретателю паровой машины. Подобные текстильные фабрики с внут­ренним чугунным каркасом появились уже в 80-х годах XVIII в., однако здание в Салфорде превзошло их как размерами, так и более зрелым конструктивным ре­шением и стало образцом для дальнейше­го развития. Здание имело длину 42 м, ширину 14 м и было необычной для того времени высоты — в семь этажей. Чугун­ные балки, расположенные поперек здания с шагом ~2,7 м, были оперты на двойной ряд чугунных колонн. Балки перекрытий, впервые принятые двутаврового профиля, были перекрыты пологими кирпичными сводами.

Существенное изменение претерпела эта конструкция лишь в 1845 г., когда Вильям Фейрберн применил на строи­тельстве сахаро-рафинадного завода вместо чугунных балок кованые балки двутаврового профиля. В том же году А. Цорес включил прокатную двутавровую балку в конструкцию перекрытия для жилых зданий. Начиная с этого момента, стальные балки из мягкой стали распро­странились не только в промышленном строительстве.

Перекрытия со стальными балками имели преимущества в сравнении с дере­вянными балками как по огнестойкости, так и в силу значительно более высокой несущей способности. По сравнению со сводами они обладали явными преимуще­ствами не только благодаря малой трудо­емкости, но прежде всего благодаря резкому уменьшению высоты этажа и сечения стоек ввиду устранения распора от сводчатых перекрытий. Сам факт, что стальные балки заменили своды как несущую конструкцию и как важнейшее средство создания формы в монументаль­ной архитектуре, позволяет говорить о новой архитектурной эпохе. Однако в перекрытии по стальным балкам еще долго сохранялись кирпичные или бетон­ные своды как вспомогательная конструк­ция, как своеобразная дань традициям архитектуры, с помощью которой в XIX в. пытались облагородить технические нов­шества.

Еще более ярко проявился разлад меж­ду романтикой и прогрессом в строитель­ном элементе, который мог бы служить символом архитектуры буржуазного сто­летия, в чугунной колонне — этом стройном несущем элементе со старин­ными декоративными формами капителей, баз или каннелюр. Оригинальные образцы подобных чугунных колонн были установ­лены на первых английских железнодо­рожных вокзалах и в павильоне «Ройяль» в Париже. Они были изготовлены в 1821 г. Джоном Нэшем и представляли собой трубы с капителями в форме пальмовых листьев из гнутого листового железа. Позднее чугунная колонна стала массовым конструктивным элементом, который по каталогу можно было заказать любой вы­соты и в любом стиле — дорическом, то­сканском, коринфском, готическом или мавританском.

Созданный Боултоном и Уаттом «спо­соб балочного строительства» господст­вовал в промышленном строительстве на протяжении всего XIX в., но его нельзя полностью отнести к каркасному строи­тельству, так как несущие стены восприни­мали большую долю нагрузки от перекры­тия и ветровые нагрузки. Это становится очевидным при рассмотрении строитель­ных правил США и европейских стран того периода. Они предусматривали в про­мышленных зданиях усиление наружных стен одного или двух нижнихэтажей, т. е. увеличение толщины этих стен на пол­кирпича по сравнению с толщиной несу­щих стен многоэтажных жилых и служеб­ных зданий. Это требование, которое, например, в немецких строительных пра­вилах сохранялось до второй мировой войны, оказалось весьма рациональным: ныне действующие нормы по допускае­мым напряжениям на кирпичную кладку подтверждают необходимость увеличения толщины стен для сооружений такого типа.

Следующий шаг на пути к стальному каркасу — передача нагрузок с наружной стены на металлический несущий остов — долго не был сделан, главным образом из-за того, что он изменил бы архитектуру зданий. Первые попытки сделать этот шаг исходили из древнейших строительных форм аркад и крытых галерей, которые с античных времен играли важнейшую роль как в формировании дома, так и в градостроительстве. Великолепны боль­шепролетные аркады в строгих кирпичных фасадах английских доков — Катерин-док в Лондоне (1828 г.) и Альберт-док в Ли­верпуле (1845 г.). Архаично сужающиеся кверху стволы чугунных колонн с дори­ческими капителями в этих зданиях имели в основании метровый диаметр.

Другой попыткой создания остова на­ружных стен, приближающейся к основам современного каркасного строительства, является использование железных перемы­чек и стоек, которые впервые применены в Париже для огромных витрин на фасадах зданий в виде пологого арочного фахверка или несущей решетки с мелкими парал­лельными элементами, включенными в каменную стену.

Между 1850 и 1880 гг. в США было построено много складов, универсальных магазинов и различных контор, в которых фасады были полностью выполнены из стальных конструкций. Начал это строи­тельство Джемс Богардус, многосторон­ний исследователь и конструктор. Одна из главных его работ — здание издательст­ва «Харпер и братья» (1854 г.). Фасад пятиэтажного здания состоит из архитек­турно обработанных чугунных элементов; внутренний каркас впервые в США вы­полнен из прокатных стальных балок. Архитектура фасадов основана на при­мерах венецианского ренессанса и ха­рактерных для того времени тяжелых, богатых формах, которым следовал эк­лектизм во второй половине XIX в.

Значительно более современный вид имеют чугунные фасады на Ривер-Фронт в Сент-Луисе. Применение архаических элементов сократилось до предела, они сохранились только в качестве украшения и рельефа. Строгий карнизный профиль, изящные простые колонны, скромные капители и базы подчеркивают элементар­ный контраст мощных горизонталей и легких вертикалей, призматических и цилиндрических профилированных несу­щих элементов.

В то же время в Европе появляется несколько замечательных фасадов из металла, например на здании «Гарднере Айрон билдинг» в Глазго (1856 г). В Ливер­пуле на здании «Ориэль Чзмберс» особен­но привлекательно чередование изящных простенков из песчаника и стальных окон­ных переплетов (1864 г). Такое решение оконных витражей позднее сыграет важ­ную роль в Чикагской архитектурной школе.

Большие пожары 70-х годов в Бостоне и Чикаго рассеяли иллюзию об огнестой­кости стальных конструкций, доказав, что этот негорючий строительный материал не может долго противостоять огню. Это было учтено в Европе раньше, чем в США, и проявилось в усиленных поисках огне­защиты и в попытках установить новые требования к металлическим конструк­циям.

Первым многоэтажным зданием сусо­вершенствованным стальным каркасом была шоколадная фабрика Менье в Нуазье-на-Марне близ Парижа, построенная в 1871—1872 гг. Жюлем Солнье. Как и в английских текстильных фабриках, про­изводственные требования промышленно­го здания заставили инженеров использовать все конструктивные возможности и несущую способность стали как строитель­ного материала.

Здание, выстроенное непосредственно над Марной, покоится на четырех мощных контрфорсах плотины, которая сдержи­вает напор речной воды. Каркас наружной стены стоит на широкой нижней обвязке из швеллеров, которая распределяет общий вес здания и ветровые нагрузки на восемь точек опоры. Поперечные стены отсутствуют, торцовые стены также не могут воспринять горизонтальных усилий, поэтому для повышения жесткости здания каркас, усилен ромбическими связями. Для обеспечения поперечной жесткости балки перекрытий связаны жесткими кон­солями фахверка с главными стойками фасада.

Две стойки над опорами моста несколь­ко выступают за линию колонн, в осталь­ном же весь фасад ровный при незначи­тельной толщине кирпичного заполнения. Формат окон точно определен диагоналя­ми ромбической сетки связей.

Строительство фабрики Менье пред­восхитило различные структурные элемен­ты современного каркасного строитель­ства: свободно висящие углы, диагональ­ная сетка раскосов, которые играют столь значительную роль в установленных снару­жи ветровых связях небоскребов и вкаркасах мостовых строений. С другой стороны, конструкция каркаса создана по аналогии со средневековыми построй­ками с деревянным фахверком, что служит блестящим подтверждением учения Виоле ле Дюка, о котором еще пойдет речь. Строительная система Солнье все же не нашла непосредственного и серь­езного подражания. Развитие металличес­ких каркасов требовало новых конструк­тивных решений; такое развитие началось в Чикаго около 1880 г.

*Чикагская архитектурная школа (1880—1910 гг.)*

Скромный поселок первых переселен­цев у впадения р. Чикаго в оз. Мичиган получил в 1830 г. статус города. В 1871 г. численность населения в нем достигла 30 тыс. человек. Город состоял почти из одних деревянных домов, выполненных в конструктивном стиле «baloon frame», который и теперь применяется в США. Пожаром 1871 г. город был почти пол­ностью уничтожен; восстановление продвигалось вначале неравномерно. Около 1880 г. начинается беспримерный подъем строительной деятельности.

Освоение Среднего Запада, развитие железнодорожной сети и водных путей, реализация полезных ископаемых сделали Чикаго крупнейшим промышленным цент­ром, величайшим хлебным рынком мира, основным пунктом торговли лесом и пи­щевой промышленности, центром машино­строения и инструментальной промышлен­ности. Строительная индустрия едва могла успеть за неравномерно возрастающей потребностью в служебных помещениях; складах и магазинах: стремительно росли цены на основные товары, резко уплотня­лась внутриквартальная застройка, высо­кие дома перерастали в небоскребы. Лишь благодаря стальному каркасному строи­тельству стало возможным экономно использовать земельные участки и пло­щадь застройки, а также повысить темпы строительства. Уже около 1895 г. новый метод строительства стал обычным во всех крупных американских городах, но в Чикаго к тому времени высотных домов с металлическими каркасами было боль­ше, чем во всех других американских городах, вместе взятых.

Были и другие предпосылки, которые вынуждали обращаться к каркасному строительству. Прежде всего топогра­фическая ситуация, которая вместе с трудностями развития транспорта дли­тельное время препятствовала расшире­нию административного центра Чикаго. Большое значение придавалось свободной «открытой» планировке города с возмож­ностью ее изменения в дальнейшем; раз­личные ранее построенные каркасные зда­ния превращались из складов в учреждения и наоборот. Уже тогда предусматривали возможность надстройки зданий и часто осуществляли ее.

Но высотные административные здания оказались бы непрактичными, если бы их не оснастили необходимой техникой. Важ­нейшим условием было устройство пасса­жирских лифтов. Первый подъемник скон­струировал Е. Г. Отис, продемонстрировав­ший его на выставке 1853 г. в «Хрустальном дворце»; первый лифт он применил в 1857 г. в одном из магазинов на Бродвее. Начиная с этого момента, Нью-Йорк приоб­рел первенство в строительстве высотных домов и завоевал славу сооружением в середине 70-х годов XIX в. первых девяти — десятиэтажных административных зданий. В этот период, когда электричество стало вытеснять пар, развиваются и другие виды оборудования зданий — телефон, пневма­тическая почта, центральное отопление и вентиляция. За техническими достижениями нельзя было забывать о моральных прин­ципах, положенных в основу первых совре­менных каркасных зданий Чикаго. Это неистребимый дух пионеров, вдохновляющий архитекторов и придающий их строе­ниям своеобразную силу, свежесть м самостоятельность архитектурных решений.

Основателем Чикагской архитектурно школы и ее главой является Уильям Джен­ни. В 1868 г. он открывает в Чикаго архитек­турную мастерскую; успех пришел к нем] после постройки в 1879 г. «Лайтер-билдинг I». Это сооружение по своей архитек­туре напоминает древнеримские здания. Конструктивно это пятиэтажное здание, поз­же надстроенное двумя этажами, может быть отнесено к смешанному строитель­ству: деревянные балки на кованых желез­ных прогонах, опертых на внутренние чу­гунные колонны, и расположенные по пери­метру кирпичные колонны. Новыми здесь являются смелая стройность наружных ко­лонн, большая ширина оконных проема и кованые металлические балки, использо­ванные как перемычки и одновременно каа крайние прогоны и рандбалки. Кирпичная кладка усилена внутренним металлическим каркасом, что отчетливо выражено в кон­струкциях главных балок и в капителях колонн. Еще более прогрессивен план «Лайтер-билдинг I»; здесь проявляются четкость конструктивной сетки и свобода планировки, а расход строительных материа­лов сокращен настолько, что не превышает расхода материалов на современное кар­касное строительство из железобетона. Это становится еще более ясным при сравнении с планом «Монаднок-билдинг» (1891 г.), последнего высотного здания с несущими монолитными стенами в США.

В следующем крупном сооружении Дженни — здании страховой компании (1883—1885 гг.) — в каркас наружных стен были включены стальные стойки. В фасаде этого здания нет единства и структурной ясности, присущих зданию «Лайтер-билдинг I»; сильно подчеркнутый цокольный этаж, завершающий полуциркульные арки в верхних этажах и увенчивающая основ­ной карниз баллюстрада — все эти эклекти­ческие мотивы противоречат характеру каркасного строительства.

Основные постройки Дженни — «Фэйр-билдинг» (1891 г.) и «Лайтер-билдинг II» (1 889 г.) — более современны. Исторические отголоски сведены до минимума: в фасаде видны лишь легкие профили баз колонн и их капителей, которые служат для того, чтобы зрительно превратить колонны в пилястры; можно было бы отчетливо пред­ставить себе эти колонны и без украшения. Глядя на них, кажется, что сам Дженни с большим удовольствием исключил бы этот декор. Оба эти здания имеют полный сталь­ной каркас; кирпичная кладка выполняет только роль облицовки стальных колонн.

Последовательное превращение ограж­дающей стены в несущий металлический каркас было впервые осуществлено Хола-бердом и Рошем в «Такома-билдинг» высо­той 14 этажей. Здание, построенное в 1884 г., сейчас, к сожалению, снесено. В нем было применено сплошное остекление в эркерах, идущих сверху до низу,— мотив, перешед­ший за рубеж столетия. В своей важнейшей постройке — торговом здании «Маркет-билдинг» (1894 г.) — Холаберд и Рош очень близко подошли к четкому горизонтально­му и вертикальному членению, примененно­му в «Фэйр-билдинг» и «Лайтер-билдинг II», и даже превзошли их в сокращении деко­ративных элементов.

Работы чикагских мастеров не следует оценивать с точки зрения современных представлений о каркасном строительстве. Строители не ставили перед собой цели развивать новую архитектуру — их задачей было возводить высотные дома наиболее совершенным методом. Насколько широко при этом они могли использовать архитек­турные стили своего времени, зависело в значительной мере от требований заказ­чика. Они не нашли бы даже времени, чтобы теоретически обосновать архитектонику своих зданий.

Наиболее ярко выражен дух чикагской школы в «Релайнс-билдинг» и «Монаднок-билдинг». «Релайнс-билдинг» заслуживает высокой оценки. Здание отличается строй­ностью членений фасада и максимальным остеклением. Каркас здания четко выявлен. Эркерные окна здесь вдвое шире, но зна­чительно более плоские, чем в ранее пост­роенных зданиях. Они не воспринимаются как декоративное дополнение, а органи­чески объединяются со структурой складча­того фасада. При этом сами несущие кон­струкции на фасаде закрыты — каждый вы­ступ фасада охватывает три стойки наруж­ной стены металлического каркаса, благода­ря чему средняя стойка скрыта 'за плос­костью окон, а обе крайние наполовину закрыты оконными коробками. Несущие элементы заметны только в углах и в ниж­них этажах. «Релайнс-билдинг» имел перво­начально только пять этажей и был надстро­ен в дальнейшем десятью этажами.

Настоящий прогресс сказался в архитек­туре «открытых форм», проповедовавшей массовое применение одинаковых типовых деталей,— принцип, который для боль­шепролетного строительства уже воплотился Пакстоном в проекте «Хрустального двор­ца» — скорее в результате случая, чем творческого поиска.

«Монаднок-билдинг» — оригинальней­шее из всех сооружений Чикаго, оно не имеет металлического каркаса; это настоя­щее массивное здание — высочайшая по­стройка своего времени с несущими кир­пичными стенами. Консервативные заказ­чики отклонили первые эскизы металличес­кого каркаса с терракотовой облицовкой фирмы «Бернхейм, Рут» и настояли на строительстве чисто кирпичного здания. Рут постепенно заинтересовался кирпичной коробкой и с увлечением приступил к ра­боте. Интенсивное закругление, с которого начинается наружная стена над далеко выступающим цокольным этажом и которая соответствует мягкому, взлетающему вверх выступу, и в дополнение ко всему— закруг­ление углов — все это придает каркасу здания динамику и усиливает впечатление огромной несущей способности, которое внушают и глубоко врезанные оконные проемы.

С помощью эркерных окон, размещен­ных по каждой третьей оси, Рут вводил в фасад стальной каркас, уменьшая тем самым строительную массу и устанавливая связь с окружающими зданиями так, что на первый взгляд даже не чувствовалось корен­ной разницы в их структуре.

Возведенные к тому времени сооруже­ния дают слабое представление о развитии стальных конструкций. Специальные публи­кации исчерпывались появившейся в 1901 *г.* в Нью-Йорке работой Дж. К Фрейтага «Ар­хитектурная инженерия» («Architectural Engineering»), которая ставила перед собой примерно такую же задачу, как и настоящая книга. То, что инженеры играли в американ­ском высотном строительстве важную роль, следует уже из заглавия, которое означало применение инженерных методов в плани­ровке зданий и проектировании строитель­ных конструкций.

Фрейтаг установил ■ чикагских конструк­циях два типа, две ступени развития. Преж­де всего основанная Дженни, созревшая в «Такома-билдинг» конструкция несущего каркаса, воспринимающего все нагрузки от перекрытий, крыши и стен и передающего их на фундаменты колонн и неполный кар­кас с передачей горизонтальных усилий на кирпичную кладку стен. Неполный каркас вскоре был вытеснен новым конструктивным типом, названным «клеткой» (Cage»). Здесь несущий каркас обладает горизонтальной жесткостью; ветровые связи относятся к общим элементам стального каркаса. Бла­годаря независимости несущего каркаса от стен, являющихся только ограждающими конструкциями, стали возможным создание сплошного остекления, замена внутренних стен перегородками и уменьшение толщины стен. Появилась возможность значительно ускорить ход строительства — теперь мож­но было производить заполнение или *обли­цовку* наружных стен одновременно в нескольких этажах.

Значительное внимание в работе Фрей-тага уделено огнезащите. Для инженеров и архитекторов Чикаго проверка на огне­стойкость была первоочередной задачей; ужас пожарной катастрофы 1871 г. долго не забывался. Фрейтаг приводит статисти­ческие материалы о погибших при пожарах, он описывает опыт, который был накоплен при пожарах высотных домов с металли­ческим каркасом в 90-х годах и кратко характеризует мероприятия по покрытию огнезащитной оболочкой стальных несу­щих элементов.

Ветровые связи трех еще и сегодня применяемых типов были введены в прак­тику уже в 90-х годах:

1. ветровые связи в виде перекрещивающихся диагональных круглых стержней;
2. порталы и ветровые рамы — там, где для размещения крестовых ветровых связей не было глухих стеновых плоскостей;
3. решетчатые балки или балки фахверка с возможно большей высотой, жестко связанные с несущими колоннами в виде рам.

Устройство фундаментов в каркасном строительстве представляло третью пробле­му, для решения которой требовалось из­менение знакомых уже основных форм. Чикаго принадлежала ведущая роль в раз­витии сплошных оснований по типу «плаваю­щего фундамента», что было обусловлено строением почвы: мощный слой пластичной глины, на котором по всей площади фунда­мента происходила равномерная осадка. Обычные типы фундаментов под массивные несущие стены с крутыми уступами, очень глубокими из-за необходимости расширения основания, нельзя было перенести на от­дельно стоящие фундаменты каркасных высотных зданий. Огромные массивные пи­рамиды под тяжелые колонны отнимали бы много места в подвальных этажах либо, если бы они располагались глубже, требовали дополнительных расходов и значительно усложняли работу. Поэтому на бетонные плиты основания вместо уступов из кирпич­ной кладки стали укладывать железнодо­рожные рельсы в несколько слоев, которые потом послойно обетонировались; таким способом можно было значительно умень­шить высоту фундаментов. Рельсы были впоследствии заменены двутавровыми бал­ками. При возрастающем числе этажей не­сколько колонн стали устанавливать на общий ростверк, а их основание выполнять в виде сплошной фундаментной плиты.

Свайные основания с момента возник­новения каркасного строительства получили сравнительно небольшое развитие; они имели преимущества при опирании на скаль­ные грунты в условиях Нью-Йорка и Бостона. При деревянных сваях возникала проблема снижения уровня грунтовой воды, разру­шавшей деревянные сваи.

Здание «Парк Роу билдинг» в Нью-Йорке, которое около 1900 г. было высочайшим зданием в мире (36 этажей), поставлено на деревянные сваи. Кессонное основание при­менялось в особо тяжелых почвенных усло­виях. Этот тип оснований, опробованный в строительстве железнодорожных мостов, получил дальнейшее развитие в Нью-Йорке при строительстве высотных зданий со стальным каркасом.

Буффало. «Гэранти – билдинг» ,1895г. Прокатные балки из ковкого железа были в 1885 г. заменены прокатными балками из литой стали, изготовленными в США «Карнеги Стил компании. С этого времени перестали применять и чугунные колонны, на смену которым пришли стандартные про­фили или квадратные коробчатые сечения из прокатной стали. Болты как средство соединения стали вытесняться заклепками. Таким образом, на рубеже двух столетий были разработаны все основные конструк­тивные элементы, необходимые для следую­щего этапа развития каркасного строитель­ства.

Для архитекторов представляют особый интерес проблемы обработки фасадов, которые принесло с собой строительство с применением стальных каркасов. Прежде всего изменилась конструкция окон, кото­рые стали непривычно большой ширины. Вначале три или четыре вертикальных раз­движных окна соединялись в одном проеме. В дальнейшем из этого решения развилось типичное «чикагское остекление»: в середи­не нерасчлененное, глухое остекление, а сбоку две более узкие боковые створки. Так же остекление стало использоваться и для устройства временных перегородок.

Особенно важны в обработке фасадов детали перемычек между окнами двух соседних этажей. С переходом к конструк­циям системы «кейдж» оконные перемычки. рандбалки и подоконники были объединены а одно целое. Такие оконные секции кажут­ся нам курьезными из-за смешения сталь­ных конструкций и классических деталей фасада, но конструктивные проблемы и вопросы строительной физики здесь тща­тельно продуманы, в том числе колебания температуры стальных колонн, разгрузка оконных конструкций, выравнивание осадки облицовки фасада и устройство каменной кладки.

Для отделки фасада применялась кера­мика — огнестойкий и легкий материал для заполнения покрытий и внутренней облицов­ки. Древняя техника облицовки керамичес­кими плитками давала архитекторам раз­нообразную возможность орнаментального и цветового украшения. Мелкий рельеф создавал необходимый масштаб и впечатле­ние легкости, соответствующие каркасному строительству. Очень хорошо выглядела эта облицовка в карнизах, в обрамлении экон и в межоконных поясах совместно с кирпичной облицовкой фасадов высотных домов, например на «Маркет-билдинг».

Для выдающихся зданий была исполь­зована вся гамма облицовочных материалов: натуральный камень в нижних этажах, кир­пич для промежуточных этажей и керамика для завершающего этажа и карниза. Обли­цовка стен натуральным камнем, несмотря на ряд недостатков: трудоемкость связи со стальным каркасом и необходимость за­полнения бетоном пазух между камнем и стеной, имела повсеместное применение в строительстве административных высотных зданий и пользовалась особой популяр­ностью в конце столетия как следствие исто­рической традиции века. И хотя естествен­ный камень и был оттеснен на второй план чикагской школой, но вытеснен окончатель­но не был.

По мере того как каркасный способ строительства в Соединенных Штатах совершенствовался и расширялся, становились за­метными перемены в отношении к архитек­туре— наметился решительный поворот к академическому историзму. Некоторые историки современной архитектуры, напри­мер Гидион, считают толчком для этой пе­ремены Всемирную чикагскую выставку 1893 г. Пышный декоративный стиль, импор­тированный парижской Высшей школой изящных искусств, праздновавший свой триумф, задушил в зародыше стремление к новой архитектуре и отбросил ее разви­тие на 50 лет.

Конечно, выставка 1893 г. не была источ­ником неоклассического движения, а послу­жила только первым признаком его. Успехи чикагской школы были стихийными; она бы­ла признана народом и архитекторами всей страны; она была созвучна выросшим строи­тельным объемам и более строгим техничес­ким правилам, однако для функциональной архитектуры, свободной от исторических от­звуков, время еще не настало.

Проблематика архитектуры небоскребов в 90-е годы отчетливо проявилась в соору­жениях Л. Салливена. Его мастерская в Па­риже входила в проектное бюро Д. Адлера, с которым он проработал до 1895 г.

Первым торговым высотным зданием с металлическим каркасом является вы­строенный в 1890—1891 гг. «Уэйнрайт-бил-динг» в Сент-Луисе. Салливен пытался в нем решить архитектурную проблему небо­скребов как замкнутой, уравновешенной в перспективе композиции. Согласно класси­ческой схеме цоколь — стена — карниз он разделил корпус здания на три зоны: три нижних этажа, выполненных из натурально­го камня, над ними ряд этажей в кирпич­ной кладке с узкими выступающими колон­нами и утопленным орнаментированным поясом, а затем мощный ббгато украшен­ный орнаментом фриз, на котором покоят­ся сильно выступающие карнизные плиты. Угловые колонны сильно расширены по сравнению с промежуточными.

В 1894—1895 гг. Салливен усовершенст­вует этот принцип членения в «Гэранти-бил-динг», выстроенном в Буффало, и одно­временно усиливает масштабный эффект вертикального членения: цезура между тре­мя зонами, а также мощь угловых колонн и венчающего карниза сильно смягчены, все элементы обобщены в одно органически на­растающее целое.

Архитектура этих двух небоскребов с их виртуозной орнаментикой не могла стать школой, поскольку она была слишком инди­видуальна. Салливен сам это хорошо чувст­вовал; во всяком случае, в своей последней знаменитой работе — здании универсально­го магазина фирмы «Карсон, Пири и Скотт» в Чикаго (1899—1901 гг.) — он вернулся к элементарно простому членению фасада, точно соответствовавшему структуре карка­са — орнамент сохранился в нижних этажах и в обрамлении окон, классические принципы композиции были отброшены. Для самого Салливена это строительство было трагическим промахом, современники не могли его понять и видели в нем рецидив к примитивному каркасному строительству. В заключение мы должны назвать еще ряд работ, в которых пионерский дух строи­телей Чикаго находил отражение вплоть до первой мировой войны. Это несколько зда­ний, в которых с помощью простых средств воплощалось то, что удалось выкристалли­зовать Салливену в качестве квинтэссенции чикагской школы в здании универсального магазина фирмы «Карсон, Пири и Скотт». В скромной кирпичной одежде с изящным членением на вертикальные элементы и го­ризонтальные полосы его здания практи­чески не стареют. Характерным представи­телем этой группы ранних сооружений с металлическим каркасом является «Либер­ти Мьючиал Иншуренс билдинг» (1908 г.).

*Начало каркасного строительства в Европе — во Франции, Бельгии, Западной Швейцарии (1890—1930гг.)*

Франция и Бельгия были первыми евро­пейскими странами, в которых получили применение конструкции стального каркаса многоэтажных зданий. Это не случайно — материальные и психологические предпосылки были здесь особенно благоприятны. Уже на заре строительства с применением металла Франция оспаривала приоритет англичан. Первые строительные фермы из ковкого железа появились во Франции еще раньше английских чугунных мостов. Соорудив остекленные металлические своды Орлеанской галереи и ботанического сада, Фонтэн и Руо создали образцы строительно­го искусства XIX в.

К 1860 г. Франция занимала первое место в строительстве покрытий больших пролетов и металлических мостов. Всю свою жизнь знаменитый инженер Эйфель посвятил строительству металлических мостов и других сооружений, которым немецкие конструкторы противопоставили свои решетчатые фермы. В итоге париж­ских всемирных выставок 1855, 1867 и 1878 гг. был достигнут очередной успех в сооружении стального трехшарнирного свода галереи машин (1889 г.) пролетом 110 м. Этот зал, пожалуй, наиболее внушительный из построенных когда-либо, воз­можно не был бы снесен в 1910 г., если бы его не затмила Эйфелева башня, которая, будучи на первых порах весьма спорной, стала знамением времени и способство­вала формированию нового восприятия пространства и структуры художниками и архитекторами.

Французские архитекторы по сравнению с архитекторами других европейских стран издавна отличались рациональным и ясным конструктивным мышлением. Французские архитекторы-теоретики XVIII в. впервые указывали на рационализм, конструктивную и формальную логику готических соборов и с этих позиций оценивали современные строения. Около 1850 г., когда возрождение готики достигло в Англии апогея, Виоле ле Дюк создал десятитомный систематизиро­ванный научный труд по средневековому строительному искусству и строительной технике «Dictionnaire raisonne». Он сводил все развитие форм к конструктивной не­обходимости. Для него крестовый ребри­стый свод, система колонн, нервюр и контрфорсов готических соборов являются завершением длительной эволюции, которая всегда стремилась к все более явному осуществлению каркасного принципа в строительстве сводчатых церковных поме­щений базиликального типа. «Готические конструкции гениальны»,— писал он в знаменитой статье «Construction». Страст­ность, с которой Виоле ле Дюк оценивал достижения средневековых мастеров, обращалась против коллег академического направления, которые придерживались идеалов античности и ренессанса и отри­цательно или враждебно относились к новым направлениям в строительстве из металла.

«Римляне конструируют так, как пчелы строят свои соты. Это чудесно, но в этом нет никаких достижений. Соты времен римлян выглядят точно так же, как во времена Ноя. Дайте римскому мастеру чугун, железо, стекло — он не будет знать, что с ними делать. Современный дух со­вершенно иной ...»— писал Виоле ле Дюк. Слова «современный» и «готический» он употребляет почти как синонимы.

Дух рационализма в архитектуре, кото­рый отстаивал Виоле ле Дюк, наряду с английским реформистским движением Рэскина и Морриса создали важную пред­посылку для нового модернистского течения в международной архитектуре, которое одержало полную победу над архаизмом.

«Новое искусство» (югендстиль)' пред­стало перед современниками действительно как нечто новое; оно было импульсом интенсивным, но недолговечным, оно было необходимо как переходная стадия. Чтобы опрокинуть устаревшие представления об архитектурных формах, передаваемых из поколения в поколение, ведущие архитек ры должны были, очевидно, начать с ор наментики. Они должны были предложи совершенно новый набор декоративных форм, взятых непосредственно из природ форм, какими они были представлены современной живописи, графике и внутра ней отделке, например, у Манча и Бердселея — английских художников школы Морриса.

Воплощению в строительстве этих идей изменения архитектурных форм способ ствовали преимущества стали как строитей ного материала. Проектные предложен Виоле ле Дюка по оформлению стальн несущих конструкций побудили к дальня шему развитию техники. Необходимо бы сделать непокорный металл спосс- = повторять причудливые растителен формы, абстрактные по современным поя тиям комбинации из чугуна, гнутых пр филированных стержней и листового жел за. Используя стройность и пластм железных несущих элементов и застава считаться с ними, сторонники модер> возродили приемы раннего периода испол зования чугуна в строительстве, начми с внутренних помещений павильона Ройя. архитектора Ж. Нэша и кончая фасад\*» из железа в Сент-Луисе (1860 г.). Он правда, не осуществили настоящего синте конструкций и формы, однако им все а удалось в своих лучших творениях *и* стигнуть гармонии между конструкция\* и их оформлением. Сторонники «нового ис кусства» сохранили идею открытых стальн» конструкций.

Именно к этому периоду относят\* первые важнейшие творения нового иску! ства — здания В. Хорта в Брюсселе. Здание фирмы «Тассел», построенное в 1892-1893 гг., сразу сделало его архитектор знаменитым. Конфигурация плана, изме няющееся на различных этажах расположи ние помещений не были чем-либо приш ципиально новым для брюссельского город ского дома. Новой была пространственна динамика, взлет и образная сила открыты конструкций в лестничных клетках: опоры решеток ограждения для лестничных площадок, косоуры, вырастающие из чугунных промежуточных столбов, с причудливыми сплетениями стержней.

Еще богаче и насыщеннее декор из железа, еще убедительнее его связь с открытыми стальными несущими элемента­ми в лекционном зале Народного дома — здания профсоюзов, построенного в 1899 г. Профиль изящных рам фахверка, много­кратно изогнутый и закругленный, вписан­ный в трапецию, имеет заметное сходство с контуром всего здания в плане, располо­женного на круглой площади между двумя радиально отходящими от нее улицами. Этот вогнуто-выпуклый фасад заключен

ажурный стальной каркас; только лестнич­ная клетка с главным входом на одном из углов здания и две узкие полосы на стыках: соседними домами выполнены в кирпичной кладке. Количество стальных колонн фасадах верхних этажей удвоено, из-за этого окна стали очень узкими, причем сохранился масштаб, свойственный домам провинциального города.

Этот фасад является шедевром архи­тектуры, и трудно понять, как случилось, что в 1967 г., несмотря на неоднократные возражения, Народный дом был снесен. Насыщение наружных каркасов декоратив--ыми элементами для стиля модерн было о-носительно скромным — пологие арки под нижними горизонтальными элементами, -зогнутые консоли балконов верхних эта­жей. С большой тщательностью были выполнены стыки отдельных элементов. Пять различных материалов были соединены здесь в единый ансамбль — стекло и дере-»я иное обрамление окон, железо несущего <аркаса, решетки и перила, светлая кирпич­ная кладка пилонов, перемежающаяся с ~эанитом, и гранитные порталы. Такой эоскоши, созданной ценой огромных затрат ручного тоуда, впоследствии уже больше не встречалось.

По-видимому, этитрудности привели Хорта к тому, что он в своем следующем большом фасаде из стекла и металла при строительстве магазина «Иновасьон» в Брюсселе (1901 г.) сократил разнообразие материалов.

Каменная кладка здесь имеет лишь узкие гранитные обрамления, сам же фасад состоит из двойных стен. Несущий каркас внутренней стены воспринимает нагрузку от больших плоскостей остекления, а наружный стальной остов — только нагруз­ку от декоративного оформления фасада. Здание, сгоревшее в 1967 г., представляло заметный шаг вперед благодаря решению его фасада; неблагоприятное впечатление производили тяготеющие к барокко изгибы м изломы верхних замыкающих арок. Еще з большей степени ощущалось чрезмерное увлечение орнаментами в универсальном магазине «Самаритэн», построенном в 1905 г. Ф. Журденом; среди парижских -шедевров это здание представляет образец периода созревания и перезревания мо­дерна.

Зато удивительно строгое и свежее впечатление производил выстроенный в 1903—1905 гг. архитектором Г. Шедан-ном торговый дом на улице Реомюра в Париже. Согласованность элементов фасада и несущих конструкций здесь полная. Впервые в многоэтажном здании — сталь­ной фасад. Именно здесь за 50 лет до новейших крупных построек школы Мис ван дер Роэ был применен как выразитель­ное средство типичный для стали кон­структивный элемент — балка со сплошной стенкой.

Строительство торгового дома на улице Реомюра подтверждает, что Франция уже тогда была на правильном пути, принесшем нашему столетию подлинную архитектуру металлического строительства и поставив­шем ее во главе международного развития архитектуры. В этот же период получил развитие железобетон, который, зародив­шись во Франции, оттеснил сталь в евро­пейских каркасных зданиях на пять деся­тилетий. В 1903 г. А. Перре построил свой знаменитый дом на улице Франклина, 25— первый дом с полным железобетонным кар­касом, соответствующий требованиям архитектоники.

Железобетонные конструкции здесь еще были облицованы глазурованными плитами; в своих более поздних постройках Перре всегда оставлял бетон обнаженным. Несу­щий каркас отчетливо читается в цветовом контрасте светлых элементов рам с пестрым заполнением — цветным узором на боль­ших плоскостях, употреблявшихся еще школой нового искусства. Работа железо­бетонного каркаса дополнительно демон­стрировалась искусным приемом: соответ­ственно продуманному расположению квартир верхних этажей уличный фасад был в середине сильно утоплен, а по краям выступал вперед над подвалом, где раз­мещались конторские помещения.

Если сравнить это здание с лучшими работами в Чикаго, создается впечатление, что архитектурный замысел довлеет над конструкцией здания, что инженер Перре подчиняется архитектору Перре. Горизон­тали и вертикали в этом фасаде не произ­водят впечатления несущих элементов, а читаются как декоративное расчленение оставшихся между окнами плоскостей. Это впечатление еще более усиливается в последующих постройках Перре — в жилом квартале на площади Пасси (1930 г.) и в огромном комплексе восстановления Гавра (1950 г.). Даже его самые смелые ранние работы, как, например, гараж на улице Понтье, не свободны от чисто оформитель­ских тенденций.

Весьма интересны работы Тони Гарнье, , современника Перре, сооснователя между­народной архитектуры нашего столетия из бетона. Хотя он был менее популярен, чем Перре, он оказал на развитие архитек­туры существенное влияние. Гарнье впервые разработал полностью в железобетоне идеализированный проект современного города с жилыми кварталами, школами, больницами, вокзалами и т. д. Многое из своих идей Гарнье смог осуществить еще начиная с 1908 г. в обширной программе общественных работ Лиона; с тех пор градостроители и планировщики этого города мыслят преимущественно категория­ми железобетона.

Однако Гарнье отлично разбирался также в постройках из металла; это видно на примере строительства скотного двора Лионской бойни пролетом 80 м. Здесь он применил несущую систему и простран­ственный образ большой Парижской галереи машин (1889 г.), заменив в соответствии с требованиями времени и назначением помещения трехшарнирные арки трех-шарнирными рамами и уменьшив площадь остекления. То, что он считал необходимым поставить по фронтонам грандиозных сталь­ных конструкций массивные ступенчатые стены с высокими сегментными окнами, представляет еще один пример консерва­тивных тенденций в архитектуре, о которых мы уже говорили вначале.

После первой мировой войны, когда строительная деятельность вновь оживи­лась, строительство и проектирование зда­ний из металла отступило на задний план. Постоянно усиливавшаяся конкуренция меж­ду сталью и железобетоном оказала в то же время очень плодотворное влияние на развитие строительной техники и инженер­ной науки в целом.

Уже в 20-х годах металлостроители по­чувствовали необходимость в совершен­ствовании конструкций, чтобы для высоких зданий и больших пролетов использовать преимущество стали перед железобетоном. Уровень развития конструкций стального каркаса многоэтажных зданий сделал едва заметный шаг вперед по сравнению с уров­нем, достигнутым в Америке около 1900 г. Прежде всего методы расчета стальных конструкций были еще сравнительно мало развиты, каждая балка перекрытия, прогон или стойка рассматривались как само­стоятельный элемент и связи между ними принимались шарнирными — старые метал­листы сами говорят о «методе кирпича», когда хотят охарактеризовать применяв­шиеся ими статические методы.

Применение железобетона еще раньше вынуждало учитывать монолитную природу этого материала, его пространственную взаимосвязь, влияние неразрезности и жесткости узлов и перейти от статики стержня к статике жестких рам. Переход от перекрытия из тавровых балок к реб­ристому перекрытию, применение пере­крестно-армированных плит, безбалочных перекрытий, безраскосных ферм и много­этажных рам — все это очередные этапы в освоении неразрезности железобетонных сооружений.

На примере характерного узла стального каркаса построенного в 1931 г. в Антверпене здания «Торренгебау» отчетливо видно, насколько трудно было металлистам под­ражать строителям, применявшим железо­бетон, имея в распоряжении тогдашние конструктивные средства: фасонки, соеди­нительные уголки и заклепочные соедине­ния. Из сравнения с соответствующими узлами стального каркаса, возведенного в 50-х годах близ Цюриха, будет ясно даже неспециалисту, какие усилия были необ­ходимы, чтобы прийти к решению проблемы пространственных конструкций, какие огромные успехи были достигнуты с тех пор благодаря переходу от заклепочных соединений к соединениям на сварке и высокопрочных болтах.

Двадцатишестиэтажное здание «Торрен­гебау» было высочайшим зданием в Европе; это подтверждает, что развитие строитель­ства из стальных конструкций в Бельгии и Франции не останавливалось и что Европа уже начала догонять США в строительстве высотных домов.

Среди важнейших прогрессивных реше­ний с применением стали во Франции особо отмечены работы Ле Корбюзье, который обладал наиболее многосторонними твор­ческими способностями; его целенаправлен­ные идеи охватывали одинаково все области строительного искусства — функцию, кон­струкцию и форму. Он начал свою архи­тектурную карьеру в ателье Перре, которо­го всегда признавал своим учителем. С самого начала своей деятельности Кор­бюзье был приверженцем бетона и своими строениями из него превзошел работы учителя. Корбюзье органично выявил железобетонный каркас выразительными архитектурными средствами и в течение всей своей жизни неустанно открывал и развивал многообразные возможности бетона как строительного материала. На­правление, которое приняла международ­ная архитектура в последние 20 лет, без него немыслимо.

Однако Ле Корбюзье занимался также и стальными конструкциями и внес в этот вид строительства существенный вклад. В павильоне Швейцарии парижского уни­верситетского городка он осуществил в 1930—1932 гг. идею свайного основания — важную составную часть знаменитой про­граммы из пяти пунктов, создав опоры, с помощью которых здание было поднято вверх, чтобы освободить земельную пло­щадь. Это было комбинированное строи­тельство с применением железобетона и стали. С тех пор такая комбинация очень часто повторялась, и в последние годы особенно широко снова применяется и преобразуется.

Нигде эта строительная идея не реали­зована так хорошо, как в этом здании; сильно вытянутое основание стоит на шести далеко расставленных железобетонных двойных колоннах, которые непосредствен­но опираются на шесть погруженных на 20-метровую глубину парных свай; они несут двойной нижний прогон, на котором расположена мощная плита. В данном строительстве это было необходимо, так как позволило в четырех верхних этажах показать стальной каркас, который четко просматривается на главном фасаде во всей своей подчеркнутой стройности — заполнение полностью из стекла с изыскан­но ритмичным поперечным делением. Такое решение явилось непосредственным пред­шественником стиля «стена-экран» (curtain wall).

В поселке Белый Двор в Штутгарте в 1927 г. Ле Корбюзье высоко поднял двухэтажный жилой дом из металла на стальные колонны, тем самым подчеркнув стальные конструкции. Построенный в 1930—1932 гг. в Женеве дом «Мезон Кларте» является еще более перспектив­ным— он стал предпосылкой для создания жилого комплекса в Марселе, для которого Ле Корбюзье также первоначально запроек­тировал стальные конструкции. Впослед­ствии он выполнил его в грубом необрабо­танном бетоне. На очень точном плане дома на 45 квартир, занимающих один или два этажа и размещенных вокруг двух лестнич­ных клеток, создана привлекательная игра внутренних объемов. Корпус сооружения, вырастая из широкого нижнего этажа, в верхних этажах дважды сужается уступами. Вся эта сложная пространственная система включена в стальной сварной каркас из стандартных профилей, расположенный на строгой сетке колонн, которая придает главному фасаду, полностью состоящему из стекла и металла, основу ритмического строя, четкий порядок. Ритм достигался простыми средствами: выступающие, про­ходящие через весь фасад в каждом втором этаже балконы с изящными металлически­ми поручнями, чередование оконного и литого стекла, легкое смещение импостов, свободное размещение и чередование солнцезащитных жалюзи. Здесь действи­тельно создается впечатление яркости. свежести, воплощенное в термине «кларте» (свет).

Занимаясь разработкой подробных эскизов по поручению промышленника Ваннера, сделавшего заказ на жилые дома с применением стальных конструкций, Ле Корбюзье создал проект маленького не­обычного сооружения, которое, однако, вошло в историю строительства из метал­ла — жилого дома по улице Гильом в Пари­же. Этот дом был построен в 1929—1931 гг. П. Шарре, который до этого работал архи­тектором по интерьерам. Здесь ему при­шлось строить дом полностью из стекла и металла, вплоть до лестничных ступеней, передвижных перегородок и встроенной мебели; здесь воплощена со спортивным азартом и изысканным вкусом идея «маши­ны для жилья», которую Ле Корбюзье выдвигал в 1922 г. в своей книге «Строи­тельное искусство будущего» («Vers une Architecture» — «Kommende Baukunst»).

*Архитектура небоскребов в США (1890—1940 гг.)*

В последних работах ведущих архитек­турных бюро чикагской школы особенно заметно возвращение к историзму, по крайней мере в огромных сооружениях, к которым заказчики предъявляли большие требования.

Показательно сопоставление построенно­го в 1894 г. «Релайнс-билдинг» (автор Берн-хем) и «Фишер-билдинг», построенного двумя годами позже тем же архитектором. На первый взгляд, оба сооружения имеют большое сходство: включение эркерных окон в систему фасада, остекление больших плоскостей, насыщенный орнамент на горизонтальных простенках и поясах. По сравнению с плоским орнаментом фасада «Релайнс-билдинг» форма ажурной камен­ной резьбы подоконных простенков «Фи­шер-билдинг» производит впечатление ярко выраженной готики; это впечатление достигается тем, что здесь вертикали были сконструированы наподобие готических составных колонн. Этот фасад уже заметно академичнее, чем его предшественники, но он имеет то изящество, которое хорошо соответствует металлическому каркасу, и сделан с воодушевлением, хотя и имеет противоречия в верхней, завершающей части здания. Главные стойки объединяются под карнизом арками, под выпуклым кон­сольным карнизом размещены фриз узких арочных окон и эркерные окна, которые не вписались в архитектуру карнизов, а были оборваны этажом ниже.

Естественность, которая придала очаро­вание ошибочному в классическом смысле решению, была потеряна в последующих строениях Чикаго, которые оказались под влиянием вышедшего с восточного побе­режья классического направления. Первыми к «нью-йоркской моде» обратились Дженни и Манди. Здания нью-йоркской страховой компании и здание «Форт Дирборн» значи­тельно отличаются от ранних работ, напри­мер от зданий «Лайтер-билдинг I» и «Лай-тер-билдинг II». Незадолго до конца 90-х годов Нью-Йорк как по объему строитель­ства и рекордам высоты, так и в области ар­хитектурных достижений опережает Чикаго. В течение примерно 30 лет продолжалось использование эклектики в архитектуре небоскребов, собравшей стили всех эпох. Прежде всего торжествовало классическое направление, которое основывалось на примерах из эпох ренессанса и классициз­ма — от Брунеллески до Палладио.

Характерным сооружением в стиле эпохи возрождения является бродвейский «Чем-берс-билдинг» в Нью-Йорке. Классическая трехчленность сказывается здесь особенно остро и поддержана цветовой сменой трех материалов: в обоих нижних этажах и пере­ходах между этажами архитектурное оформление колонн из серого гранита; следую­щие 11 этажей — из темной кирпичной кладки; узкие окна соединены попарно, в остальном все просто, без украшений; завершающий верхний ярус — из керамики светлого оттенка, покрывающей еще один переходной этаж, усиленный зрительно богатой аркадой (наподобие Сансовино), простирающейся на два этажа, и также низкий чердачный этаж в виде фриза под консольным карнизом.

При критическом рассмотрении этой и похожей на нее архитектуры небоскребов следует уяснить, какие нужны были эмоции, какое требовалось господство классических строительных форм, чтобы можно было преодолеть трудности новых смелых начи­наний. Классическое членение фасадов на цоколь, пилястры, пилоны, арки, карнизы создает уравновешенный в зависимости от длины, ширины и высоты здания, одним взглядом обозримый, архитектурный объем. Перспективная и масштабная, забот­ливо выполненная архитектура фасадов бродвейского «Чемберс-билдинг» вряд ли была понята; не случайно на старых фото эти первые башни Манхеттена всегда сняты с соседних высотных домов.

Гордая стройность подлинной архитек­туры ренессанса с ее симметрией и гармо­нией пропорций, была еще ощутимой и до некоторой степени оправданной, пока дома-башни не превышали 20 этажей и стояли в одиночку; но она была гротескно искажена, когда их высота возросла вдвое и более, и они все больше подавляли окру­жающее. Лучшие архитекторы знали об этой проблеме и искали решений, чтобы быть к ней готовыми. Уже раньше была сделана попытка отказаться от формы зам­кнутой призматической башни и располо­жить объем высотного дома уступами примерно так, чтобы центральный ризалит здания сильно возвышался и тем самым узаконил свое стремление вверх, как, например, силуэт кампаниллы Сан-Марко в Венеции, в то время как боковые крылья достигали только половины высоты цент­ральной части.

Вполне логично, что за классической волной эклектизма небоскребов последова­ла средневеково-романтическая волна. Сильный импульс в этом направлении дало выстроенное в 1913 г. архитектором Кассом Жильбером 52-этажное здание «Вульворт-билдинг». В этом здании башнеобразная средняя часть удвоенной высоты вырастает из относительно приземистого строитель­ного объема, но зрительно вся совокупность не распадается на три части, а объединяется в одно целое посредством идущего насквозь вертикального членения.

Готический стиль для небоскребов более подходит, чем классический; во-первых, в готической архитектуре есть характер каркасного здания, тенденция к развитию вверх; во-вторых, членение стен ступенчаты­ми или собранными в пучки колоннами, характерное для позднего средневековья, открывает возможность поставить в ряд и связать между собой без нарушения масштаба и конструктивной логики различ­ные по высоте несущие элементы или эле­менты, одинаковые по высоте, но различные в поперечном сечении,— имеются в виду боковые и средние колонны пятинефного собора или усиленные колонны в месте пересечения нефов или под башнями. Профилированные колонны, из которых впоследствии развились пучковые колонны и колонны с отделкой валиками по ребрам, являются важнейшим структурным элемен­том средневековых религиозных помеще­ний. Все это применялось в США как выразительное средство на фасадах высот­ных зданий. Это не следовало бы ставить в вину архитекторам как осквернение святыни — еще древние римляне переноси­ли порядок расположения колонн и балок с наружных фасадов греческих храмов на внутренние стены своих огромных сводчатых сооружений, где они, строго говоря, под­ходили еще меньше.

Во всяком случае формами колонн на«Вульворт-билдинг» Жильберу удалось отчетливо выразить различное назначение несущих элементов в ступенчатой структуре здания и тем самым оживить фасады рит­мичным расположением его фрагментов — он добился этого исходя из ретроспектив­ной точки зрения получить функциональное в своей основе решение, как Салливен со своими авангардистскими новшествами. Профилированные колонны сами по себе не производят впечатления архаичных в противоположность, например, вертикаль­ному членению на «Фишер-билдинг» в Чикаго. Готические украшения, стрельча­тые своды, остроконечные колонны и т. д. концентрировались на верхней завершаю­щей части здания, на горизонтальных опоясывающих карнизах и прежде всего на шлемообразной башне, которая является более убедительным завершением, придает более яркое звучание всей композиции, чем при горизонтальном фронтоне на такой высоте.

Появление «Вульворт-билдинг» возвести­ло о кризисе эклектической, или, как ее называют в XX столетии, традиционной архитектуры небоскребов. Современная несущая структура видна здесь так отчет­ливо, что историческое обрамление дей­ствует не более как тонкий налет, как ажурная прозрачная одежда. Сходное раз­витие можно отметить в лучших традицион­ных европейских сооружениях в годы до *л* после первой мировой войны, например, стокгольмская ратуша или жилые дома архитекторов Шоу и Войси в Англии.

Концом первой фазы строительства американских деловых высотных домов, которую определяло увлечение историз­мом, можно, пожалуй, назвать возведение чикагского «Трибюн Тауэр»—сооружения, которое само по себе не привлекало бы такого большого внимания, если бы оно не получило первую премию из 263 проек­тов на международном конкурсе, который относится к выдающимся событиям истории строительства нашего столетия.

Получивший первую премию проект нью-йоркских архитекторов Дж. М. Хауэлса и Р. М. Худа выполнен с помощью тех же средств, что и проект «Вульворт-билдинг». Как завершенная архитектоническая ком­позиция он завоевал приз среди американ­ских работ, выполненных в стиле умеренно­го эклектизма. «Трибюн Тауэр» имеет в 2 раза меньшую высоту, чем Вульворт-билдинг», и квадратный план. Колонны тоже сильно расчленены по ширине, главная колонна отступает от угла, чем подготавли­вается переход к вышерасположенному восьмиугольнику башенной надстройки, уменьшенной в плане. Главные колонны как бы прорастают сквозь блок здания. На верхних концах колонн расположены мощные арки, обрамляя все строение. Остов высотного здания полностью лишен украшений и поднимается со своими вер­тикальными членениями из двухэтажного гладкого цоколя; орнаментика ограничи­вается переходной зоной и башней, а также арками, которые при ближайшем рассмот­рении оказываются не стрельчатыми, а сегментообразными, приближающимися к полуциркульным.

Проект Элиэля Сааринена, удостоенный второй премии, без сомнения уступает проекту Хауэлса и Худа как по архитекто­нике, так и по замыслу. Вертикальное членение с помощью колонн и лопаток и строгая плоскость средней части были сходны с осуществленным проектом. Три отдельные друг от друга части, имеющие горизонтальное членение, подняты и сильно сдвинуты назад; завершение башни органич­но вырастает из массива сооружения. Ор­наментика не содержит в себе готических пережитков, скорее она тяготеет к модерну, окрашенному северной мистикой. Если бы здание по этому проекту было построено, оно стало бы главной достопримечатель­ностью Чикаго, столь богатого памятниками модерна.

Известный, часто публикуемый проект Вальтера Гропиуса должен был произвести ошеломляющее и шокирующее впечатле­ние на членов жюри чикагского конкурса и на современников. Из строго призмати­ческого корпуса высотного здания вырастала башнеобразно в высоту узкая прямоуголь­ная призма, отодвинутая назад и в сторону. Весь строительный объем обрамлен решет­чатым каркасом с типично чикагскими окнами. Лишь на флангах башенной части встречается незначительная аномалия: два узких стержня и замкнутых отсека, которые имели очевидную цель усилить вертикальность линий башни и связать ее с нижней частью строения. Все это является определенным поворотом к строгим, в сегодняшнем понимании передовым, реше­ниям чикагской школы; утверждение Гидио-на, что Гропиус не знал ранних каркасных сооружений Чикаго, кажется совершенно невероятным. С другой стороны, здесь очень четко выявился тот тип современного каркасного строительства, который в 50-х годах распространился под названием «решетчатого строительства» и был особен­но поддержан в ФРГ, но вскоре оказался как бы в тупике. Проект «Трибюн Тауэр» Гропиуса при всей своей смелости кажется нам, так же как его современникам, не­много устаревшим, но он волнует в боль­шей степени, чем награжденные проекты. Этому впечатлению значительно способ­ствует одна деталь, которая должна была уже 20 лет назад казаться слишком модной, быстро проходящей: углубленные лоджии и сильно выступающие толстые балконные плиты, которые на различных высотах огибали углы подобно поясам или обручам; они должны были придать зыбкому на вид корпусу здания при его общей гармонич­ности пропорций зрительную устойчивость и более энергичное впечатление; они внесли в чикагскую систему каркаса струю увлечения горизонтальностью членений.

В целом из изучения конкурсных проек­тов создавалось впечатление, что внешний облик высотных домов со стальным карка­сом не мог быть решен одним гениальным архитектором в могучем творческом поры­ве; для этого требовались опыт и усилия нескольких десятилетий. Американские проекты показывают ясное понимание сущности архитектонической проблемы и высокую надежность решений; курьезные промахи можно найти среди европейских работ, присланных на конкурс. Знаменитый проект Адольфа Лооса, который представил небоскреб в виде огромной смоделирован­ной дорической колонны, в каннелюрах которой карабкались вверх на высоту 30 этажей окна, можно понять как карикатуру на умирающий эклектизм. В те же годы Ле Корбюзье опубликовал свое полемичес­кое произведение «Об архитектуре» («Vers une architecture»), рассчитанное на то, чтобы нанести смертельный удар эклек­тизму.

Вторая эпоха американских небоскребов относится к периоду с 1920 г. до второй мировой войны. Она началась с огромного подъема строительной активности, про­должавшегося до экономического кризиса 1929 г. Этот период характеризуется новы­ми рекордами высоты — «Крейслер-бил-динг» (320 м), «Эмпайр Стейт билдиж» (380 м), но прежде всего отчетливой переменой в архитектоническом понимании каркасного способа строительства. Декора­тивные формы историзма, орнаментальные украшения завершающих или переходных частей встречаются все реже и, наконец, совсем отживают. Традиционные расчленен­ные элементы уступают место системе выступающих фасадных плоскостей, верти­кальному и горизонтальному членению, которые делает зримой несущую систему и металлический каркас и ощутимым пластический строй корпуса здания. Идеаль­ную картину высотного делового дома представляет изолированная самостоятель­ная башня с фронтально или центрально симметричным ступенчатым расположе­нием; широко применяются прямоугольная форма плана и свободная асимметричная группировка. Такой облик здания соответ­ствует требованиям и положениям новых нормативных материалов, изданных в Нью-Йорке в 1916 г.

Характерным решением отличается выстроенное в 1931 г. высотное здание газеты «Дейли Ньюс» в Нью-Йорке. Верти­кальные полосы, подчеркнутые светлой окраской, устремляются ввысь не имея завершения, вертикальность проявляется более четко благодаря ступенчатости этажей, винтообразно обвивающих корпус здания, в силу чего получается привлека­тельное смещение здания в перспективе. Трудно представить, что авторами этого сооружения были те же архитекторы, которые создали чикагский «Трибюн Тауэр». Вертикальное членение здания «Дейли Ньюс» теряет свою убедительность и получает оттенок графического схематиз­ма, если его сравнить со зданием издатель­ства «Мак Гроу Хилл», построенным годом позже Худом и Хауэлсом: здесь точно так же в рельефе выделяются горизонтали, под­черкнутые с помощью светлой керамичес­кой облицовки, вертикали основных и второстепенных колонн и косяки окон, объединенные темной краской, что как бы углубляет их. В здании «Дейли Ньюс» вертикали сделаны одинаковыми, что вскрывает их структурный недостаток — нагрузку несет только каждая третья колонна.

Филадельфийское здание Центральной сберегательной кассы, построенное в 1932 г. Г. Хоу и В. Лескейзом, выдвинулось как чуждое, противоречащее принципам второй эры небоскребов. Корпус высотного здания с вертикалями, сильно выступающи­ми на длинной стороне здания, и с парапет­ной полосой, обведенной вокруг свободной выступающей лобовой стороны, совершенно отчетливо демонстрирует несущую структу­ру каркаса; последняя приблизительно сходна со зданием стального треста («Ин-лэнд Стил билдинг») в Чикаго, построенным в 1957 г. Различие состоит лишь в том, что в филадельфийском здании структурные элементы фасада облицованы не металлом, а камнем. Эта постройка имела и другие слабые места: узкий пилон, выступающий на лобовой стороне, переходит в сильно выступающую нижнюю часть сооружения с угловой округлостью, которую повторяет остекление промежуточного этажа,— все это очень напоминает увлечение горизонтальностью, свойственное берлинской , школе 30-х годов. I

Строительным сооружением, достойным лучших архитектурных образцов эпохи и переросшим их, явился комплекс «Рок­феллер-центр» в Нью-Йорке, который был начат в 1931 г. и создавался группой архи­текторов во главе с Р. М. Худом. Его воз­ведение затянулось до второй мировой войны. «Рокфеллер-центр» запланирован как центр отдыха, связи и торговли, как пресс-центр, как комплекс с систематизи­рованной застройкой, и хотя в этом на­правлении позднее были еще попытки таких разработок, например нью-йоркский ком­плекс ООН или «Линкольн-центр», они даже примерно не достигли такого уровня. Вся группа «Рокфеллер-центр» состоит из 15 зданий: над рядом низких домов по Пятой авеню возвышается несколько высотных домов вокруг среднего высотного здания радиокомпании RCA. Здания размещены таким образом, чтобы падающие тени возможно меньше мешали и чтобы создава­лось возможно большее количество при­влекательных ракурсов и сочетаний разных объектов.

70-этажное возвышающееся над всем комплексом здание «Радио-Сити» фасадной стороной обращено к небольшой площади, летом представляющей цветочную клумбу, а зимой используемой под каток. План здания имеет хорошую планировку; исполь­зование помещений и их освещение согласо­ваны с рациональной статической системой. Расположение корпуса здания уступами по высоте также обусловлено функционально; выступающие части плана вырезаны ступеня­ми. В соответствии с требованием нормаль­ной глубины помещения расстояние между несущими колоннами принято примерно 8,1 м, они отчетливо угадываются снаружи в равномерном чередовании двух узких и одного широкого вертикального элемен­тов; эти вертикали лежат в одной плоскости и выступают только по отношению к подо­конным панелям, образуя слабый рельеф.

Такое чередование элементов повторяет­ся во всех строениях «Рокфеллер-центр»; иногда оно несколько изменяется, появляясь то в упрощенном, то в сконцентрированном виде; в более низких строениях и в нижних частях здания все колонны одинаковой ширины и лежат в одной плоскости с подоконными панелями. Контраст представ­ляет сплошная глухая наружная плоскость большого мюзик-холла, который присоеди­нен сзади к блоку здания RCA. Здесь ярко проявляется строго подобранное единство материалов — шлифованный серо-зеленый песчаник, содействующее гармонии всего ансамбля. Вертикальное членение не имеет монументального пафоса, оно носит отпе­чаток романтизма и производит празднич­ное впечатление гармонической силы правильно поставленного современного каркас­ного строения. В этом сооружении впервые осуществлено единство функционального назначения, современной стальной кон­струкции и продуманной формы.

*«Решетчатое строительство» {1940—1955 гг.)*

После второй мировой войны принцип каркасного строительства быстро получил всеобщее признание во всех европейских странах. Он стал применяться не только при сооружении административных высотных зданий и промышленных зданий, но и при строительстве школ, больниц и т. д. Моно­литный способ строительства был оттеснен в область жилищного строительства, но и там не остался неоспоримым. Такое разви­тие обусловлено не только поактической потребностью, но и идейными соображе­ниями; понятно, что немецкие архитекторы после крушения фашистской диктатуры были ^ воодушевлены прогрессивными идеями «Баухауза» и стремились к тому, чтобы сделать достижения этой школы широко доступными. Но они не имели опыта работы с новыми конструкциями; в связи с многократными нарушениями требований строительной техники и строительной физи­ки они скомпрометировали «новое стро­ительство». В формальном, ложно понятом применении современных конструктивных элементов даже неспециалистам вскоре стало очевидным широко распространен­ное легкомыслие. Эта критическая оценка относится прежде всего к решетчатому строительству, которое в течение многих лет применялось в ФРГ с удивительным упорством.

Под решетчатым строительством в узком смысле следует понимать строительство каркасных сооружений, фасад которых состоит из равномерной решетки, или сетки, с выступающими одинаковыми вер­тикальными и горизонтальными элементами членения фасада; утопленные окна и подоконные стеновые панели играют во внешнем облике зданий второстепенную роль. Расстояние между вертикалями составляет, как правило, от 1,6 до 1,8 м и делает возможной градацию ширины помещений, кратной расстоянию между осями. При этом зрительно нельзя устано­вить, где главные и где второстепенные колонны и как распределяется нагрузка от перекрытий между колоннами; это можно выяснить только по колоннам, рас­положенным в подвале здания, где до фундамента доходит лишь каждая вторая или третья колонна фасадной решетки. Эта решетка либо опоясывает весь корпус здания, либо заканчивается на одном из глухих простенков, выступающих перед фасадной стороной.

Прототип этого вида каркасного строи­тельства— созданный в 1938 г. X. Сальви-сбергом Белильный двор в Цюрихе. В 40-х годах был построен ряд деловых домов, расположенных поблизости и имевших такое единообразие фасадных структур, что пытались говорить по аналогии с чикагской школой о «цюрихской школе». Этот пример немецкие архитекторы с воодушев­лением приняли за основу, когда около 1950 г. вновь ожила строительная актив­ность. Автор вспоминает первую после войны поездку в Цюрих группы мюнхенских архитекторов и реакцию польщенных и смущенных швейцарских коллег, с которой они отклоняли комплименты по адресу нового торгового квартала, заверяя, что решетчатый каркас никоим образом не является швейцарской выдумкой, и приво­дя ранние и лучшие примеры аналогичного строительства в Финляндии и в других странах.

Действительно, решетчатые фасады стали применять в Скандинавии и Италии еще раньше или одновременно с ФРГ. Зародыш, из которого выросли эти решения, можно ясно увидеть в «Блейхерхофе» — синтезе зданий «Колумбус-хауз» в Берлине,

Архитектор Сальвисберг успешно рабо­тал в Берлине в 20-х годах, он был хорошо знаком с идеями консервативных и про­грессивных немецких архитекторов, связан­ными с поисками новых выразительных форм каркасных строений; он знал также другой тип фасада, в котором несущий каркас был скрыт за сплошной облицовкой плитами из натурального камня — «Цеппе­лин-отель» в Штутгарте, административное здание фирмы «Хоффман-Ларош» в Базеле. Его Белильный двор представлял собой не только законченный компромисс между горизонтализмом и вертикализмом, но продемонстрировал также и благородство каменной облицовки.

Эта архитектура не нашла бы в свое время такого сильного отклика, не будь она в основе абсолютно классической с общепринятой точки зрения.

Здание «Каса дель Фаскио», запроекти­рованное в 1936 г. Терраньи и рассматри­вавшееся в свое время как грандиозный успех прогрессивной архитектуры, воспри­нимается сегодня едва ли менее «фашист­ским», чем работы архитекторов традици­онной школы — Пьяцентини, Муцио и др. В решетчатых фасадах вертикали не воспри­нимаются как несущие стойки, а горизон­тали— как балки и перемычки, но являются только повторением оконных обрамлений. Характер современного каркасного строе­ния здесь полностью отрицается, облик здания становится еще более напыщенным и более скучным, если его рамные кон­струкции закрыты глухими стеновыми полосами по периметру фасада.

Показательно, что схема Белильного двора не нашла последователей во Фран­ции, хотя и там, как и во всех странах в 30-е годы, стало заметным ярко выражен­ное неоклассическое течение. Французы оказались невосприимчивыми к этому виду компромиссной архитектуры, они еще в работах Перре имели образец культиви­руемой, логически убедительной связи современной строительной конструкции с традиционным фасадным членением.

Недостатки решетчатой схемы, убожест­во выразительных средств, недостаток пластических и графических качеств вскоре были осознаны архитекторами ФРГ 50-х годов, которые попытались с помощью дифференцирования горизонталей и верти­калей, чередования главных и второстепенных колонн, ритмизацией оконных перепле­тов или расположением колонн изжить монотонность. Не стоит критиковать эти отдельные эксперименты, так как вряд ли они смогли сделать какой-либо вклад, достойный сравнения с идеями, пролагаю-щими новые пути концепциям французских и немецких мастеров 20-х годов, или с лучшими американскими высотными дома­ми постройки 1930 г.; к тому же фаза развития решетчатого строительства озна­чает для стальных сооружений скорее регресс, чем выигрыш.

Приверженцы бетона сознательно ис­пользовали толчок строительной конъюнкту­ры для того, чтобы в дальнейшем отдать предпочтение этому материалу в каркасном строительстве и внушить архитекторам и расчетчикам, что простой и удобный в процессе возведения железобетонный каркас вполне может конкурировать со стальным каркасом благодаря высокой прочности бетона на сжатие.

Для этой ситуации доказательным явля­ется строительство высотного здания БАСФ в Людвигсхафене (1954 г.), где впервые железобетонный каркас перешагнул отметку 1 00 м и побил европейский рекорд в строительстве высотных домов по край­ней мере на несколько лет. С точки зрения архитектуры, это здание не представляет большого достижения. Его нельзя в никоей мере сравнить с высотным домом «Феникс-Рейнрор», запроектированным тем же коллективом архитекторов, домом, поло­жившим с 1960 г. в ФРГ начало новому направлению развития стальных конструкций и связи с международной архитектурой.

Среди наиболее значительных немецких решетчатых сооружений 50-х годов имеется несколько, в которых успешно был приме­нен стальной каркас. Строительство зданий акционерного общества «Континенталь Гуммиверк» в Ганновере архитектора Цинсера в 1952 г. привлекло междуна­родное внимание. Архитектор сумел избе­жать монотонности, присущей решетчатой схеме, дифференцированным формиро­ванием верхних завершающих частей зда­ний. По внешнему виду зданий нельзя уве­ренно определить, какой каркас в них применен — стальной или железобетонный.

Уже в середине 50-х годов стало весьма заметным все возрастающее пресыщение решетчатой схемой. Поиски архитекторов шли в двух направлениях: подчеркнуто структурной пластичной проработки фа­сада или моделирования всего строительно­го объема, например в административном здании главной фабрики красок с буме-рангообразным планом Г. Вебера. Этот способ планировки — веретенообразной, обтекаемой формы, шестиугольной в пла­не и т. д. — получил тогда распространение во многих странах: неосуществленный проект «Бэкбей-центр» в Бостоне архитекто­ра Гропиуса, высотный дом Пирелли в Милане, конкурс на проект высотного дома в Дюссельдорфе. Другим решением было возвращение к плоскостной сплошной облицовке фасадов, выполненной в боль­шинстве случаев в кирпичной или кера­мической кладке, как, например, в здании калийной фабрики со стальным каркасом в Ганновере, выстроенном в 1951 г. Ровная кирпичная облицовка позволяет видеть каркасную структуру лишь в стройности оконных стоек, обеспечивающей более сильное воздействие по сравнению с бес­покойной сеткой решетчатого фасада. Однако эти усилия не имели продол­жительного успеха. В конце 50-х годов проявилось тяготение к стилю «стена-экран» или навесной стены из стекла и металла, которая к тому времени завоевала приз­нание в США и начала проникать во все страны. Этот стиль нельзя безоговорочно считать импортируемым из США, он имеет и европейскую линию развития, в которой постепенно осуществлялся переход от обыч­ного заполнения несущего сетчатого кар­каса к фасаду-экрану. Решетка фасада была взломана и расширена, вертикальное членение несущих колонн ограничено. Расширяющиеся простенки, подоконные участки стен и окна заполнялись материала­ми, применяемыми в наружных стенах мно­гоэтажных зданий, — металлом и стеклом, деревом и стеклом или другими комбина­циями, как, например, уже в 1931 г. в «Ме­зон Кларте». Ле Корбюзье в 1932 г. зданием «Сите де Рефюж» в Париже предвосхитил будущее направление; вертикальные эле­менты отступили за фасад, от несущего кар­каса остались видными лишь полосы пере­крытий; фасадные элементы превращены в горизонтальные полосы. Все это было преддверием нового стиля с применением навесных стен, при котором несущий каркас полностью скрыт навесным фасадом. При­менение навесных стен означало новый пе­риод в развитии каркасного строительства. Однако навесная стена — не единственная возможность развития, она представляет со­бой только дальнейший шаг в расширении конструктивных и творческих возмож­ностей архитектуры.

Применение навесных стен в первое время означало только новшество, тогда как стальной каркас получил международ­ное признание. Первые полностью изго­товленные из металла фасады для много­этажного здания с железобетонным кар­касом были применены в Париже уже в 1949 г. председателем строительной феде­рации Жаном Пруве, гениальным конструк­тором, которому строительство с приме­нением стальных конструкций обязано многими важными предложениями и нов­шествами.

*Международная архитектура стальных конструкций. Навесные стены (1945—1960 гг.)*

Начало международной архитектуре зданий со стальными конструкциями было положено Людвигом Мис ван дер Роэ в Чикаго. Став в 1938 г. руководителем ар­хитектурного факультета Иллинойского технологического института, он разработал за время своей 20-летней преподаватель­ской деятельности план застройки тер­ритории института и осуществил наибо­лее важные части этого плана. Основу плана зданий составляла квадратная модульная сетка; ее организующее начало и основной шаг 7,2 м были закреплены в конструкции стального каркаса, которая своей темной окраской резко выделялась на фоне остек­ления и светлой кирпичной кладки глухих стеновых поверхностей.

Конструктивная система не была жестко регламентированной, в большинстве случаев несущие каркасы зданий соответствовали функциональным требованиям и изменяю­щемуся характеру строений: двух- и трех­этажных зданий, комбинированных учебных и зальных помещений, образующих боль­шие объемы. Каждая структурная деталь (решения углов, окон, узловых соединений) скрупулезно проработана и оформлена. Если бы Мис ван дер Роэ не выстроил ниче­го другого, кроме комплекса технологи­ческого института, то уже этим он вложил бы краеугольный камень в архитектуру и строительство городских сооружений на­шего столетия, в историю стальных каркас­ных зданий.

Влияние Мис ван дер Роэ на междуна­родную архитектуру значительно воз­росло после того, как им была развита новая структурная концепция для высотных домов. Архитектура небоскребов из ме­талла была значительно сложнее, чем ар­хитектура низких институтских зданий, так как задача огнезащитной облицовки не бы­ла решена. Может быть, это и послужило причиной того, что Мис ван дер Роэ в первом высотном жилом доме «Промон-тори» в Чикаго (1948 г.) решился на железо­бетонный вариант. Видимые железобетон­ные элементы здесь сокращены до тонких выступающих колонн в сочетании с широки­ми втопленными линиями подоконных элементов стен; уменьшение колонн короб­чатого сечения ступенями по высоте соот­ветствует снижению нагрузки.

Гораздо более сильное впечатление производил проект двух высотных жилых домов Мис ван дер Роэ на Лейк-Шор-Драйв в Чикаго (1949—1950 гг.). В плане оба зда­ния имеют классические пропорции (3:5), несущие колонны стального каркаса уста­новлены по квадратной сетке с шагом 6,4 м. Стальной каркас выявлен искусным приемом: колонны из широкополочных двутавров обетонированы до квадратного сечения, которое в свою очередь охвачено оцинкованными и сварЕННыми между собой стальными листами. Они не только образуют металлическую облицовку, но и дополнительно повышают жесткость сталь­ного каркаса и уменьшают колебания зда­ния при ветровой нагрузке. Торцы перекры­тий также обшиты стальными листами. Основная структура фасадной плоскости закрыта выступающей вперед системой вертикального членения с второстепенными колоннами, проходящими через все верхние этажи. Четыре второстепенные колонны приходятся на одну основную колонну; их интервал 1,6 м является модулем, опре­деляющим ширину окон и ритм простенков. Второстепенные колонны оставлены без огнезащитной оболочки, так как они не несут нагрузки и стоят за пределами фаса­да; они воспринимают только ветровое давление и служат для укрепления алюми­ниевых профилей, которые окаймляют глухое остекление.

Структурная логика системы легко воспринимается. В цокольном этаже остек­ление вестибюля несколько отступает назад, колонны, облицованные листовой сталью, выдаются вперед и вся несущая структура представляется объемной. В ниж­ней части фасада также отчетливо читается двутавровый профиль второстепенных колонн. Перспективная композиция при­дает зданию еще более величественное впечатление, хотя оно не имеет ни обычного деления на несколько зон, ни завершающе­го парапета. Корпус здания строго соответ­ствует его функциональному назначению. Размер окон и шаг второстепенных колонн соответствуют масштабам человека. Соотно­шение длины, ширины и высоты, как всегда у Мис ван дер Роэ, тщательно уравновешено так же, как и расположение корпусов под прямым углом друг к другу. Эта деталь дает богатый эффект: с какого бы места не рассматривалась группа зданий, всегда одна боковая плоскость выглядит укорочен­ной, так что выступающие двутавровые профили окон скрываются и сливаются в одну плоскость. При всей прозрачности решений каркасного строительства сохра­няется и телесность строительного объема.

Какое умственное напряжение, какая многолетняя интенсивная работа были необходимы для возникновения новой ар­хитектуры каркасных зданий в подлинном смысле этого слова!

Коротко рассмотрим, как Мис ван дер Роэ искал решение фасадов в своих более поздних высотных домах на озере Мичиган.

Уже опыт возведения первых зданий показал, что недостаточная точность установки второстепенных колонн на высо­ту более 20 этажей легко заметна на глаз и нарушает стройность фасада. Можно было бы устранить этот недостаток путем устрой­ства стыков во второстепенных колоннах в уровне перекрытий, выделяя эти стыки листовыми прокладками в каждом этаже и прерывая таким образом сплошную линию колонн. Смещения колонн при таком реше­нии были бы едва заметны. Кроме того, на фасадах получалась переменная ширина окон, так как каждая четвертая или пятая колонна фасада совпадала с основной, более широкой стальной колонной; поэтому про­стенок с обеих сторон несущей колонны должен быть уже чем простенки между средними окнами фасада. В жилых комп­лексах «Комонуэлс променад апартментс» и «Эспланад апартментс» постройки 1953 — 1956 гг. Мис ван дер Роэ сохранил строгую рядность двутавровых фасадных стоек, но сделал все окна одинаково широ­кими, установив несущие конструкции на расстоянии примерно 30 см позади фаса­да и проведя в образовавшемся проме­жутке обогревающие трубопроводы. Усо­вершенствованная Мис ван дер Роэ система стального фасада скрывала и железобетон­ные несущие конструкции.

Навесная стена представляет собой легкую стеновую конструкцию, укреплен­ную перед несущим каркасом и состоящую из заранее заготовленных, унифицирован­ных элементов высотой в один этаж или более, которые выполняют все функции наружного ограждения. Преимущества этой системы очевидны: выигрыш в объеме помещения, уменьшение веса здания, уско­рение и рационализация строительного процесса и не в последнюю очередь парад­ность и блеск, который исходит от стекла и металла, создавая впечатление современ­ного решения фасадов. Закономерность и высокая архитектоничность металличес­ких фасадов Мис ван дер Роэ служат если не образцом, то мерилом для лучших ре­шений высотных зданий.

Однако жилые дома на Лейк-Шор-Драйв и комплекса «Комонуэлс» представ­ляют с конструктивной точки зрения лишь небольшой шаг в развитии идеи навесных стен. В США, так же как и в Европе, при­менение навесных стен имело свои этапы развития. Можно было бы назвать различ­ные переходные стадии, например плоский фасад из алюминия и стекла с хорошими пропорциями «Эквитейбл-билдинг» в Портленде (штат Орегон) (архит. П. Бел-луши, 1948 г.).

Американскими высотными домами, с которых началась эра применения навес­ных стен, были «Алкоа-билдинг» в Пит-тсбурге архитекторов Гаррисона и Абрамо-вица и «Левер-хауз» в Нью-Йорке архитек­торов Скидмора, Оуингса и Мерилла. Оба здания выстроены примерно одновремен­но вскоре после зданий на Лейк-Шор-Драйв. В конструкции стального каркаса высотного дома «Алкоа» впервые применены ме­таллические крупные панели перекрытий и, таким образом, создана чисто металличес­кая конструкция здания. фасад здания «Алкоа» представляет со­бой прототип панельного способа строитель­ства: в нем применены панели высотой в один этаж из алюминиевого листа, имеюще­го для жесткости по краям профилиро­ванную окантовку, которая одновременно служит для соединения элементов друг с другом и для прикрепления их к металли­ческому каркасу. Плоскость панели разделе­на на два поля, каждому из которых прида­на дополнительная жесткость выштампов-кой плоской пирамиды, сопоставимой с ис­торическим «алмазным рустом» облицовок из натурального камня с той лишь разницей, что грани здесь значительно больше и имеют вогнутую форму вместо выпуклой. В верхней половине фасадного элемента проходит тисненая грань над поворотными окнами в профилированном обрамлении, причем окна открываются пневматически только для очистки. Идея навесных стен здесь еще не завершена; во-первых, не все поле несуще­го каркаса заполнено унифицированными элементами, перед колоннами вставлены дополнительные элементы в виде отдельных узких полос; во-вторых, за лицевыми пане­лями устроены дополнительные огнезащит­ные стены путем нанесения торкретировани­ем на металлическую сетку легкого бетона. Но все-таки в здании «Алкоа» впервые при­менены навесные стены.

С технической стороны способ строи­тельства из алюминиевых панелей является вполне удачным способом: он сравни­тельно прост и экономичен, лишен сложной проблемы заделки швов, упругая окантовка из листового металла выравнивает темпера­турные колебания и неточности размеров.

В последующих строениях в США скоро выяснилось, что удобный способ придавать нужную форму листам алюминия привел к формалистическому приему, который низво­дил фасады небоскребов до незначитель­ности парфюмерной упаковки. С «Алкоа-билдинг» уже началась оппозиция против строгих форм — та декоративно-фольк­лорная модная волна, которую последова­тели Мис ван дер Роз назвали «развлека­тельной архитектурой».

В «Левер-билдинг» в Нью-Йорке появился впервые другой тип навесной стены — «рееч­ный способ строительства». Фасадные метал­лические детали уменьшены до изящной сетки из реек; в остальном же весь фасад состоит из стекла. Такая элегантная конст­рукция стала возможной потому, что в этом решении кладка из шлаковых камней и стек­лянных блоков выполняла одновременно теплозащитные и огнезащитные функции. Колонны несущего каркаса поставлены так далеко позади стекла, что днем они едва видны. Ночью, когда мелко расчлененный, стремящийся ввысь корпус из стекла как по мановению волшебной палочки превра­щается в сочетание световых полос — несу­щая структура становится прозрачной. В конструктивной проработке, в структурной четкости «Левер-билдинг» несколько уступает жилым домам Мис ван дер Роэ в Чикаго, что же касается архитектонического качества, то сам Мис ван дер Роэ предложил для сравнения построенный им в 1955— 1957 гг. «Сигрэм-билдинг» в Нью-Йорке.

Этот небоскреб очень ценится как знаме­нитейшее сооружение Мис ван дер Роэ, более совершенное, чем здания на Лейк-Шор-Драйв. Высота здания почти удвоена, верти­кальность усилена с помощью узких рядов двутавровых второстепенных стоек. Особый оттенок благородства сооружение получает благодаря тому, что в трех верхних этажах отсутствует остекление, и второстепенные стойки выступают перед сплошной метал­лической поверхностью, которая производит впечатление венчающей диадемы. Отличие здания «Сигрэм» становится особенно за­метным благодаря осесимметричному при­земистому зданию, расположенному перед высотной частью, — неслыханное расточи­тельство площади для Нью-Йорка — и, ко­нечно, благодаря знаменитому бронзирован­ному фасаду.

В здании «Левер-билдинг» фасад тоже выполнен из благородного материала — все реечное покрытие из нержавеющей стали. В основании его также расположено боль­шое приземистое здание, но оно не выд­винуто вперед к улице, а находится под высотной частью, которая как бы оторвана от него и стоит на открытых колоннах. Приземистый корпус вдвинут под высоко­стоящий высотный корпус, который кажется парящим в воздухе. «Левер-билдинг» имеет скромный вид, который вполне отвечает назначению здания, рассчитанного на 25 лет эксплуатации.

«Левер-билдинг» и «Сигрэм-билдинг» обязаны в значительной мере своим сверкаю­щим первоначальным впечатлением конт­расту с низкой окружающей застройкой того времени. Уже через пять лет оба этих здания терялись среди ряда новых, вырос­ших вдоль Пятой авеню, зданий из металла и стекла. Устройство навесных стен было все еще трудоемким методом строительства, который требовал высокой степени совершен­ства в пропорциях, рельефе и материале и предоставлял относительно ограниченные выразительные возможности.

Американские архитекторы успешно комбинировали и совершенствовали элемен­ты каркасного и панельного способов строи­тельства, а также реечную систему Мис ван дер Роэ. Так, например, в «Левер-билдинг» применение каркасного заполнения стен привело к невыразительному однообразному рисунку вертикальных и горизонтальных элементов. Опытный архитектор должен был уже при одной мысли о стекающей воде почувствовать несовершенство выступающих горизонтальных уступов. В очень элегантной навесной стене здания главного управления компании «Пепси Кола» в Нью-Йорке пред­ставлена удачная комбинация сетчатого фа­сада Мис ван дер Роэ с гладкими подоконны­ми плитами из алюминия. Привлекателен также изысканный фасад Федерального бан­ка в Сан-Франциско с подчеркнутыми вер­тикалями из нержавеющей стали, ритми­ческим рядом оконных импостов, имеющих повторяющийся через этаж рисунок, что создает тонкую диагональную структуру.

Когда навесная стена около 1955 г. проникла в Европу и быстро распространи­лась в ней, она уже не имела прежних тех­нических недостатков и была конструктив­но улучшена и обогащена различными ком­бинациями материалов и профилей. Вот только некоторые, произвольно отобранные примеры: отличный панельный способ строительства, предложенный Жаном Пруве совместно с фирмой «Штудал и Ц.И.Т.М.» в Париже, со стеновыми элементами высотой в один этаж, встроенным глухим остеклени­ем и вертикально или горизонтально раздвижными створками. Внутренний и наруж­ный слои панелей из алюминиевых листов с деревянным обрамлением; жесткость стено­вых панелей обеспечена с помощью распо­ложенных между листами рам из стального профиля, которые одновременно служат для соединения панелей; пространство меж­ду связями заполнено пенистым теплоизо­ляционным материалом. Система членений фасада здания главного управления фирмы «Пепси Кола» — вертикальные стержни с гладкими подоконными вставками — была соединена с помощью горизонтальных стер­жней с каменной кладкой. В торговом доме Хортена в Дюссельдорфе эта система проявилась уже как настоящая навесная стена; то же мы видим в конторских зданиях фир­мы «Декель и Осрам» в Мюнхене .

Развитие навесных стен не способство­вало распространению в Европе метал­лических конструкций. Навесные стены сочетались и с железобетонным каркасом, который в Европе преобладал. Этому содей­ствовала сложившаяся практика ставить не­сущие колонны позади фасада, чтобы сде­лать его прозрачным и полностью незави­симым от каркаса. Так, например, в здании ратуши А. Якобсена висячая стена подвеше­на к консольным плитам железобетонных перекрытий. Так же устроен несущий каркас коммерческого банка в Дюссельдорфе с той лишь разницей, что железобетонные консоли выступают наружу в открытый цокольный этаж. В обоих зданиях ветро­вые усилия передаются на массивные ядра жесткости лестничных клеток.

Желание совместить прозрачность и точность навесных фасадов из стекла и ме­талла с каркасными конструкциями было ос­ложнено необходимостью выбора материала для каркаса. Поучительно сравнение двух огромных сооружений, в которых была сдела­на попытка освободить продольный фасад от присоединения к каркасу, что делалось также с целью свободной планировки поме­щений и выявления несущих конструкций.

В высотном доме Пирелли в Милане, пост­роенном в 1955—1957 гг, Гио Понти при участии П. Л. Нерви, перекрытия в сред­ней части веретенообразного, заостренного по концам плана имели необычный пролет 20 м; для обеспечения жесткости были использованы предварительно-напряженные железобетонные рамные конструкции. Мас­сивные поперечные стеновые диски сильно сужены вверху и разделены внизу на две несущие опоры, вырисовываясь на фасаде, и даже специалисты не сразу различают • этом облике несущую систему.

Административное здание «Кэсс Сант-рал д'Алокасьон Фамильял» в Париже, по­строенное в 1955—1958 гг. архитекторами Лопецом и Реби и инженером Паско, имеет стальной каркас в виде многоэтажных рам, у которых мощные ригели пролетом 9 м имеют на концах консоли по 5,5 м; крайние ригели вынесены на торцовые фасады. Навес­ная стена продольной стороны подвешена к верхнему ряду консолей и последовательно проходит мимо всех перекрытий . Чередование высоких подоконных полос с заполнением из полистирола и узких окон­ных лент, которые, обегая здание кругом, объединяют его в одно целое, и синкопически смещенные стержневые элементы придают фасаду особую ритмическую привлекатель­ность и контрастный эффект как днем, так и ночью.

Во Франции и в Бельгии имеется ряд вы­дающихся решений, в которых фасады четко расчленены с помощью наружных колонн, которые вырисовываются в под­весной стене, как, например, в выстроенном в Париже 1958 г. архитекторами Бал-ладуром и Лёбейлем и очень умело вписан­ном в узкий участок земли административ­ном здании «Кэсс Сантрал де Реассюранс». Расчленение фасада достигалось также бла­годаря выступающим наружу полкам внеш­них колонн, как, например, *в* 14 этажах, поднявшихся выше нижней железобетонной части здания социального страхования в Брюсселе, 1956 г. (архит. X. ван Куик). В заключение можно сослаться на два здания в Дюссельдорфе, как на выдающиеся достижения эры навесных стен — здание фирмы «Маннесман» архитекторов Шнай-дер-Эслебена и Кнотхе и инженера Левенто-на, а также здание управления фирмы «Феникс-Рейнрор» архитекторов Хентриха и Петчнига — оба начаты в 1957 г. Среди архитекторов долгое время не было единого мнения, какому зданию отдать предпочтение. Многие склонялись к тому, чтобы дать пре­мию зданию «Маннесман».

Завершенность деталей, гармоничность структуры фасада, несущей системы и внутренней обстановки, эффект узких, высо-ковзмывающихся башен на рейнском берегу перед широко раскинувшейся массой старых административных зданий — все это создает прекрасное впечатление. Особен­ность здания также состоит в том, что в нем применен традиционный принцип трехчлен­ного деления, особенно ярко подчеркнутый цилиндрическими наружными колоннами нижнего этажа. Благородное впечатление еще усиливается строгой замкнутостью пла­нов, изоляцией строительных корпусов, обусловленной узким земельным участком и противопожарными разрывами от сущест­вующих сооружений. Элегантные навесные фасады из алюминиевых профилей, стекла и эмалированных стальных листов огибают здание кругом; колонны из круглых труб, спрятанные за фасадом, соединены на шарнирах, ветровые нагрузки передаются на массивное ядро жесткости, которое, лишь немного отступая от продольного фасада, стесняет и без того узкий план здания.

«Феникс-Рейнрор», называемый теперь «Тиссен-хауз», выигрывает благодаря свободному размещению на большом прост­ранстве на окраине городского парка. Груп­пировкой из трех вытянутых в длину, раз­личных по высоте плоских корпусов архи­текторы показали блестящий пример «откры­тых форм»: корпус высотного здания, ожив­ленный ступенчатостью в плане и на разре­зах, повторяет проектный замысел, который был на 25 лет раньше с успехом воплощен в центральном здании RCA в Нью-Йорке. Здесь он доведен до логического завершения Так же как и в «Маннесман-хауз», труб­чатые колонны расположены позади фасада, но они стоят на больших расстояниях и в зависимости от конкретных условий иногда попадают в середину окон. Гибкая плани­ровка помещений благодаря этому предель­но упрощена. Ветровые нагрузки не воспри­нимаются массивным ядром жесткости, а пе­редаются через ветровые связи на торцовые плоскости корпусов . Статические функции лишенного окон торца здания подчеркнуты переменой материала — вместо алюминия применена облицовка из нержа­веющей стали.

Весь замысел проекта благодаря интен­сивной совместной работе архитекторов и инженеров — расчет, проблемы верти­кального транспорта, развитие помещений и их планировка, направленность освещения, оборудование и коммуникации и т. д. — во­плотился в объединенной, геометрически замкнутой, легко запоминающейся централь­но-симметричной форме, «красивом» плане. Этот план представляет собой образец, по которому можно судить, что задача настоя­щих архитекторов не исчерпывается лишь тем, чтобы навесить на какую-либо конст­рукцию красивый фасад.

*Выносные стальные каркасы*

В целом международная архитектура представляла после 1950 г. пеструю за­путанную картину, демонстрируя чрез­вычайное расширение творческих и тех­нических возможностей, крутые перемены, резкие столкновения между противополож­ными точками зрения и тенденциями в образовании новых архитектурных форм. Возможность составить достоверное мне­ние в этом обилии новых идей, условностей и масштабов и удержаться на уровне современной строительной техники для практикующих архитекторов скорее ос­ложнилась, чем облегчилась, активным выпуском специальной литературы и растущим влиянием, которое приобретали теоретические умозаключения и полеми­ческие дискуссии.

Для лихорадочного архитектурного оживления характерен тот факт, что даже смелейшие проекты передовых архитектур­ных бюро, например конструкция оболочки здания аэропорта, разработанная Саарине-ном, имеющая вид воздушного змея, или сложная, полная пластичности конструкция фасада из готовых элементов брюссельского «Ламберт-банка» (проектное бюро СОМ), были опубликованы в виде моделей, вы­полненных настолько реально, что они казались снимками с натуры. Теория ар­хитектуры сделала решительный поворот при появлении понятия «брутализм». Этот термин был введен Р. Банхемом, назвавшим так свою книгу, хотя фактически в архи­тектуре никаких симптомов такого течения в то время не наблюдалось.

В нашу задачу не входит давать опре­деления и критиковать строительно-эстетические и историко-эстетические понятия, ставить прогнозы относительно будущей архитектуры. Мы ограничимся нашей собственной темой — конструкция­ми стальных каркасов многоэтажных зда­ний, которые за последние 15—20 лет, бесспорно, достигли больших успехов в своем развитии; строительство с приме­нением стальных конструкций безостано­вочно росло, несмотря на обострявшуюся конкуренцию; тенденция узаконить види­мый несущий каркас привела к новым формам архитектуры металлического строительства. Эти стремления стимули­ровали основательную разработку и развитие новых решений проблем огне­защиты и предохранения от ржавчины, вопросов строительной физики, новых несущих систем.

Начать мы хотели бы с более старогосооружения, которое создало хорошую подготовку для настоящего и будущего стальных конструкций, которое включено в историю строительства как пример «брутализма». Это — средняя школа в Ханстэнтоне (Англия), запроектированная архитекторами Алисоном и,Петером Смит-сонами в 1949 г., т.е. вскоре после строи­тельства двух наиболее значительных сооружений послевоенного времени — жилого комплекса в Марселе (архит. Ле Корбюзье, 1948—1954 гг.) и первого институтского здания Мис ван дер Роэ в Чикаго. Здание школы в Ханстэнтоне как бы занимает промежуточное положение между бетонным массивом в Марселе и стальной архитектурой Иллинойского тех­нологического института. Симметрия, прямоугольность и замкнутость корпуса здания, последовательность, с которой стальной каркас отделяется от плоскости стекла и от клинкерной кладки, — все это явное возвращение к эпохе Мис ван дер Роэ, но детальная обработка стальных конструкций здесь свободна от строгой геометричности; несущие и вспомогатель­ные конструкции открыты; проводки, тру­бы, каналы и решетки оборудования, сбор­ные железобетонные элементы перекрытий сильно упрощены, если не сказать грубо­ваты, но в основе функционально правильны.

Строительство этого здания позволило Англии вновь занять ведущее место в международной архитектуре, как и в XIX столетии. Англичане нашли выход из дилеммы — пуритански-чистая статика, с одной стороны, и экспрессивная дина­мика, с другой, благодаря своим нацио­нальным особенностям — отрицанию до­ктринерской систематики, склонности к эксцентричным решениям.

Открытый стальной каркас, применен­ный как архитектоническое средство в комплексе Иллинойского технологического института, должен был в высотном строи­тельстве отступить. Сторонники стальных конструкций должны были воспринять это следствие стиля «навесных стен» как шаг назад, как обнищание стиля. Было много попыток вмонтировать несущий каркас в висячий фасад или сделать каркас види­мым через него. В середине 50-х годов были построены первые многоэтажные здания с выступающими несущими кон­струкциями. Начало было положено вновь Мис ван дер Роэ строительством «Гроун-холла» — резиденции архитектурного фа­культета Иллинойского технологического института (1952—1956 гг.); в этом здании стальные рамные сплошные конструкции, решенные крайне последовательно и геометрически строго, полностью вынесены наружу, что для строительства залов не является принципиально новым.

Строительством административного зда­ния «Инленд Стил билдинг» в 1954—1957 гг. Чикаго снова заняло ведущее положение в развитии многоэтажных деловых домов. В отношении разделения функций отдель­ных элементов зданий это сооружение представляет идеальную каркасную струк­туру. Огромная (960 м2) площадь плана 19-этажного административного здания полностью свободна и позволяет в преде­лах внутренней модульной сетки осуще­ствлять любую планировку. Проходы, лестницы, санитарные узлы и другие виды оборудования объединены в квадратной башне, которая расположена асимметрично вдоль продольной стороны здания. Стоики многоэтажных сварных рам пролетом 18 м выступают за наружные стены здания. Выступающие торцовые поверхности и утопленное остекление в нижних этажах настойчиво демонстрируют несущую структуру. Стойки рам обетонированы, вся же остальная фасадная структура и безоконная башня облицованы нержавею­щей сталью.

В 1955 г. в ФРГ было воздвигнуто небольшое здание, внесшее важное нов­шество: оно было, вероятно, первым многоэтажным административным зданием, в котором наружные стальные колонны остались без огнезащитной облицовки. В этом административном здании в Густав-сбурге стальные конструкции были особенно тщательно проработаны. По соображениям экономики и учитывая чрезвычайно ко­роткое время, отведенное на строитель­ство, с самого начала была поставлена задача — оставить стальные конструкции открытыми. Наружные колонны поставле­ны в 15 см от фасада; поскольку экспери­ментально была доказана их огнестойкость, органы надзора за строительством разре­шили даже применение дерева для элемен­тов фасада.

Начиная примерно с 1960 г. открытый несущий каркас был признан повсеместно. Проектировавшееся с 1956 г., но построен­ное лишь в 1961—1964 гг. административ­ное здание «Джон Дир компании в Молине (штат Иллинойс, США) архитектора Ээро Сааринена послужило стимулом для даль­нейшего развития стальных конструкций. Архитектору и заказчику удалось, несмотря на противодействие противопожарного надзора, оставить стальные конструкции открытыми. Система солнцезащитных галерей во всех этажах подчеркивает не­сущий каркас: на продольной стороне выступают наружу колонны и главные бал­ки, на поперечной стороне — второстепен­ные балки. Галереи вокруг здания служат для навешивания солнцезащитных жалюзи и решеток. Во всех узлах главные, второсте­пенные и вспомогательные балки либо уло­жены друг на друга, либо перерезают друг друга. Все сечения элементов доступны обозрению.

Высокие затраты на прокатные и листо­вые профили для солнцезащиты вряд ли могли быть компенсированы упрощением системы кондиционирования воздуха и значительно повысили стоимость строитель­ства. Однако весь комплекс с самого начала был задуман как демонстрация стального сплава кор-тен, который под атмосферным воздействием образует на своей поверх­ности защитный слой, предохраняющий металл от коррозии, и применяется лишь для железнодорожных рельсов. Темный цвет этой стали придает вместе с пятнами тени и игрой света на остеклении особую выразительность стальному каркасу. Здание вырастает из окружающего ланд­шафта как монумент культуре американ­ского континента.

Мысль оживить открытый стальной кар­кас навесными солнцезащитными гале­реями нашла воплощение в здании посольства в Вашингтоне, запроектирован­ном в 1958 г. Эгоном Айерманом и вы­строенном в 1964 г. Наружные колонны несущего каркаса не облицованы. Стальной каркас обрамлен балконами: изящные кон­соли из перфорированного, поставленного на ребро стального листа, связаны швел­лерным профилем, а на узких косяках из стальных труб висят продольные бруски перил и вертикальные элементы солнцеза­щиты из деревянных реек. Покрытые решет­кой балконы создают дополнительную защиту от солнца и служат для очистки окон; они используются также и как эва­куационные проходы, благодаря чему было разрешено применить необлицованные несущие колонны в соединении с деревян­ными оконными рамами из древесины орегонской сосны.

Противоположностью зданию «Джон Дир компания является проект Штирлинга административного и исследовательского центра «Дорман Лонг» при прокатном заводе в Мидлсбро (Англия). Вытянутый в длину 14-этажный корпус здания приобрел мощную динамику благодаря тому, что остекленный фасад в нижней части здания установлен с наклоном; этому могучему взлету на обратной стороне соответствуют выступающие вперед башни с лестница-» и лифтами. Ломаной фасадной плоское»" следуют выставленные наружу стойка перекрывающих всю глубину здания много­этажных рам; ветровые раскосы и продоль­ные балки, обеспечивающие жесткость, дополняют впечатление огромной мо\_« сооружения. Весь каркас находится на рас­стоянии ~ 60 см от остекления по требом-нию органов строительного надзора. Эти» проектом Штирлинг доказал, что и в стала можно решать задачи «бруталистическол» архитектуры и что строительному сооруже­нию можно придать индивидуальный обр»..

С точки зрения строительной физика поставленные снаружи колонны непосред­ственно передают температурные колеба­ния наружного воздуха всей несущей структуре, что в классическом варианте и в старых каркасных решениях устраняете\* наличием наружных ограждающих стен. Глубокие исследования каркасных соору­жений из металла и железобетона, которые начиная с 1960 г. выполнялись преимущест­венно по новому конструктивному типу, показали, что температурные напряжения в несущей конструкции не вызывают зна­чительных перенапряжений. Так появилась новая, третья фаза развития современного каркасного строительства — отодвинутый вглубь фасад с обнаженными несущими конструкциями. Он внес помимо более сильного пластического и структурного впе­чатления различные конструктивные пре­имущества, например удобную защиту стен от атмосферных воздействий и солнца, упрощение вопросов размещения и ухода за дополнительными, лежащими снаружи, солнцезащитными приспособлениями и очистки фасада.

Очень убедительно выглядит переход от скрытого к четко выявленному несущему каркасу, от сплошной фасадной стены к поставленным вне плоскости фасада сталь­ным конструкциям на примере типа зданий, который сложился в США в 50-е годы. Это двух-трехэтажные строения, развернутые в ширину и поставленные на свободной территории или за городом, с внутренним двором для освещения и огромными помещениями для конструкторских залов, скла­дов, лабораторий и т. д., которые занимают всю глубину плана. Наряду с преимущест­вами расположения среди природы мало­этажные здания экономичны благодаря сокращению внутренних коммуникаций и при соответствующей планировке — в силу высокой степени гибкости функционального использования.

Характерными ранними примерами малоэтажных зданий второй половины 50-х годов могут служить здание «Коннек­тикут Дженерал Лайф Иншуренс» в Ха­ртфорде (США), ставшее известным как первое сооружение с огромным рабочим помещением, и административное здание «Рейнолдс Металл компани» в Ричмонде (штат Виргиния, США). Оба здания проект­ного бюро СОМ. Они имеют гладкое стеклянное заполнение с мелким члене­нием навесных стен. Часто поставленные, облицованные алюминием, наружные ко­лонны в верхних этажах этого здания так изящны, что можно принять их за импосты окон, похожие на применявшиеся в инсти­тутском здании Сааринена, здании фирмы «Дженерал Моторс» в Детройте и исследо­вательском центре ИБМ, которые тоже представляют интересный вклад в раз­витие строительства малоэтажных зданий. С изяществом этих фасадов контрасти­рует мощь выступающих стальных каркасов в зданиях нового типа, например в инже­нерном корпусе «Армстронг Корк ком-пани» в Ланкастере (штат Пенсильвания), построенном в 1965 г. (проектное бюро СОМ), Низкий нижний этаж с конторскими и бытовыми помещениями имеет сетку колонн 5X8,75 м; в верхнем этаже высо­той 4 м продолжаются вверх лишь наруж­ные колонны продольной стороны; весь этаж полностью свободен от опор. Внутри просторного конструкторского помещения выделяются на основе модульной сетки с шагом 1,25 м с помощью передвижных стеклянных перегородок высотой до потол­ка отдельные помещения для конференций и кабинеты. Остекление внешней поверхнос­ти имеет горизонтальный модуль 2,5 м и расположено позади несущих стальных конструкций. Колонны и рандбалки, раз­личающиеся в обоих этажах соответствен­но нагрузке и длине пролета, четкая форма связей — все это, несомненно, относится к строгой школе Мис ван дер Роэ, но толь­ко еще в более отчетливой форме.

Около 1963 г. начался огромный подъем в американском высотном строительстве. При этом во главе остается Чикаго — из пяти высочайших зданий в мире три по­строены в городе, который в 90-е годы прошлого столетия приступил к строитель­ству первых высотных домов. Для новей­ших американских небоскребов особенно типичны поставленные снаружи несущие каркасы — не только как средство архи­тектонического оформления, но и как исходный пункт и основа для высокоэффек­тивных несущих конструкций нового типа. В течение нескольких лет высота торговых и жилых высотных зданий возрастала до 40, 60 и, наконец, более 100 этажей без чрезмерного увеличения строительных расходов в пересчете на единицу полез­ной площади.

Чем выше здание, тем сложнее переда­ча горизонтальных сил и обеспечение го­ризонтальной жесткости каркаса. Различные типы конструкций, обеспечивающих жест­кость, которые применялись в США в по­следние десять лет, символизируют этапы определенного прогресса в современном строительстве. В то же время это были раунды упорного состязания между двумя видами строительства — с применением стальных или железобетонных конструкций. Железобетон благодаря монолитной приро­де материала и применению конструктив­ного легкого бетона получил широкое распространение и применялся до тех пор, пока небоскребы не достигли такой высоты, когда железобетон уже не мог конкури­ровать со сталью.

Более жесткие функциональные требова­ния и экономические условия, интенсивная проработка, более высокие требования к проектированию и экономический конт­роль — все это придает архитектуре постро­ек незнакомое до сих пор напряжение. Из инженеров, которые изобрели новые несущие конструкции и системы обеспече­ния жесткости и выработали новую мето­дику проектирования для высотных зданий, здесь назовем только двоих: Фазлура Хана и инженера-архитектора Мирона Гольдсми-та; оба работали в бюро СОМ и оба учились в Иллинойском технологическом институте.

Соревнование железобетона и стали в высотном строительстве началось еще 1959 г. при проектировании здания «Харт­форд Иншуренс» в Чикаго. Передача ветровых сил в нем еще не составляла проблемы; она могла быть осуществлена с помощью массивных ядер жесткости, чему способствовала большая глубина зда­ния. Выставленные на фасад горизонтали и вертикали конструкции перекрытий демон­стрируют передачу вертикальных нагрузок, они олицетворяют традиционный архитек­турный принцип — принцип балок и стоек, нагрузки и опор.

Пластический эффект свободно стоя­щего высотного каркаса удалось еще боль­ше усилить в конструкции стального кар­каса «БМА-билдинг» в Канзас-Сити, закон­ченного в 1964 г. Сетка колонн здесь зна­чительно крупнее—10,8 м вместо 6,6 м, число колонн существенно меньше; окна заглублены, причем это впечатление усили­вается темным цветом остекления и алю­миниевых рам; башня при одинаковой приблизительно высоте имеет меньшие раз­меры в плане и открыто стоит на холме. При таких размерах пролета и при таком соотношении сторон корпуса здания желе­зобетонный каркас не мог конкурировать с металлом. Каркас выполнен из высоко­прочной стали, прогоны в обоих направле­ниях жестко сварены с колоннами. Каркас облицован белым мрамором.

Общественный центр в Чикаго, выстроен­ный с 1963 по 1966 г. К. Ф. Мерфи в сод­ружестве с проектным бюро СОМ и с привлечением широкой группы архитекто­ров, представляет собой сооружение, не­превзойденное по смелости и четкости форм из стальных конструкций. Это — на­ивысшая точка расцвета среди работ второй Чикагской архитектурной школы. Здание превосходит «БМА-билдинг» в Канзас-Сити, «Эквитейбл-билдинг» в Чикаго проектного бюро СОМ и «Континенталь-центр» в Чика­го К. Ф. Мерфи не столько высотой (31 этаж, 195 м), сколько неслыханными до сих пор пролетами перекрытия (26,5X14,7 м) Большой шаг колонн был обусловлен, во-первых, трудностями устройства основа­ния с помощью кессонов на 30-метровой глубине на подстилающей скале; во-вторых, особенно высокими требованиями, которые предъявлялись к многочисленным помеще­ниям непостоянного назначения: контор, конференц-залов, больших и маленьких залов судебных заседаний и т. д. Гибкость планировки простирается здесь даже на третье измерение, так как большие залы заседаний проходят через два этажа, а про­межуточное перекрытие может раздвигать­ся. В качестве несущих элементов пере­крытий в обоих направлениях применены решетчатые сварные балки высотой 1,5 м. Колонны крестообразного сечения из вы­сокопрочной стали, примененные впервые, оказались очень удобными для приварки прогонов в любом направлении в зависи­мости от сетки колонн с двух, трех или четырех сторон

Разделением вертикалей и горизонта­лей и сокращением сечений колонн в верх­них этажах достигнута наглядность всей структуры в отличие от скрытого намека на несущую структуру в фасаде здания на Лейк-Шор-Драйв. Заимствованная у того же здания металлическая облицовка не­сущего каркаса оптически и статически активизирована: рандбалки, как и колонны, одеты в бетон, поверх которого размещено покрытие из сваренных листов стали кор-тен. Листы стали, как и рандбалки, заанкере-ны в бетоне; это обеспечивает лучшее соединение и более высокую прочность несущего каркаса — колебания верхней части здания при порывах ветра значитель­но уменьшены. Поскольку для восприятия горизонтальных усилий недостаточно одних многоэтажных рам, предусмотрено похожее на примененное раньше в здании Сигрэм ( комбинированное обеспечение жесткости: в верхней половине здания только рамы, в нижней — рамы и располо­женные между колоннами ветровые связи.

Построенный в 1962 г. «Брунсвик-бил-динг» стоит напротив Общественного центра в Чикаго и убедительно демонстрирует на­ступление железобетона. Для обеспечения жесткости против воздействия ветра здесь применена система рам вместе с массивным ядром жесткости. Устойчивость наружной стены сильно подчеркнута: фасадные пи­лястры вырастают из мощного цокольного корпуса. Но, к сожалению, цоколь стоит не на земле, а поставлен, как на ходулях, на широко расставленные опоры. Такое реше­ние продиктовано требованиями городского транспорта, а также сложностью устрой­ства кессонного основания.

Постройкой в 1963 г. жилого «Каштано­вого дома» высотой 143 м было начато применение системы «труба» для железо­бетонного остова зданий. Продолговатый план и изменяемость квартирной планиров­ки не позволили устроить ядро жесткости, поэтому горизонтальные усилия полностью воспринимаются монолитной пространствен­ной структурой наружных стен, действую­щей как вставленная в фундамент труба. Рекорд высотыдля американских железо-бетонных небоскребов был достигнут в 1968 г. постройкой 52-этажного (218 м) здания «Уан Шелл Плаза» в Хьюстоне (штат Техас). Здесь ограждение действует совместно с внутренней трубой массивного ядра жесткости («труба в трубе») — сходно со зданиями «КБС-билдинг» в Нью-Йорке, а также «Брунсвик-билдинг» в Чикаго.

Стремление к более эффективному ме­тоду обеспечения жесткости против воздействий ветра, более интенсивному использованию прочности и большой шири­ны диска наружной стены наблюдается и в металлическом каркасном строительстве. Однако здесь эти меры могут быть эконо­мически оправданы для зданий на 20, 40, 60 этажей выше, чем железобетонные зда­ния.

В здании «Юс Стил билдинг» высотой 256 м в Питтсбурге ограждения треуголь­ного ядра жесткости превращены в каркасные диски и на углах жестко связа­ны друг с другом, образуя жесткую трубу, ь укрепленную в фундаменте и восприни-*Щ* мающую все горизонтальные нагрузки Ц . В верхнем этаже эта *Z* конструкция в виде трубы соединена с помощью жестких консолей с наружными щ колоннами, которые включаются в работу при порывах ветра, воспринимая сжимаю­щие и растягивающие усилия при дефор­мациях трубчатого ядра и предотвращая искривление плоскости крыши; при этом они уменьшают размах колебаний верха здания. Необычно далеко выставленные, необлицованные главные колонны имеют наряду со статическими функциями другое важное значение для заказчика — мощней­шего объединения стальной индустрии: они демонстрируют успех, которого строи­тельство их стальных конструкций добилось \_ в борьбе против обеих «наследственных болезней» — пожарной и коррозионной . опасности. Профили коробчатого сечения, как и облицовка отступающего назад фаса­да, состоят из атмосферостойкой стали и заполнены водой, подаваемой системой охлаждения, которая в случае пожара должна срабатывать автоматически .

С помощью пространственных рам ока­залось вполне возможным преодолеть высоту от 70 до 80 этажей. Эта высота ! теоретически могла бы быть удвоена, если | перейти от внутренних пространственных рам к жесткому фахверку наружных стен, а прочность дисков и колонн каркаса наруж- j ных стен усилить диагональными элемента­ми, т. е. если бы фасады решались в сетке диагональных стержней, как в высотном доме ИБМ в Питтсбурге , или если бы главные колонны были включены в фахверк, как в высотном доме «Алкоа» в Сан-Франциско, где наружный фахверк в соединении с добавочными многоэтаж­ными рамами в центре здания служит для восприятия горизонтальных усилий и сей­смических воздействий. В 100-этажном здании «Джон Ханкок-центр» в Чикаго (архитекторы Б. Грехэм и фирма СОМ, 1968 г.) не только мощные диагонали с вертикальными элементами были объединены в жесткие узлы, но и го­ризонтальные рандбалки включены в ре­шетку фасадов. Необходимая прочность оболочки и экономичность решения дости­гались при достаточно простом решении окон; расход стали на 1 м2 поверхности при этом не выше чем в 50-этажных дом Сильное опору, с огромными размерами рас­порных крестов придало зданию высшую степень архитектонической выразитель­ности. Монументальность приобретает здесь несколько мрачный, угрожающий вид отчасти из-за облицовки стального каркаса черными анодированными алюми­ниевыми листами. Такая облицовка с рас­положенной под ней огнезащитной и тепло­вой изоляцией оказалась нерентабельной.

Непрерывно уменьшающиеся по мере увеличения высоты зданий площади и глубина помещений также были заплани­рованы и обусловлены — они соответство­вали чрезвычайному разнообразию функ­циональных назначений. «Джон Ханкок-центр» является целым городом. Он включает парковую зону, магазины, бюро проката, общественные помещения, спор­тивные сооружения, комбинат бытового обслуживания; начиная с 46-го этажа, расположены жилые квартиры и, наконец, на самом верху — ресторан и телевизион­ная станция. Внутренний несущий каркас рассчитан лишь на вертикальную нагрузку; внутренние колонны и балки перекрытий шарнирно связаны, а подвесные потолки могут быть удалены и вновь поставлены на место.

Международный торговый центр в Нью-Йорке, строительство которого нача­лось в 1966 г., со своими 110-этажными близнецами-башнями высотой по 411 м отражает градостроительную идею, которая была реализована в Чикаго при возведении первого блока на Лейк-Шор-Драйв. Строгое вертикальное членение напоминает «КБС-билдинг» Сааринена, но архитектура Международного торгового центра не имеет ни строгости чикагской школы, ни бурной мощи «КБС-билдинг».

Статически речь шла вновь о системе «трубы», заделанной в фундамент, которая воспринимает ветровые усилия, а внутрен­ние колонны, как и в «Ханкок-центр», были рассчитаны лишь на вертикальные нагрузки. С помощью жесткой связи облицовочных плит с колоннами наружная стена превра­щается в безраскосную раму Виренделя с тысячью ячеек — вся оболочка «трубы» состоит из металлических пластин, проре­занных узкими оконными щелями и укреп­ленных ребрами жесткости коробчатого профиля.

Сборные элементы, из которых собрана па болтах гигантская стальная сетка фасада, состоят из трех подоконных листов и трех трубчатых колонн, объединенных вместе; они имеют в принципе одинаковую форму и основаны на идее железобетонных сбор­ных элементов, которыми был облицован высотный дом Газовой компании в Детройте архитектора Ямасаки; только здесь их значение неизмеримо возросло в связи с высокими требованиями и высокой стои­мостью здания. Внешняя утонченность фасадов небоскреба стоит относительно дорого, а расход стали значительно выше, чем в «Ханкок-центре».

Международный торговый центр еще не был облицован, а в Чикаго уже заверша­лось строительство третьего здания из числа супернебоскребов — 109-этажного корпуса «Сирс-билдинг» высотой 445 м, запроектированного Б. Грехэмом, — круп­нейшего административного здания. Жест­кость здания обеспечивается целой серией решетчатых систем: 3X3 квадрата с длиной стороны каждого квадрата по 22,5 м, со­единенных вместе. При использовании зда­ния только для конторских помещений двойной крест внутренних рядов колонн практически не мешает; умелым располо­жением лифтовых групп можно достичь значительной гибкости помещений, однако этому препятствовало расположение диа­гональных связей жесткости. Таким образом, Грехэм пришел к системе из рам Виренделя, как Ямасаки в нью-йоркской двойной башне. Расположение колонн и окон в башне «Сирс-билдинг», однако, значительно более редкое. Высокий расход стали был ком­пенсирован удивительно коротким перио­дом строительства — здание сооружено за 15 месяцев. Фасады были смонтированы из готовых элементов высотой на три этажа.

Башня «Сирс-билдинг» не только самая высокая из трех нью-йоркских башен, но и, вероятно, самая ценная с точки зрения той архитектуры, которая укоренилась в американских высотных зданиях. Метал­лический внешний каркас башни указывает на принадлежность ее ко второй Чикагской школе; уступчатость корпуса здания менее ярко выражена, чем в зданиях «Рокфеллер-центр» и «Вульворт-билдинг» в Нью-Йорке и в более ранних зданиях, которые имеют схожую схему из девяти квадратных призм, расположенных уступами.

Если башня «Сире» является венцом первых 100 лет каркасного строительства с применением стальных конструкций, то это не значит, что в перспективе они будут применяться только для сооружения небо­скребов. Современные каркасные кон­струкции, как и все значительные конструк­ции в истории строительного искусства, там, где к ним предъявлены высочайшие требо­вания, приводят архитекторов к простым и совершенным геометрическим формам. План башни «Сире», закономерность, с которой девять квадратов постепенно пре­рываются по мере подъема вверх, имеет что-то от «магического квадрата». Геомет­рия здесь — родоначальница и основной принцип строительного искусства, духовная связь между архитектурным и инженерным замыслом. Стальные конструкции в наиболь­шей степени способствуют воспитанию ясного геометрического мышления. Таковы выводы, которые мы извлекаем из разви­тия строительства высотных зданий в США,