

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Е.Ю. Агеева, М. А. Филиппова

Большепролётные спортивные сооружения: архитектурные и конструктивные особенности

Учебное пособие



Нижегород
ННГАСУ
2014

УДК 130.2
ББК 87.66
А 23

Рецензенты:

В.Н. Большаков—кандидат технических наук, доцент кафедры архитектуры ННГАСУ

В.Ю. Шиман—заслуженный строитель России, член Союза архитекторов России

Агеева Е.Ю., Филиппова М.А.

А 23 Большепролетные спортивные сооружения: архитектурные и конструктивные особенности.: Учебное пособие. –Н. Новгород: Издательство Нижегородского гос. архит.–строительного университета, 2014. –84 с.

ISBN

В учебном пособии изложен систематизированный материал по истории создания и эволюции большепролетных крытых спортивных сооружений на протяжении XX века и XXI веков. Анализируются архитектурные и конструктивные особенности большепролетных спортивных зданий и сооружений. Рассмотрены наиболее выдающиеся большепролетные спортивные сооружения, являющиеся памятниками архитектуры. Дается периодизация развития большепролетных спортивных сооружений, выявлены градостроительные требования к размещению большепролетных спортивных сооружений. Приведены в табличной форме классификация и типология большепролетных спортивных сооружений на примере отдельных зданий из практики мировой архитектуры. Рекомендуется преподавателям, аспирантам, магистрантам и студентам специальностей «Архитектура», «Промышленное и гражданское строительство», особенно полезно будет данное учебное пособие специализации «Строительство уникальных зданий и сооружений».

ISBN
ББК

© Агеева Е.Ю., 2014

Введение

Спортивные сооружения (СС) являются одним из факторов развития спорта. В нашей стране проходит целая серия значимых спортивных событий: Универсиада (Казань 2013), Олимпиада (Сочи 2014), Чемпионат мира по водным видам спорта (Казань – 2015), Чемпионат мира по хоккею (Москва, Санкт-Петербург – 2016) и другие. В связи с этим возникла необходимость строительства новых СС, поскольку существующие не отвечали требованиям современного спорта.

Поэтому сейчас роль архитектуры в совершенствовании спортивных объектов и популяризации спорта является очень актуальной проблемой.

Многие спортивные сооружения, такие как крытые стадионы, ледовые арены, манежи, волейбольные и баскетбольные площадки, крытые теннисные корты имеют большую площадь и исключают наличие внутри здания несущих опор.

Большепролётная архитектура всегда занимала и продолжает занимать особое место в мировой истории. Строительство подобных масштабных объектов имеет собственное техническое направление в проектировании. И это направление сохранило к себе повышенный интерес в профессиональной среде до сегодняшнего дня. Именно поэтому большепролётные проекты стали характерным признаком современных крупных городов. И, в основном, это здания общественного назначения, где свойства таких конструкций – как функциональные, так и эстетические – имеют возможность ярко проявить себя.

На данный момент отсутствует единая база (система) знаний о большепролётных конструкциях (БК), применяемых в СС, что значительно затрудняет работу по их проектированию. БСС относятся к уникальным зданиям с повышенным уровнем ответственности, поэтому необходима систематизация сведений об архитектурно-планировочной структуре БСС

и применяемых БК, чтобы помочь избежать ошибок при проектировании и строительстве БСС, и, следовательно, избежать дополнительных значительных расходов по их устранению.

В учебном пособии исследуются архитектурно-планировочная структура и конструктивные решения БСС, а также закономерности и этапы процесса формирования архитектурно-планировочной структуры и развития конструктивных решений БСС.

Исследование базируется на общенаучных методах исследования и даёт систематический обзор по проблеме предмета исследования с использованием системного, сравнительного и функционального методов. В данной работе проводится анализ зарубежных и отечественных литературных архитектурно-строительных источников, сайтов Интернета, инженерных проектов, используются графические и иллюстративные материалы по БСС.

На основе анализа синтезируется опыт прошлого, различные методики и концепции, даётся наиболее масштабная картина о применяемых БК в возводимых по всему миру СС.

Впервые проведено историко-эволюционное исследование архитектурно-планировочной структуры и конструктивных особенностей БСС; произведено научное обобщение архитектурно-планировочных и конструктивных особенностей БСС с учетом современных требований.

Системный обзор основных видов БК, их анализ и систематизация могут быть использованы при решении достаточно широкого круга задач. Результаты исследования содержат данные архитектурного формообразования и данные об их возможном развитии.

Полученные результаты могут быть использованы в следующих направлениях:

- в проектировании БСС при проведении предпроектного анализа;

- при подготовке разделов курсов лекций «История архитектуры», «Архитектура общественных зданий», «Конструкции общественных зданий», «Большепролётные конструкции», «Строительство уникальных зданий и сооружений», «Строительная механика», читаемые в архитектурно-строительных вузах.

1. Историко-эволюционный анализ развития крытых спортивных сооружений

1.1 Общие сведения о большепролётных конструкциях

Большепролётная архитектура всегда занимала и продолжает занимать особое место в мировой истории. Строительство подобных масштабных объектов имеет собственное техническое направление в проектировании. И это направление сохранило к себе повышенный интерес в профессиональной среде до сегодняшнего дня.

В нормативной литературе нет единого определения для термина «большепролётные конструкции».

В Постановлении Правительства Москвы №567-ПП от 25 июня 2006 года «О мерах по обеспечению надёжности зданий гражданского назначения с большепролётными конструкциями» к большепролётным относят конструкции с пролётом от 18 и более метров. При этом здания с большепролётными конструкциями относят к уникальным сооружениям.

В «Пособии по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролётных, высотных и уникальных» МРДС 02-08 в разделе «Термины и определения» указывается следующее: «Большепролётные здания и сооружения – покрытие которых выполнено с применением большепролётных (более 36 м) конструкций».

В МДС 20-2.2008 «Временные рекомендации по обеспечению безопасности большепролётных сооружений от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения при аварийных воздействиях» большепролётными называют конструкции также с пролётом свыше 36 м.

Таким образом, *большепролётные конструкции* – несущие конструкции перекрытий, отличающиеся увеличенной несущей способностью при малой материалоемкости, применяемые для сооружения

перекрытий больших пролётов, главным образом, в мостостроении, строительстве общественных зданий, сельскохозяйственных сооружениях и т.д.

Большие пролёты конструкций используются в общественных, промышленных и зданиях специального назначения. Необходимость в таких конструкциях возникает, когда промежуточные опоры препятствуют выполнению технологического процесса, который должен происходить в здании.

По функциональному назначению большепролётные здания можно разделить на:

1) здания общественного назначения (театры, выставочные павильоны, кинотеатры, концертные и спортивные залы, крытые стадионы, рынки, вокзалы);

2) здания специального назначения (ангары, гаражи и троллейбусные парки);

3) промышленные здания (судостроительные цеха, цеха сборки самолётов или другой крупногабаритной продукции, лабораторные корпуса различных производств).

Большепролётные конструкции выполняются из разнообразных материалов: сталь, железобетон, дерево, специальные ткани, в отдельных элементах могут применяться тросы, углепластик и др. Большепролётные здания, как правило, проектируются однопролётными. В связи с различными требованиями, предъявляемыми к ним, архитектурные решения могут быть разными. В плане здания могут быть прямоугольными – это свойственно зданиям промышленного и специального назначения. Общественные здания в плане могут быть круглыми, многоугольными, овальными или другими.

1.2 Первый в мире крытый стадион

В 1899 году в Монреале на углу улицы Святой Катерины и Вуд Авеню был построен первый в мире крытый стадион «*Вестмаунт*» для игры в хоккей (рис. 1). Арена «Вестмаунт» ныне уже не существует. Своим появлением арена «Вестмаунт» обязана спортивной группе под руководством Эда Шэпарда. Эта группа приняла в сентябре 1898 года решение построить спортивную арену и дать ей имя «Монреаль Арена Компани».

Это был большой проект: вместимость арены по тем временам была колоссальной – 10 000 человек, в том числе сидячих мест – 4300. Там были и буфет, и помещения для курения, выдавались специальные коврики, на которые можно было сесть. Каток имел не прямоугольную форму, а закруглённую. Это был первый подобный дизайн катка - шайба могла вдоль борта обойти ворота (в наше время это воспринимается само собой разумеющимся). Более того, давно уже разработана тактика входа в чужую зону с помощью таких бросков. А тогда это было очень необычно и вызывало немало удивления.

Нововведение прижилось, и подобный дизайн катка стал популярен. Например, каток «Дейс» в Оттаве, разрушенный шквальным ветром, был реконструирован именно с таким дизайном. Первый искусственный лёд был также использован на «Монреаль Арене» в 1915 году.

Постройка здания обошлась в 75 тысяч долларов и была официально завершена 31 декабря 1898 года. Около 2000 зрителей, невзирая на очень морозную погоду, пришли понаблюдать за первым неофициальным матчем. Тогда ещё не умели полностью перекрывать большие площади, поэтому без колонн, мешающих смотреть, было не обойтись. Для конца XIX века это был самый передовой дизайн. От случайного попадания

шайбы с площадки в зрительный зал болельщиков защищала почти трёхметровая сетка. Арена подверглась реконструкции в 1908 году.

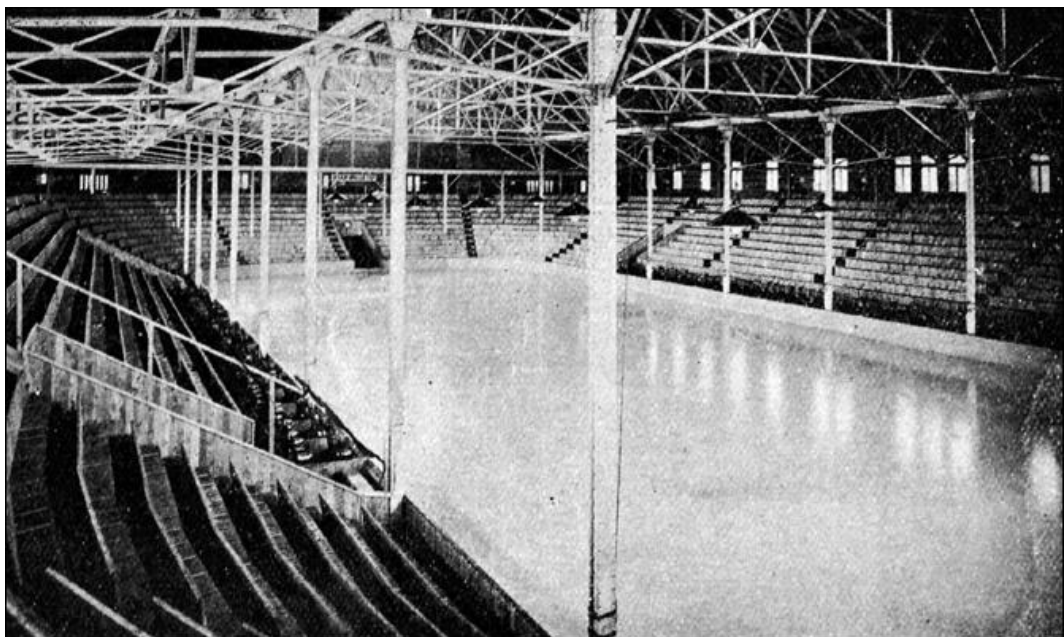


Рис. 1. Арена «Вестмаунт» в Монреале, фото 1899 года. Внешний вид и интерьер

Второго января 1918 года на арене «Вестмаунт» начался сильный пожар. Причина возгорания так и осталась неизвестной, а убытки составили тогда 150 тысяч долларов.



Рис. 2. Последствия пожара 1918 года на «Монреаль Арене»

Реконструкция арены так и не была завершена. Согласно расследованию, проведённому газетой «LaPresse», на месте арены «Вестмаунт» был организован сначала авто-гараж, а затем – завод. После Второй Мировой войны земля была продана, и ныне там располагается торговый центр.

1.3 Крытые спортивные сооружения XX века

Для проведения спортивных соревнований в присутствии большого числа зрителей, при любой погоде и в любое время года в крупных городах должны строиться крытые спортивные арены.

Крытое строительство спортивных сооружений впервые началось в США в 20-е годы, где стали вводиться разнообразные технические решения намного раньше, чем в других странах. Немного позднее, в 30-е

годы, спортивные сооружения стали строиться в Европе, в России данное строительство началось позднее, в 50-е годы, и осуществлялось уже с учётом накопленного опыта строительства сооружений, не используя в достаточной степени многообразие решений покрытий спортивных сооружений.

Крытые арены делятся на малые и большие: *малые арены* – для тенниса, баскетбола, волейбола и других видов спорта; *большие арены* – для футбола, лёгкой атлетики, конькобежного спорта и других.

В 1967 году в Санкт-Петербурге был построен Дворец спорта «Юбилейный» (рис. 4). Первоначально он назывался Дворец спорта ленинградских профсоюзов «Юбилейный» и своё название получил в честь 50-летия Советской власти.

Центральное здание комплекса — круглое в плане, диаметром 94 м и высотой 22 м. Эту площадку называли экспериментальной. Здесь впервые была опробована проектировка с «колёс» и оригинальная вантовая конструкция покрытия главной арены. «Юбилейный» — это целая эпоха в градостроении. В сложных условиях зимы строители с помощью десятков проектировщиков ЛЕНЗНИИЭпа в невиданно сжатые сроки, досрочно, всего за год, возвели Дворец, где под куполом арены могли разместиться 6000 зрителей.

Дворец напоминает лёгкую, изящную «корзиночку» и органически вписывается в ансамбль Петроградской стороны.

Сегодня, на главной арене комплекса может с комфортом разместиться до 7012 зрителей.

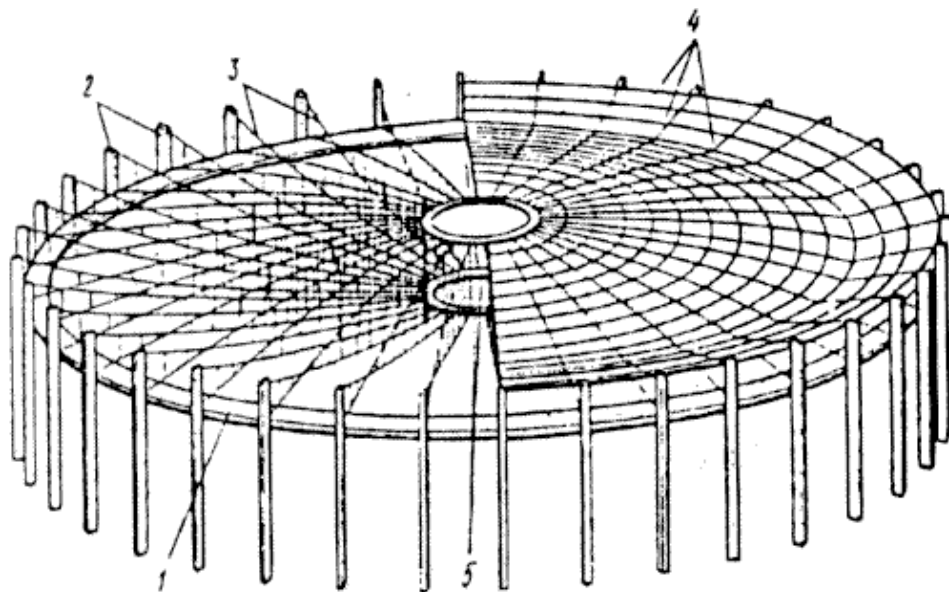


Рис. 3. Принципиальная схема основного несущего каркаса и радиально-вантового покрытия здания Дворца спорта «Юбилейный» в Санкт-Петербурге:

1 - наружное железобетонное опорное контурное кольцо; 2 - железобетонные колонны каркаса; 3 - вантовые фермы; 4 - кровельные стальные панели; 5 - внутренние стальные опорные кольца



Рис. 4. Фасад и интерьер Дворца спорта «Юбилейный», Санкт-Петербург

Одним из эффективных типов пространственных конструкций для покрытий уникальных большепролётных сооружений являются металлические мембраны, в разработке которых Россия имеет безусловный приоритет. Мембранное покрытие представляет собой пространственную систему из тонкого металлического листа, закреплённого на опорном

контуре. Отличительные особенности конструкции — наиболее полное использование прочностных свойств тонкого листа, совмещение в одном материале несущих и ограждающих функций. Мембраной толщиной до 5 мм можно перекрывать сооружения пролётом более 200 м с разнообразным очертанием в плане. С увеличением пролёта эффективность применения мембран возрастает. Они просты в изготовлении и монтаже, не нуждаются в дорогостоящих мерах по обеспечению огнестойкости, имеют минимальную строительную высоту.

В ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко выполнены исследования мембранных конструкций, разработана методика расчёта, проведены натурные обследования, обобщён опыт их эксплуатации, разработаны технические решения и рекомендации по проектированию и монтажу. С участием института построены и успешно эксплуатируются сооружения с мембранными покрытиями.

В 1974 г. в Бишкеке возведён *Дворец спорта*, проект которого разработан в содружестве с Союзспортпроектом. Он рассчитан на 2 263 места. Каркас здания выполнен из монолитного здания железобетона в виде раскосных ферм, расположенных по периметру размерами в плане 42,5х65,15м.

Покрытие состоит из собственно мембраны толщиной 2 мм, продольных прогонов и поперечных балок - распорок. Утеплитель в виде минераловатных матов подвешен к мембране снизу, потолок выполнен из штампованных алюминиевых элементов.

Цилиндрическое покрытие (63х30 м) из алюминиевой мембраны применено в плавательном бассейне, построенном в 1976 г. в Харькове (проект выполнен совместно с ХарьковскимПромстройпроектом).

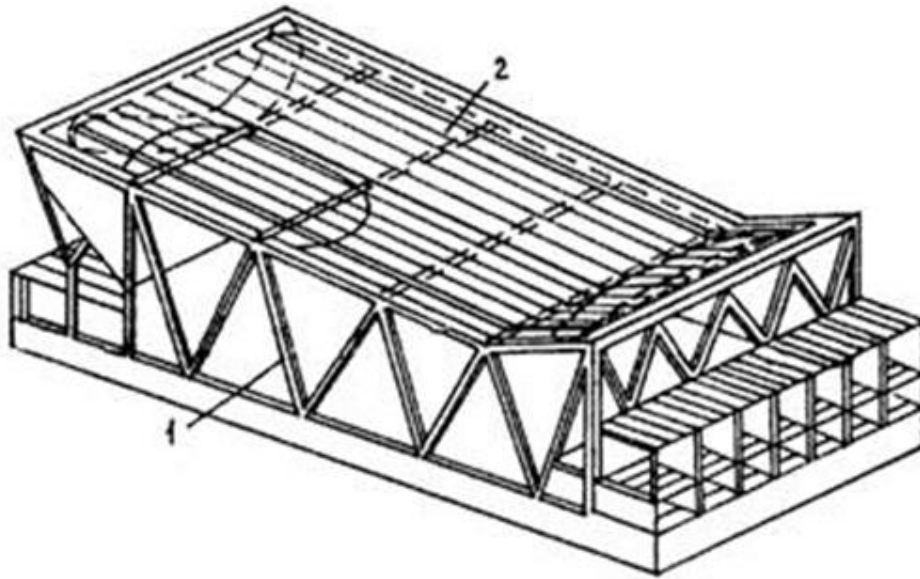


Рис. 5. Конструктивная схема здания дворца спорта в Бишкеке:

1 - каркас здания, 2 – мембрано-балочная висячая система

К XXII Олимпийским играм в Москве с участием ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко был построен ряд спортивных сооружений. Крупнейший в Европе крытый стадион «Олимпийский», был построен в 1980 году (рис. 6). Он имеет эллиптический план (224x183м), перекрыт мембраной толщиной 5 мм. Покрытие разработано совместно с Моспроектом-2.



Рис. 6. Крытый стадион «Олимпийский» в Москве

Один из первых проектов, реализованных в России с применением большепролётных клеёных деревянных конструкций, – *Дворец спорта профсоюзов* в Архангельске (1981 г). Запроектировать Дворец спорта было поручено Центральному научно-исследовательскому институту им. Б.С. Мезенцева. Сотрудники этого института обратились в Архангельский ЦНИИМОД с просьбой создать для нового спортивного сооружения деревянные клееные арки длиной 63 метра. Для их изготовления учёные ЦНИИМОДа разработали специальное оборудование и значительно усовершенствовали производство деревянных клеёных арок. Изготовили эти арки на экспериментальном производственном заводе «Красный Октябрь». Что интересно, первую арку монтировали целых три дня, последнюю же – 3 часа. Дворец спорта в Архангельске – это комплексное спортивное сооружение, он имеет большую спортивную арену 65x50 метров с трибунами на 2 000 мест, специализированный зал гимнастики размерами 30x17 метров. Это позволяет проводить там занятия по хоккею с шайбой, фигурному катанию, спортивной гимнастике, аэробике, хореографии и другим.



Рис. 7. Дворец спорта в г.Архангельске (внутренний вид)

Универсальный спортивный зал «Измайлово» (72x66 м) перекрыт мембраной из нержавеющей стали толщиной 2 мм, разработанной в содружестве с институтом «Союзспортпроект».

Вместе с институтом «Казпроектстальконструкция» запроектировано покрытие спортивно-зрелищного зала в Алма-Ате, построенного в 1995 г. Здание (142x110 м) перекрыто пятью мембранными оболочками из стального листа толщиной 4 мм.

Байтовые и комбинированные арочно-вантовые системы относятся к наиболее развивающимся конструктивным формам. Комбинированные системы включают структурно объединённые растянутые элементы (ванты) и элементы, работающие на сжатие и изгиб.

Бассейн спорткомплекса «Олимпийский», разработанный с Моспроектом-2 в 1996 г., представляет собой овальное в плане сооружение (126x104 м), покрытие которого выполнено из жёстких висячих ферм.

В 1998 г. завершено возведение уникальной конструкции покрытия над трибунами стадиона «Лужники».



Рис. 8. Стадион «Лужники» в Москве

Стационарная часть покрытия запроектирована в виде пологого усечённого купола-оболочки (наружные размеры 224x183 м, вылет козырька 63,5 м). Несущие конструкции выполнены в виде системы радиально-кольцевых рёбер, опирающихся на наружные и внутренние опорные кольца.

Рабочий проект создан Моспроектом-4 совместно с ЦНИИСК, который также выполнил научно-техническое сопровождение изготовления и монтажа несущих конструкций, провёл испытание крупномасштабной модели.

Примером зарубежного крытого строительства является «Мэдисон-сквер-гарден» (Нью-Йорк, США). Он построен в 1968 году, архитектор проекта Чарлз Лакман. Вместимость его составляет 18 000 зрителей.

Легендарный спорткомплекс служит домашней ареной для хоккейного клуба Рейнджерс и баскетбольного – Никс. Кроме этого, здесь проводятся различные матчи всех звёзд, концерты, боксёрские поединки и многое другое.



Рис. 9. Спорткомплекс «Мэдисон-сквер-гарден» в Нью-Йорке

Олимпийский стадион *Stade Olympique* в Монреале был построен в 1973 году как главная спортивная арена летних Олимпийских игр 1976 года. На нём проходили церемонии открытия и закрытия Игр. Это один из крупнейших по вместимости стадионов Канады (65 255 человек).

Архитектор Роже Тайлинберг спроектировал стадион как необычайно сложное и изящное сооружение. Стадион построен в виде велосипедного шлема. Его 175-метровая башня является самым наклонным строением в мире. Её ещё называют «Монреальской башней». Вместе с Останкинской и Эйфелевой она входит во Всемирную федерацию высотных башен. Наверху оборудованная смотровая площадка, и с неё открывается отличный вид на город. По проекту крыша стадиона должна открываться, но это так и не было реализовано.

Стадион имеет эллиптическую форму, размеры по большой оси 490 м, по малой 280 м. Трибуны вмещают 50 000–70 000 зрителей.



Рис. 10. Олимпийский стадион *Stade Olympique*, Монреаль

Сейчас в Монреале уже не проводятся соревнования такого класса, как Олимпиада, поэтому на содержание StadeOlympique требуется много средств. Но сооружение уникально и украшает город.

На Олимпиаде 1976 года на финал соревнований по футболу, на котором команда ГДР выиграла у Польши, собралось 72000 человек, и этот рекорд посещаемости футбола в Канаде до сих пор не побит.

Арена «РексаллПлейс» (*RexallPlace*), расположенная в Эдмонтоне (Канада), была возведена в 1974 году. Первоначально она называлась «НортлендсКолезей». Стоимость строительства составила 17,3 млн. долларов, в пересчёте на сегодняшний день это 79,2 млн. долларов. Архитекторами стала компания «ManascIsaacArchitects». На данный момент сооружение может принять 16 839 болельщиков.

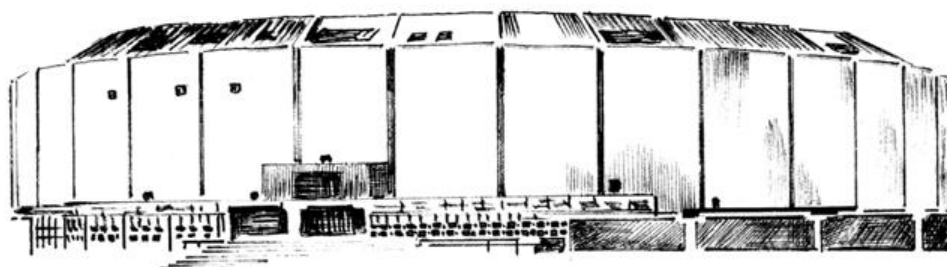


Рис. 11. Фасад «РексаллПлейс», Канада



Рис. 12. Интерьер «РексаллПлейс»

Одним из самых больших крытых стадионов в мире является «Супердоум» в Новом Орлеане, США, он вмещает 72 968 зрителей. Построен в 1975 году. $D = 212$ м. Купол стадиона на 95 тыс. зрителей. Его высота 32 м, площадь 3,54 га.



Рис. 13. Стадион «Супердоум», Новый Орлеан, США

В 1982 году в Миннеаполисе, штат Миннесота, построен крытый стадион «ХьюбертХ.ХамфриМетродом», вместимостью 64 111 человек.

Назван в честь вице-президента США, а также дважды сенатора от Миннесоты.

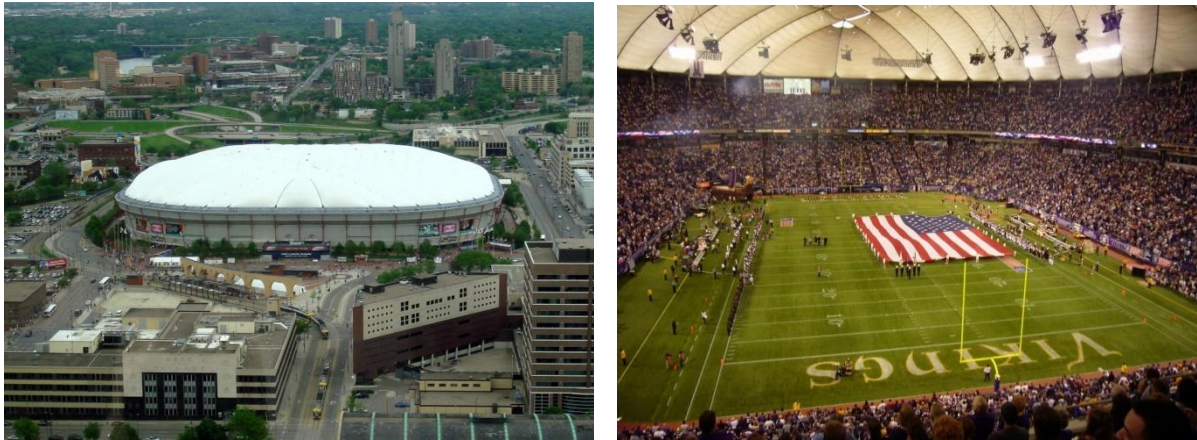


Рис. 14. Стадион «Хьюберт Хамфри Метродом», Миннеаполис

«СкотиабанкСаддледом» (*ScotiabankSaddledome*) открылся в 1983 году в Калгари, Канада. Его возведение было продиктовано двумя причинами. Первой стал переезд в город команды НХЛ «Атланта Флеймс», которая нуждалась в новой арене. Вторая - это Зимние Олимпийские игры 1988 года, тогда на арене прошли соревнования по хоккею и фигурному катанию.



Рис. 15. Внешний вид Арены «СкотиабанкСаддледом», Калгари (Канада)

Спроектировал арену ГрэмМаккорт, её внешний облик в виде седла не раз удостоивался различных архитектурных премий, это самое большое сооружение в мире с крышей в виде гиперболического параболоида. Его строительство встало в 97,7 млн. долларов, в пересчёте на сегодняшний день это 202 миллиона.

Изначально арена могла вместить 16 600 зрителей, но к олимпиаде была произведена реконструкция и это число возросло до 20 240. До 1995 года «Саддледом» оставался самой вместительной ареной НХЛ, но было принято решение установить дополнительные люксы, это привело к уменьшению вместимости до нынешних 19 289 мест.

Первым в мире стадионом с движущейся крышей стал «Роджерс Центр», построенный в 1989 году в Торонто (Канада). Его крыша открывается и закрывается всего за 20 минут. Его вместимость 50 000 зрителей.

Стадион является домашней ареной команды по канадскому футболу «Торонто Аргонавтс» и бейсбольной «Торонто Блу-Джейс».



Рис. 16. Стадион «Роджерс Центр», Торонто

Самый большой в мире купол, выполненный в виде однослойной структуры по схеме «lattice» принадлежит спортивно-концертному комплексу «*Nagoya Dome*» в Японии, построенному в 1997 году. Купол диаметром 188 м состоит из стержней из стальных труб диаметром 65 см и длиной 10 м. Высота 67 м, площадь поверхности 48 тыс. м². Комплекс рассчитан на 40 тыс. зрителей.



Рис. 17. Спортивный комплекс «NagoyaDome», Япония

«*Миллениум*» — стадион в городе Кардифф (Уэльс). Вместимость — более 74 500 зрителей. На стадионе проводят свои игры национальные сборные Уэльса по футболу и регби. Самый вместительный в мире крытый стадион с естественным газоном.

Стадион был открыт в июне 1999 года. Это второй по вместимости стадион в мире с полностью выдвигающейся крышей.



Рис. 18. Стадион «Миллениум», Кардифф

Таким образом, можно проследить значительное увеличение вместимости стадионов. Если первый в мире крытый стадион вмещал всего 6 тысяч человек, то к концу XX века эта цифра уже превышала 70 тысяч человек.

1.4 Строительство крытых спортивных сооружений в XXI веке

Сегодня крытые стадионы - неременный атрибут современного спорта. Поэтому новое спортивное сооружение делают или сразу крытым, или же оснащают его раздвижной крышей.

В 2004 г. было закончено строительство *Крытого конькобежного центра* в Крылатском, представляющего собой сегмент круга радиусом 117 м с центральным углом - 160°. Проект разработан Моспроектом-4. ЦНИИСК принял участие в рабочем проектировании несущих конструкций покрытия и осуществлял научно-техническое сопровождение их изготовления и монтажа. Покрытие образовано деревометаллическими фермами. Система парных радиальных ферм пролётом 2х50,4 м посередине покрытия через кольцевую балку подвешена к вантам, которые через центральный стальной пилон высотой 50 м и подкрепляющие его две оттяжки передают усилие на фундамент.

Спортивный комплекс «*Крылатское*» – уникальное сооружение международного уровня как по архитектурно-инженерным решениям, так и по техническому оснащению, его смело можно поставить в один ряд с олимпийскими ледовыми аренами, построенными в Нагано (Япония, 1998); Хамаре (Норвегия, 1994); Солт-Лейк-Сити (США, 2002). Вместимость конькобежного центра – 10 000 зрителей.

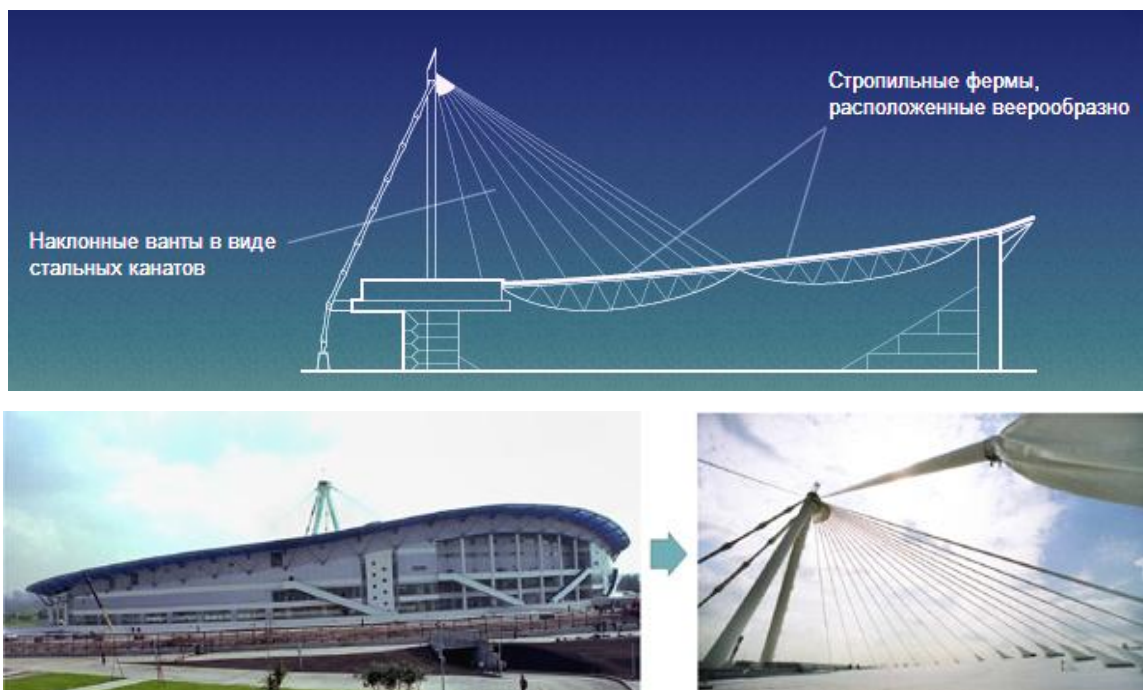


Рис. 19. Спортивный комплекс «Крылатское» в Москве, Россия

В 2005 г. закончен монтаж конструкций покрытия футбольно-легкоатлетического манежа в Казани (рис. 20). Форма покрытия в плане — овал размерами 90,7x178 м. Однотипные несущие стальные конструкции покрытия представляют собой комбинированную систему из сжато-изогнутого верхнего пояса — арки и растянутого провисающего нижнего пояса-затяжки, объединённых распорками. Система элементов покрытия по верху объединена связями, образующими жёсткий диск покрытия.



Рис. 20. Футбольно-легкоатлетический манеж в Казани

В 2006 г. закончено строительство *Ледового дворца спорта* на Хорошевском шоссе. Строительство нового Ледового дворца началось 2 ноября 2005 года. Арена вмещает 14 тысяч зрителей и является второй по вместительности хоккейной ареной в СНГ после «Минск-Арены».

Провисающее покрытие диаметром 100 м состоит из наружного опорного контура, внутреннего кольца и радиальной системы изгибно-жестких нитей. Рабочий проект последних двух объектов выпущен ОАО «ГК-Техстрой» при участии ЦНИИСК, где также выполнено научно-техническое сопровождение изготовления и монтажа несущих конструкций.

К современным конструктивным формам относятся пространственные стержневые системы, образуемые на основе многократно повторяющихся элементов.

Универсальный Олимпийский зал «Дружба» в Лужниках в Москве (рис. 21) имеет основной демонстрационный зал вместимостью 1,5-4 тыс. зрителей (при трансформации) с ареной 42х42 м, рассчитанной на 12 видов спорта при оптимальной видимости всех соревнований.

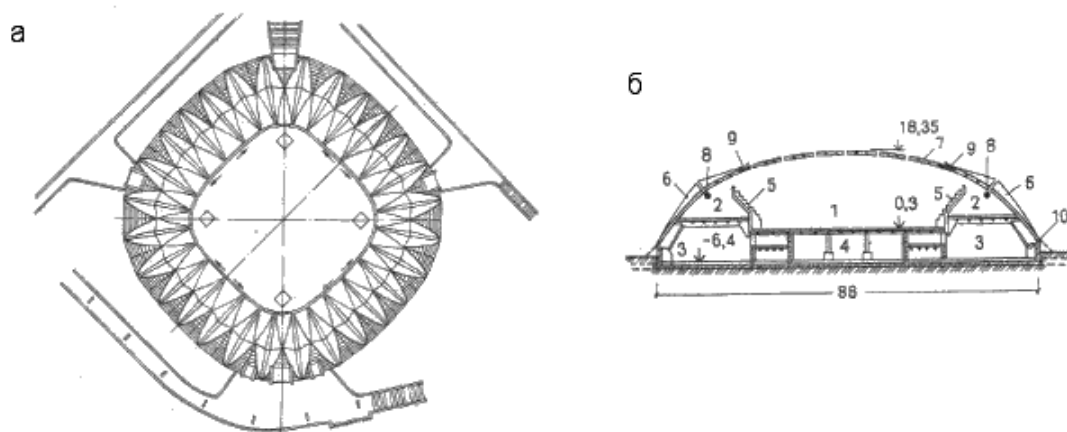


Рис. 21. - Универсальный спортивный зал «Дружба», в Лужниках (Москва): а - план покрытия; б - разрез; 1 - демонстрационный зал; 2 - фойе; 3 - тренировочные залы; 4 - технические помещения; 5 - трибуны; 6 - складчатая оболочка; 7 - сферическая оболочка; 8-10 – кольца

Зал покрыт пологой сферической оболочкой, опертой на 28 наклонных опор из сборно-монолитных складчатых оболочек двойкой кривизны. Наклонное расположение опор позволило увеличить габариты первого этажа и за счёт этого разместить в нём четыре тренировочных зала и четыре спортивные площадки, вписанные в единый центрально-симметричный объём с ярко выраженной тектоничностью архитектурной формы.

Здание спортивного центра префектуры *Такамацу* (рис. 22) в Ниигате (Япония) имеет арену 42x42 м с двусторонними трибунами вместимостью 1,3 тыс. мест и рассчитан на 17 видов спорта. Компактность объёма позволяет рационально поярусно разместить основные функциональные группы помещений: для обслуживания зрителей — на первом этаже, для спортсменов - на втором, зал - на третьем. Сама объёмная осесимметричная форма, образованная сочетанием двух оболочек двойкой кривизны (покрытие и нижнее перекрытие), на пространственном опорном контуре, лежащем на четырёх мощных пилонах, индивидуальна и исполнена образной символики.

В 2007 году на месте старого стадиона «Уэмбли» (1923 г.) был открыт новый. Старый «Уэмбли», известный также как EmpireStadium, был одним из самых известных футбольных стадионов мира до момента его сноса в 2003 году. *Новый «Уэмбли»* (рис. 23) был спроектирован архитектурными компаниями FosterandPartners и Populous.

В основу дизайна нового 90-тысячного «Уэмбли» легла форма «чаши» с раздвижной крышей. Также он может использоваться как атлетический стадион: для этого проектом предусмотрена возможность возведения временной платформы на нижних ярусах.

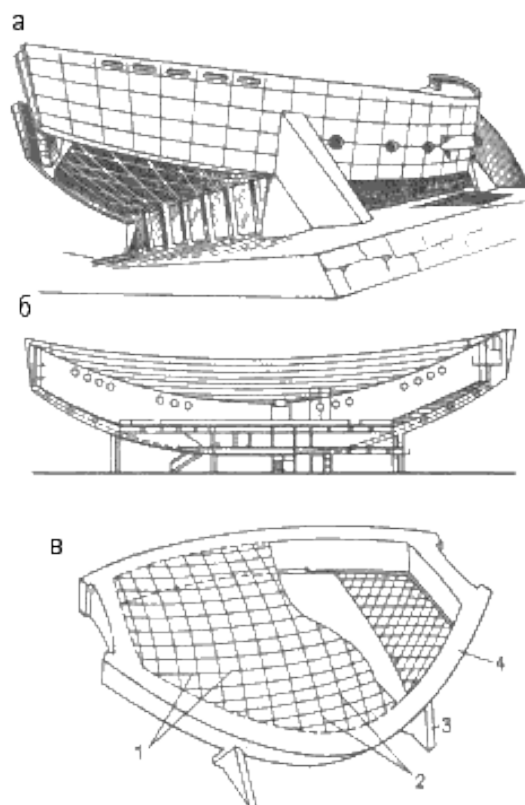


Рис. 22. Спортивный центр в Ниигате (Япония): а - общий вид; б - продольный разрез; в- схема несущих конструкций: 1 - несущие ванты; 2 - стабилизирующие ванты; 3 - опоры; 4 - бортовой элемент

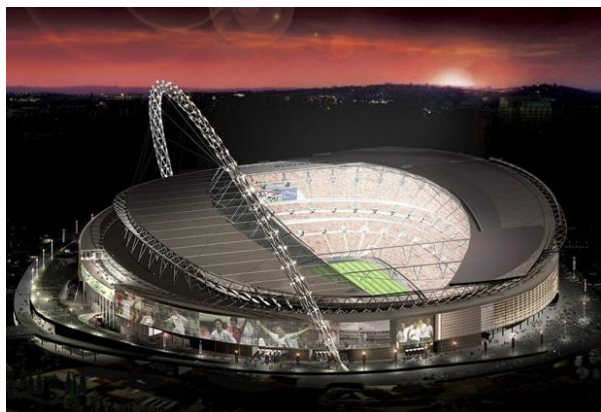


Рис. 23. Внешний вид стадиона «Уэмбли», Лондон

Отличительной чертой стадиона является решётчатая арка с круглым сечением диаметром 7 метров и протяжённостью 315 метров, возвышающаяся на высоте 133 метра. Арка поддерживает весь вес

северной крыши и 60 % веса выдвижной крыши на южной стороне. Арка стадиона является самой длинной незакрепленной структурой крыши в мире. Крыша стадиона находится на высоте 52 метров над уровнем футбольного поля.

По сравнению с 39 ступенями оригинального «Уэмбли», ведущими в королевскую ложу, на новом стадионе 107 ступеней.

На стадионе также предусмотрена система платформ, которая может быть задействована при необходимости использования стадиона для выступлений атлетов. При использовании этой системы вместимость стадиона снизится до 60 000 мест. На данный момент на новом «Уэмбли» не проходило ни одного атлетического соревнования.



Рис. 24. Крупный план арки «Уэмбли»

Площадь крыши стадиона составляет 40 000 м², из них 13 722 м² приходится на передвижные части. Главной причиной для использования раздвижной крыши было стремление избежать тени на футбольном поле, так как травяное покрытие требует прямых солнечных

лучей для эффективного роста. Ангус Кэмпбелл, главный архитектор стадиона, также заявил, что его целью было обеспечить естественное солнечное освещение футбольного поля для матчей с начала мая по конец июня, с 15 до 17 часов, когда проводятся матчи Кубка Англии и чемпионата мира. Дизайн раздвижной крыши минимизирует тени, отбрасываемые на футбольное поле, так как крыша может сдвигаться на восток, запад и юг. Тем не менее, полного отсутствия тени на футбольном поле с 15 до 17 часов в финалах Кубка Англии достичь не удалось: так, в финале 2007 года на части поля была тень от крыши.

В 2008 году в Индианаполисе, США, был построен стадион «Лукас Ойл». Его вместимость 66 000 человек.

Многофункциональный стадион «Лукас Ойл» был построен для проведения домашних матчей команды НФЛ «Индианаполис Колтс» и других спортивных соревнований.



Рис. 25. Стадион «Лукас Ойл», Индианаполис

В 2009 году в Арлингтоне (США) построен самый большой в мире крытый стадион- «Ковбойз Стэдиум», вмещающий 110 000 зрителей. Кроме того, эта арена оборудована огромными 50-метровыми экранами, самыми большими в мире. Гигантский двусторонний цветной экран высокого разрешения под кодовым наименованием Jerry-Tron занесли в Книгу

Рекордов Гиннеса как крупнейший в мире. “EverythingisbiggerinTexas” («В Техасе всё больше»).

Его построили специально для команды НФЛ «Даллас Ковбойз».



Рис. 26. Стадион «КовбойзСтэдиум» (Арлингтон, США)

В 2010 году построен «НаньтунСтэдиум» (*NantongStadium*), г. Наньтун. Вместимость 32 244 зрителей. Является вторым в мире стадионом олимпийского формата, оборудованным закрывающейся крышей. Первый такой был построен в японском городе Оита, проект крыши которого использован при строительстве данного стадиона.



Рис. 27. «НаньтунСтэдиум», Наньтун (Китай)

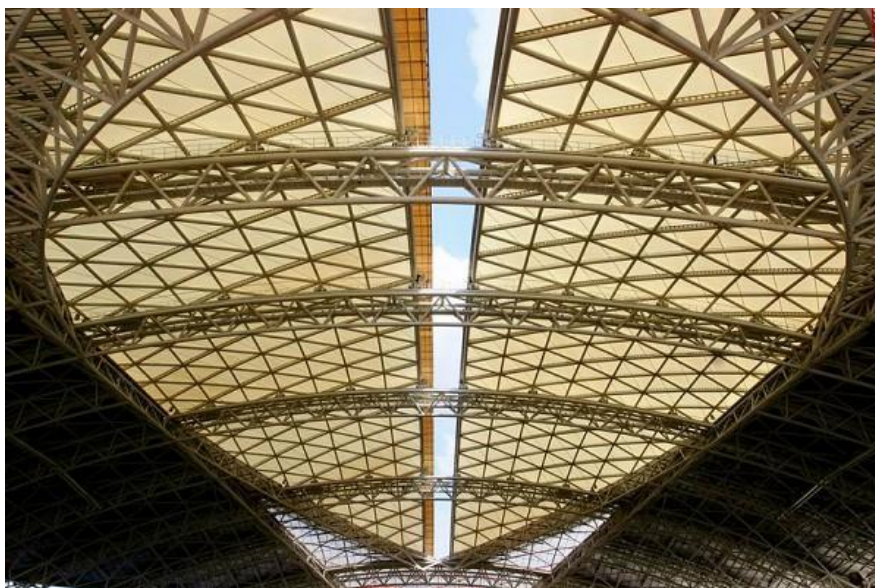


Рис. 28. Крыша «НаньтунСтэдиум»

21 августа 2010 года состоялось открытие ледовой арены, получившей имя «Боссард Арена» (*Bossard Arena*). В южной части арены расположены полуоткрытый каток и площадь «Аренаплатц» – самая большая площадь города.



Рис. 29. Фасад «Боссард Арены», г. Цуг (Швейцария)

Одной из особенностей арены является зигзагообразная крыша (её профиль изображён на логотипе арены), на которой расположено 2 050

элементов солнечных батарей, общей площадью в 3000 квадратных метра. Батареи имеют производительность около 200 тыс. киловатт-часов.



Рис. 30. Элементы солнечных батарей на крыше «Боссард Арены»

Под самой крышей по периметру здания расположены окна дневного света, которые являются характерным элементом для многих арен в Швейцарии. Само здание двухэтажное, особое внимание при проектировании было уделено безопасности.



Рис. 31. Трибуны «Боссард Арены»

Трибуны «Боссард Арены» двухъярусные, они способны вместить 7 015 болельщиков. 4 280 мест сидячие, остальные 2 735 стоячие, они находятся на нижнем ярусе за обоими воротами. Сектора арены разделены достаточно широкими лестницами с подсветкой.

В Китае в городе Ордос в 2011 году был построен стадион «ОрдосСтэдиум» (*OrdosStadium*). Вместимость 45 076. Является третьим в мире стадионом олимпийского формата с закрывающейся крышей. Узнаваем также благодаря арке над стадионом. В настоящее время используется в основном для футбольных матчей.

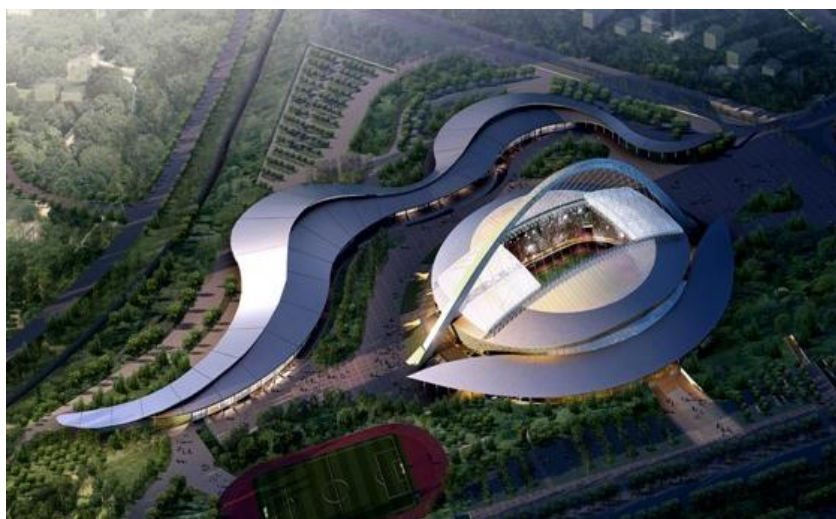


Рис. 32. Стадион «ОрдосСтэдиум», г.Ордос (Китай)



Рис. 33. Поле «ОрдосСтэдиум»

В филиппинской столице Маниле полным ходом идёт строительство ультрасовременного стадиона «*PhilippinesArena*» – самого большого крытого стадиона в мире, его открытие запланировано на 2014 год.

Его вместимость в 50 тысяч зрителей вовсе не является большой по глобальным меркам, но её планируется увеличить в два раза – возможна установка дополнительных сидений на поле. В таком случае, «*PhilippinesArena*» и вовсе будет одним из самых крупных стадионов нашей планеты. Причём крыша будет стационарной, а не раздвижной, как у большинства арен.

Проект стадиона «*PhilippinesArena*» разработали специалисты из международной архитектурной компании Populous, а заказчиком строительства выступила национальная филиппинская церковь *IglesianiCristo* (Церковь Христа). На этой арене, как ожидается, будут проходить и спортивные состязания, и официальные мероприятия, и концерты, и богослужения самой упомянутой Церкви.



Рис. 34.«*PhilippinesArena*», Манила (Филиппины)

В числе стадионов, которые примут Чемпионат мира по футболу 2018 года, будет большая спортивная арена «Лужники» в Москве.

По словам министра спорта Виталия Мутко, сегодняшний стадион не соответствует ряду требований ФИФА, в том числе по численности, безопасности и комфорту. По правилам ФИФА, вместимость такого стадиона должна составлять 80 тысяч человек.

Летом 2013 года было разработано три варианта реконструкции арены стадиона «Лужники». 18 июля городские власти представили руководству Международной федерации футбола (ФИФА) концепции стадиона. В каждой из них были свои особенности. Например, в двух вариантах предлагалось опустить арену на 3 - 4 или 7 - 8 метров для повышения вместимости стадиона. Однако это существенно увеличивало стоимость работ из-за необходимости создания сложной гидротехнической системы. При этом все три концепции предусматривали удлинение козырька стадиона. Более того, многие специалисты предлагали вообще снести стадион и на его месте построить новый. Большая спортивная арена не соответствовала ряду требований ФИФА, в том числе по численности, безопасности и комфорту. Снос «Лужников» с финансовой точки зрения был наиболее выгодным вариантом, ведь новое строительство дешевле, чем реконструкция старого строения. На месте исторической арены предлагалось возвести новейшее спортивное сооружение с оригинальным футуристическим дизайном. Компания, которая представила этот проект, работала над созданием знаменитого стадиона «Уэмбли».

Однако после ряда консультаций было принято решение о сохранении исторической части стадиона. Столичные власти не раз подчёркивали, что внешний облик здания не изменится - основные стены и фасад арены будут сохранены, демонтаж коснётся только трибун и отдельных конструкций. В связи с решением о сохранении старых стен

проект вновь нужно было согласовывать с ФИФА. После переговоров и совещаний с членами федерации началась разработка единой концепции главного стадиона страны. Осенью 2013 года Москву снова посетила делегация Международной федерации футбола, которая одобрила планы по реконструкции «Лужников».

В ноябре 2013 года столичные власти объявили открытый конкурс на управляющую компанию, которая смогла бы взять на себя функции проектировщика, а затем самостоятельно реконструировать арену. В начале декабря такая компания была определена - это ОАО «Мосинжпроект» (институт по изысканиям и проектированию инженерных сооружений и коммуникаций). Работы по реконструкции обойдутся в сумму до 30 миллиардов руб. В 2013 году после Чемпионата мира по лёгкой атлетике «Лужники» закрыли на реконструкцию. Активные работы по реконструкции начались в 2014 году.

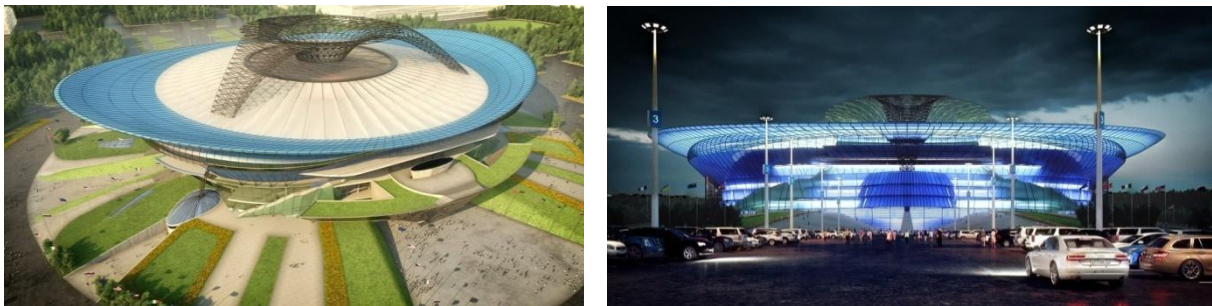


Рис. 35. Отклоненный проект реконструкции стадиона «Лужники», Москва

История самого известного российского долгостроя — стадиона «Зенит» на Крестовском острове — может войти в учебники по управлению строительством. Сроки строительства переносились уже много раз, завершение стройки отодвинулось уже на девять лет. Бюджет превысил первоначальные ожидания властей Санкт-Петербурга более чем в пять раз. Вместимость стадиона — 70 000 (полная).



Рис. 36. Проект стадиона «Зенит» в Санкт-Петербурге

В 2007 году началось строительство. Планируется сдать стадион либо в конце 2016-го, либо в начале 2017 года.

На стадионе «Зенит» дорогостоящая крыша (вся конструкция стоит порядка 5 млрд. рублей) и системы искусственного климата. Футбольное поле выкатывается со стадиона целиком, чтобы лучше росла трава. Чтобы такое стало возможным, пришлось под трибунами сделать огромный проём с пролётом 100 метров. Ещё есть более 50 лифтов и десятки тысяч метров коммерческих площадей. Наконец, в смету входит светомузыкальное оборудование последнего поколения для концертов.

Первый матч на строящемся стадионе провели ещё в 2009 году. Команда генподрядчика и заказчиков нанесла сокрушительное поражение со счетом 3:0 команде субподрядчиков.

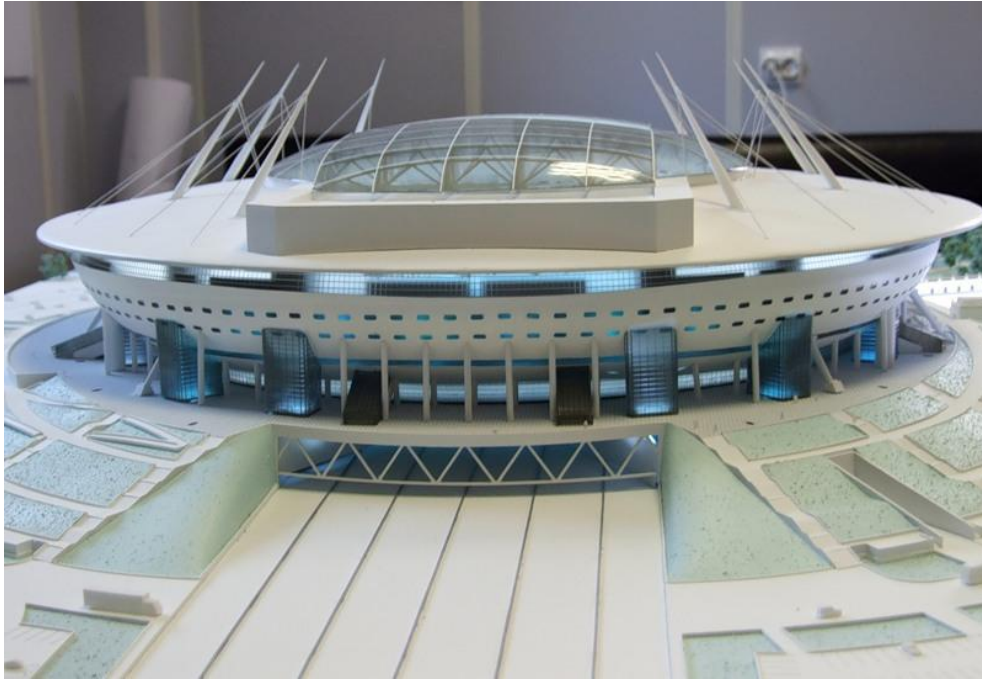


Рис. 37. Макет стадиона «Зенит» в Санкт-Петербурге

Современные крытые спортивные сооружения отличаются оригинальностью внешнего облика, большой вместимостью, необычными формами и конструкциями покрытия. И, несмотря на то, что в России крытое спортивное строительство начало развиваться значительно позднее, чем в США и Европе, современные российские стадионы ничем не уступают зарубежным.

Заключение по главе 1

Для проведения спортивных соревнований в присутствии большого числа зрителей, при любой погоде и в любое время года в крупных городах должны строиться крытые спортивные арены.

Крытое строительство спортивных сооружений впервые началось в США в 20-е годы, где стали вводиться разнообразные технические решения намного раньше, чем в других странах. Немного позднее, в 30-е годы, спортивные сооружения стали строиться в Европе, в России данное строительство началось позднее, в 50-е годы, и осуществлялось уже с учётом накопленного опыта строительства сооружений, не используя в достаточной степени многообразие решений покрытий спортивных сооружений.

Крытые арены делятся на малые и большие:

- *малые арены* – для тенниса, баскетбола, волейбола и других видов спорта;
- *большие арены* – для футбола, легкой атлетики, конькобежного спорта и других.

Историко-эволюционный анализ развития крытых спортивных сооружений представлен в виде сводной таблицы 1, данной в приложении.

Итак, ***большепролётными конструкциями*** называют несущие конструкции перекрытий, отличающиеся увеличенной несущей способностью при малой материалоемкости, применяемые для сооружения перекрытий больших пролётов (от 36 м). Несмотря на отсутствие единого определения, здания и сооружения с ***большепролётными конструкциями*** – это сложные строительные объекты. И все они, как с пролётами свыше 36 м, так и с пролётами более 100 м, имеют повышенный уровень ответственности, а это значит, что все они требуют дополнительных мер безопасности в ходе разработки проекта, строительства и эксплуатации.

Для изготовления большепролётных конструкций используют различные материалы, в том числе древесину, железобетон и металл. Кроме этого большепролётные системы выполняются из специальных тканей, а в отдельных элементах могут применяться тросы и углепластик.

Применение большепролётных конструкций даёт возможность максимально использовать несущие качества материала и получить за счёт этого лёгкие и экономичные покрытия. За рубежом построено довольно много крытых спортивных арен различного типа. В России крытые сооружения построены в Москве, Санкт-Петербурге, Казани. Крупные спортивные сооружения, такие как легкоатлетические манежи, футбольные поля или ледовые арены, строятся по современным технологиям с необычными конструктивными элементами кровли. Примером может послужить спортивный комплекс «Крылатское» (г. Москва, 2004 г.), поражающий своим масштабным величием и сложной конструктивной системой кровли.

Крупные крытые спортивные сооружения сложно вписать в городскую застройку, они трудозатратны в эксплуатации по сравнению с малыми открытыми аренами. Но крытые спортивные сооружения обладают существенным преимуществом – многофункциональностью, позволяющей их использовать для многих мероприятий различного характера.

2. Архитектурно-конструктивные особенности большепролётных спортивных сооружений

2.1 Объёмно-планировочные решения крытых спортивных сооружений

Объёмно-планировочное решение – это система размещения помещений в здании.

Основной элемент спортивного сооружения - главный зал. Его объёмно-планировочное решение определяют два основных фактора - размеры спортивной арены и вместимость трибун для зрителей.

В спортивных залах могут быть предусмотрены:

- малые арены (8x8, 12x18, 18x36 и 22x42 м);
- средние арены (30x61 м);
- большие арены (60x100 м (футбол), 75x126 (футбол и беговая дорожка)).

Средняя, так называемая хоккейная арена, используется также для фигурного катания и для всех видов спорта, требующих малых арен. В многофункциональных залах дворцов спорта применяют хоккейную арену.

Здания с крытой большой ареной представляют собой уникальные сооружения. Каждый крытый стадион должен иметь в своём составе один-два спортивных зала для тренировочных занятий и разминок перед соревнованиями. Их оптимальный размер 36x18 м, кроме крытых стадионов с хоккейной ареной, где тренировочный зал должен иметь размер 65x34 м и возможность намораживания льда.

Всякий стадион, независимо от размеров и назначения арены, представляет собой спортивный объект демонстрационного характера. Форма трибун на современном стадионе определяется принципами хорошей видимости, удобства и безопасности загрузки и эвакуации зрителей и во многом координируется графиками их движения. Тем самым архитектура стадионов ориентирована на комфорт зрителей.

Трибуна – это место вокруг арены стадиона, где на малом пространстве скапливаются многотысячные массы зрителей, являющееся источником как положительных, так и негативных эмоций. Соблюдение всех предъявляемых к трибунам требований, которые зачастую противоречат друг другу, привело к нахождению её идеальной современной формы, к точному математическому выражению кривой видимости, вынудило найти пределы этой видимости. Линия предела видимости вокруг арены стадиона определила целесообразную форму трибун, которая является результатом точного математического расчёта, с учётом особенностей данного стадиона и его пространственной и планировочной композиции, различной на разных стадионах.

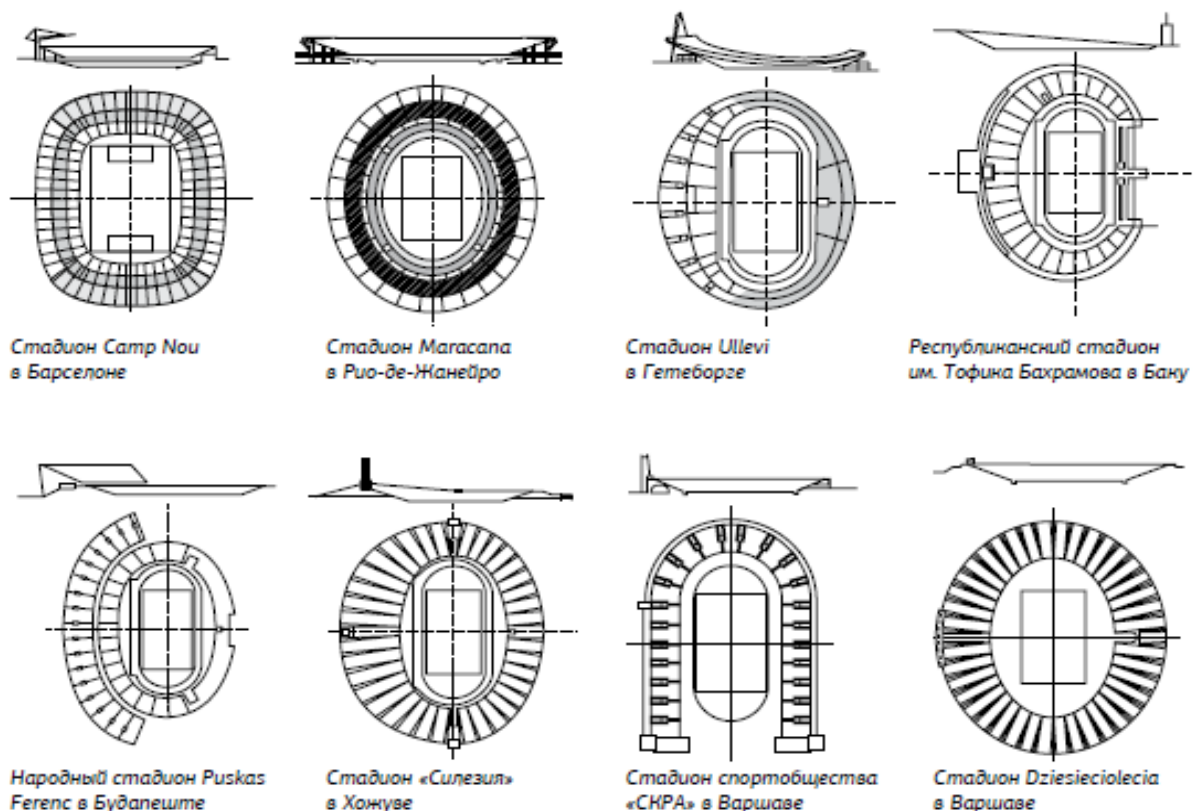


Рис. 38. Формы трибун на современных стадионах. Планы и разрезы (ярусные трибуны заштрихованы)

Проектирование многофункциональных залов связано с взаимной группировкой видов спорта на основе их требований к размерам арен (Табл. 1). Вид спорта, в свою очередь, определяет предельное удаление зрителей и расположение контрольной фокусной точки видимости F. Размер арены, предельная удалённость и вместимость трибун взаимосвязаны. Чем больше арена (при одном и том же предмете наблюдения), тем меньше вместимость трибун. Поэтому для одинаковых предельных удалений в залах заданных габаритов зону трибун (а, следовательно, их вместимость) определяют при максимальных размерах арен. Это даёт минимальную вместимость, но благоприятную видимость всех видов соревнований. Наоборот, при одинаковых или близких размерах арены, но разных предельных удалениях схему размещения зрительских мест принимают по минимальному из предельных удалений, что обеспечивает комфортное условие зрительного восприятия всех остальных игр.

Таблица 1. Параметры многофункциональных спортивных залов

№ группы многофункциональных залов	Вид спорта	Размер арены (бассейна), м	Число видов спорта, доп-е размерами арены	Размещение контрольной фокусной точки F по условиям видимости	Предельное удаление, м	Максимальная вместимость амфитеатральных трибун при превышении луча зрения 12 см, чел.
I	Водные: плавание, прыжки в воду, водное поло	21x50	3	<u>Плавание</u> - F на поверхности воды по оси, ближайшей к трибуне дорожки; <u>Прыжки</u> - F на поверхности	60,2	5400

				воды по оси устройства для прыжков		
II	Ледовые: хоккей, фигурное катание	30x61	17*	F у ближайшего края арены по верху борта	69	8060-9360**
III	Тяжелая атлетика	12x18	7	F на поверхности помоста (ринга) по ближайшему к трибуне краю	60	8900-10 400
IV	Игровые	18x36 и 22x42	14; 15	F на поверхности поля по ближайшей к трибуне его границе	60	5300-8400
V	Гимнасти ческие	22x42	15			4300-7800
VI	Футбольн ые и легкоатле тические с беговой дорожкой	75x126	30	F на высоте 0,5 м по оси ближайшей дорожки	190	32 600-34 900

* При смене льда или его изоляции щитами, коврами

** Диапазон вместимости определен в зависимости от формы зала и возможности установки временных зрительских мест на арене

Размещение зрительских мест в плане (рис. 39) определяют из условий предельного приближения зрителей первого ряда к арене по допустимому горизонтальному углу зрения ($2 \times 72^\circ = 144^\circ$). В исключительных случаях (при больших аренах) допускается угол 160° . Внешняя граница расположения зрительских мест строится для самого неблагоприятного случая (объект наблюдения в дальнем от зрителя углу

арены) засечками окружности с радиусами, равными предельной удалённости для каждого вида спорта.

Зона размещения зрительских мест в разрезе строится исходя из размещения фокусных точек (рис. 39), требований превышения луча зрения (12 см) и исключения зрительного искажения наблюдаемого предмета игры или игры в целом, для чего вертикальный угол зрения не должен превышать 37° . Поскольку координаты фокусных точек F для большинства спортивных соревнований не совпадают, при построении подъёма рядов зрительских мест исходят либо из самого невыгодного положения F , либо (что более экономично) из расположения точки F для спортивного зрелища, которому по его популярности или другим мотивам будет отводиться максимальное время эксплуатации зала.

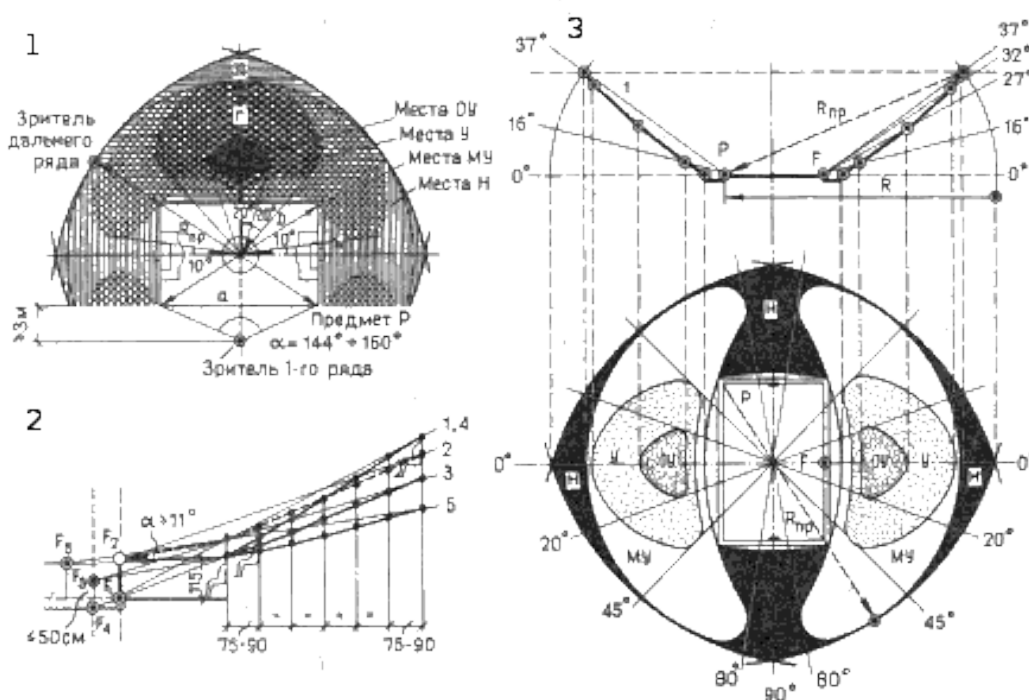


Рис. 39. Условия видимости в спортивно - демонстрационных залах (по В. Савченко): 1 - зоны комфортной видимости в плане (по результатам свободного заполнения трибун); 2 - фокусные точки; 3- схема комплексной комфортности (план и разрез): P- предмет видимости; $R_{пр}$ - предельное расстояние до предмета видимости; D - диагональ арены; a, б - длина и ширина арены; F1-5 - фокусные точки; 1-5 - кривые подъёма трибун при соответствующих фокусных точках

Качество зрительских мест, построенных на основе приведённых параметров, различно. Как видно из обобщённых кривых качественной оценки мест (рис. 39), наилучшие по условиям видимости места располагаются вдоль продольной оси арены и концентрируются у перпендикуляра к её центру.

Размещение трибун помимо условий видимости диктуется вместимостью зала и требованиями его трансформации для различных видов спорта (в многофункциональных залах) или спорта и зрелищ (в универсальных залах). При малой вместимости зала (до 10-15 тыс. зрителей) возможно одностороннее расположение трибун относительно арены, являющееся оптимальным для трансформации. При средней вместимости (20-30 тыс.) применяют двухстороннее расположение трибун, с трёх сторон при вместимости до 40 тыс., а при большей вместимости - круговое с центральным или эксцентричным расположением арены. Форму зала - квадратную в плане (с размещением арены параллельно сторонам или диагоналям квадрата), прямоугольную, овальную или круглую - строят как описанную или вписанную фигуру по отношению к диаграмме расположения зрительских мест с максимумом мест категорий ОУ и У.

Совмещение схем различного расположения трибун с этой диаграммой свидетельствует о следующем. При малой вместимости с односторонним расположением зрительских мест возможно применение круглой и равновеликой квадратной форм плана в двух вариантах (квадрат и квадрат с ареной, расположенной по его диагонали) при некоторых преимуществах у круглой и диагональной форм.

При двухстороннем расположении трибун наилучшие условия видимости обеспечивает применение равновеликих овальной или прямоугольной формы плана, описывающих обобщённую диаграмму при

совпадении продольной оси зала с поперечной осью арены. Однако при обеих таких формах плана и центральном расположении арены в случае трансформации универсального зала теряется значительная часть зрительских мест. Поэтому более целесообразно по условиям трансформации эксцентричное расположение арены, если оно не вызывает снижения вместимости зала ниже заданной величины.

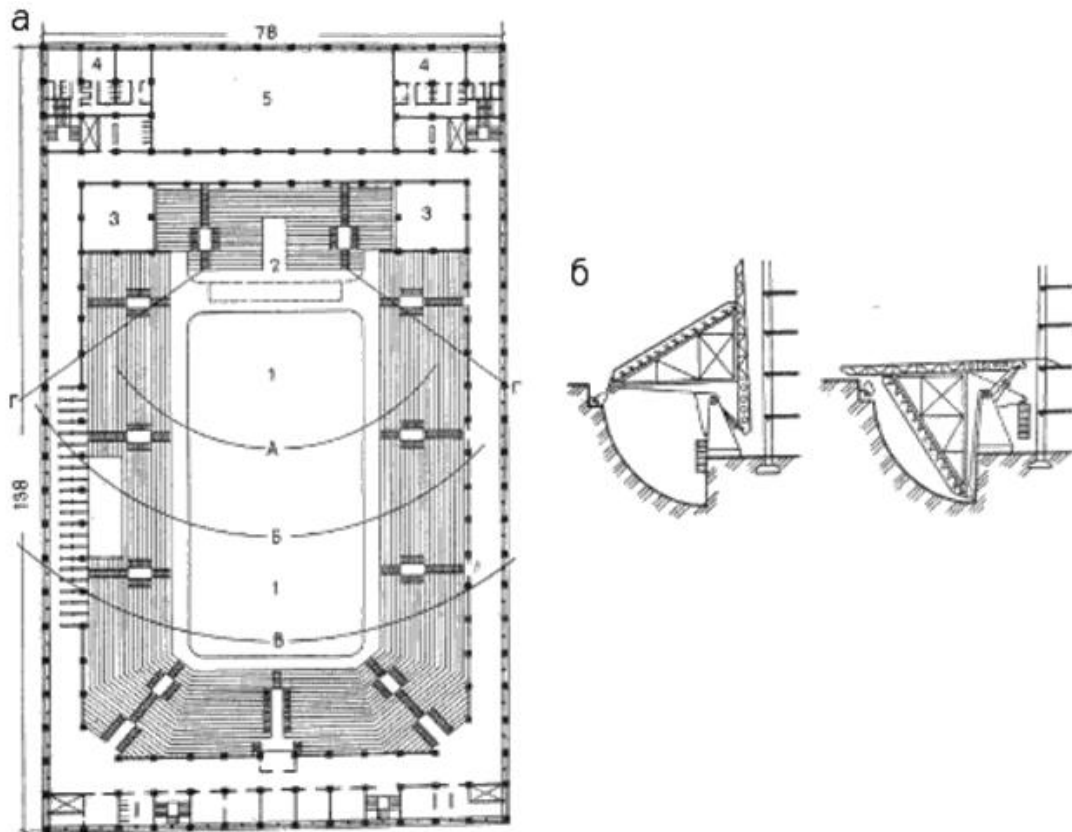


Рис. 40. Дворец спорта: а - план; б - схема трансформаций трибун и сцены (по А. Кистяковскому); 1 - арена 30x61 (34x70 м); 2- трансформируемая сцена; 3- технические помещения; 4 - раздевалки; 5 - тренировочный зал: А - предельное расстояние видимости для театра; Б - то же, для концертов; В - то же, для кино; Г - граничные линии расположения зрительских мест

При круговом расположении зрительских мест применяют овальную, круглую и прямоугольную формы планов с расположением продольной оси зала вдоль поперечной или продольной оси арены. Последний вариант наименее целесообразен как по расположению зрительских мест (значительное число их расположено по торцам игрового поля и имеет

предельную удалённость), так и из-за больших потерь мест при трансформации (Рис. 40).

Сравнение трёх основных форм при равновеликих площадях свидетельствует об их относительной функциональной равноценности: при овальной и прямоугольной формах с наибольшего числа мест можно наблюдать игру фронтально, при круговом плане возрастает число неудобных мест по отношению к торцам арены, но уменьшается удалённость задних рядов.

Центральное размещение арены в залах с круговыми трибунами делает трансформацию особенно невыгодной из-за потери большого числа мест, поэтому большинство крупнейших залов (Олимпийские дворцы спорта в Риме, Олимпийский стадион в Москве и др.) используют не как универсальные, а как многофункциональные спортивные залы, сохраняющие и при трансформации своё основное назначение.

Если же круглый зал с кольцевыми трибунами необходимо использовать универсально, более целесообразно применять эксцентричное размещение арены. Этот приём выгоден не только в отношении трансформации зала (при устройстве концертов или кинопоказа теряется меньше мест), но и для объёмно-планировочной компоновки здания в целом: подтрибунное пространство сосредоточено под высокой трибуной, что упрощает размещение в нём обслуживающих и вспомогательных помещений.

Средствами трансформации служат членение зала перегородками, размещение части зрительских мест на арене, присоединение к объёму зала некоторых примыкающих помещений (фойе и др.) путём использования мобильных перегородок, расположенных между залом и этими помещениями, трансформация части трибун. Так, например, трибуны крытого стадиона, универсального зала Дружбы и большинства

других олимпийских сооружений содержат стационарную и мобильную части, причём стационарным обычно служит верхний ярус трибун.

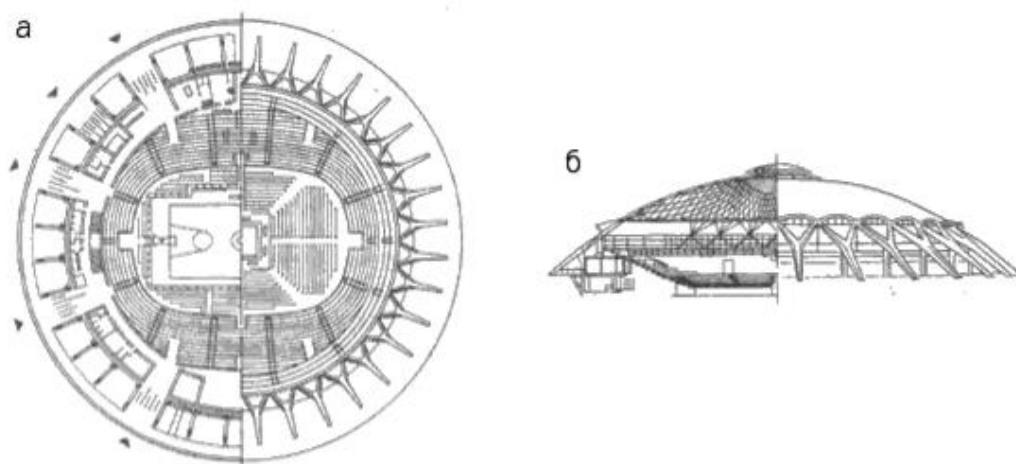


Рис. 41. Малый Дворец спорта в Риме: а - планы: на уровне пола (слева), на уровне верха наклонных опор (справа) с вариантами трансформации арены; б - разрез (слева) и фасад

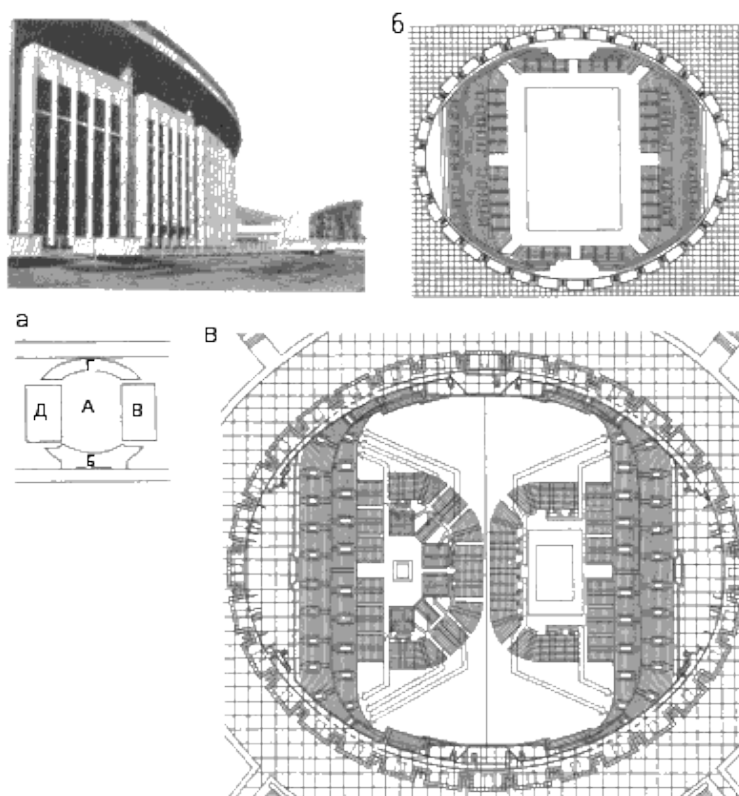


Рис.42. Крытый стадион на проспекте Мира в Москве общий вид; а - схема зонирования; б, в - планы трансформации основного зала: А - демонстрационная зона; Б - зона обслуживания зрителей; В, Д - тренировочные зоны; Г - административно-хозяйственная зона

При вместимости трибун свыше 10 тыс. мест подтрибунное пространство используется под обслуживающие помещения (раздевалки, душевые, фойе, буфеты и пр.). Характерными примерами реализации подобного объёмно-планировочного принципа компоновки здания служат такие внешне различные объекты, как универсальный Олимпийский зал «Дружба» в Лужниках в Москве и здание спортивного центра префектуры Такамацу в Ниигате (Япония).

Зал «Дружба» имеет основной демонстрационный зал вместимостью 1,5-4 тыс. зрителей (при трансформации) с ареной 42x42 м, рассчитанной на 12 видов спорта при оптимальной видимости всех соревнований (предельное удаление 68 м). Зал покрыт полой сферической оболочкой, опёртой на 28 наклонных опор из сборно-монолитных складчатых оболочек двойкой кривизны. Наклонное расположение опор позволило увеличить габариты первого этажа и за счёт этого разместить в нём четыре тренировочных зала и четыре спортивные площадки, вписанные в единый центрально-симметричный объём с ярко выраженной тектоничностью архитектурной формы (рис. 43).

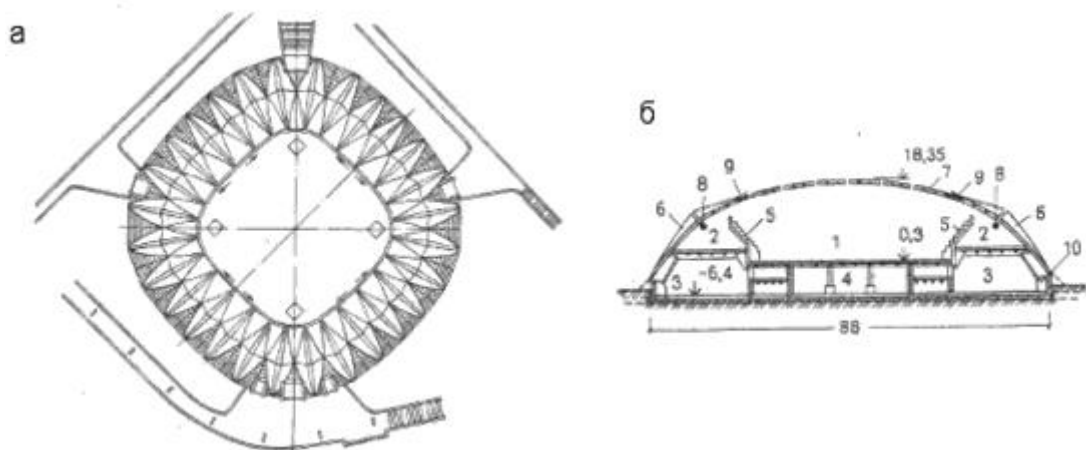


Рис. 43. Универсальный спортивный зал «Дружба», в Лужниках (Москва): а - план покрытия; б - разрез; 1 - демонстрационный зал; 2 - фойе; 3 - тренировочные залы; 4 - технические помещения; 5 - трибуны; 6 - складчатая оболочка; 7 - сферическая оболочка; 8-10 - кольца

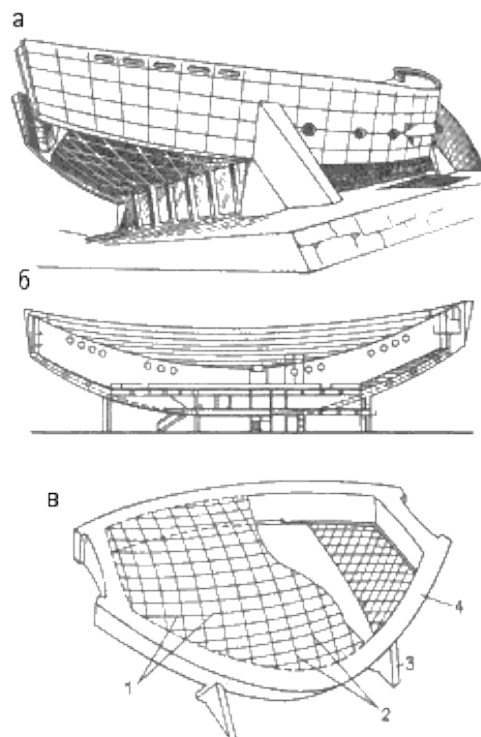


Рис. 44. Спортивный центр в Ниигате (Япония): а - общий вид; б - продольный разрез; в- схема несущих конструкций: 1 - несущие ванты; 2 - стабилизирующие ванты; 3 - опоры; 4 - бортовой элемент

Спортивный центр в Ниигате имеет арену 42x42 м с двусторонними трибунами вместимостью 1,3 тыс. мест и рассчитан на 17 видов спорта, что при радиусе предельного удаления в 40 м обеспечивает комфортное зрительное восприятие. Компактность объёма позволяет рационально поярусно разместить основные функциональные группы помещений: для обслуживания зрителей — на первом этаже, для спортсменов - на втором, зал - на третьем. Сама объёмная осесимметричная форма, образованная сочетанием двух оболочек двоякой кривизны (покрытие и нижнее перекрытие), на пространственном опорном контуре, лежащем на четырёх мощных пилонах, индивидуальна и исполнена образной символики (рис. 44).

Из обоих примеров видно влияние конструктивной формы покрытия на архитектурную форму. И это не случайно, так как конструкция покрытия составляет от 60 до 100% наружных ограждений зданий.

Именно эти обстоятельства заставляют тщательно анализировать объёмно-планировочное решение крупных залов, чтобы выявить экономически оправданный объём трансформации и соответственно характер использования зала - универсального или многофункционального.

Сказанное подтверждает, что выбор формы крупного спортивного зала в плане подчинён требованиям видимости и трансформации. А выбор очертания покрытия зависит от функционально-технологических габаритов, вместимости и акустики. Технологические габариты обусловлены требованиями каждого вида спорта к высоте зала H .

Максимальную высоту 14 м необходимо предусматривать в зданиях крытых бассейнов с вышками для прыжков в воду, 12 м - для крытых стадионов, 8 м - для тенниса, 7 и 6 м - для остальных видов спорта. При малой вместимости трибун форма покрытия может быть двускатной, сводчатой (с радиусом кривизны, не менее чем вдвое превышающим высоту зала). По мере роста вместимости трибун их верхние ряды могут приблизиться к высотной отметке зала H или подняться выше неё, тогда нормативная высота зала уже не лимитирует выбор формы покрытия. Переход к вогнутой (висячей) форме покрытия в этих случаях экономит объём зала (рис. 45,IV).

Объёмно-планировочное решение крупного спортивного здания в целом может иметь сложную объёмную форму, образованную цепочкой разновеликих соподчинённых объёмов: крытого зала, помещений для обслуживания зрителей, тренировочных залов и т. п. или в виде единого объёма, включающего в нижний ярус и подтрибунное пространство зала все остальные помещения здания. Последнее решение наиболее распространено. В этих случаях основной зал - его форма и принятое размещение трибун - способствует формированию ряда характерных по

внешнему облику типов сооружений. Так, одностороннее расположение трибун в квадратном зале определяет асимметричную внешнюю форму, часто с открытыми опорами трибун. Для зданий с формой плана «квадрат по диагонали» характерно применение покрытий из жёстких оболочек или висячих конструкций, симметричных при центральном и асимметричных при боковом размещении арены.

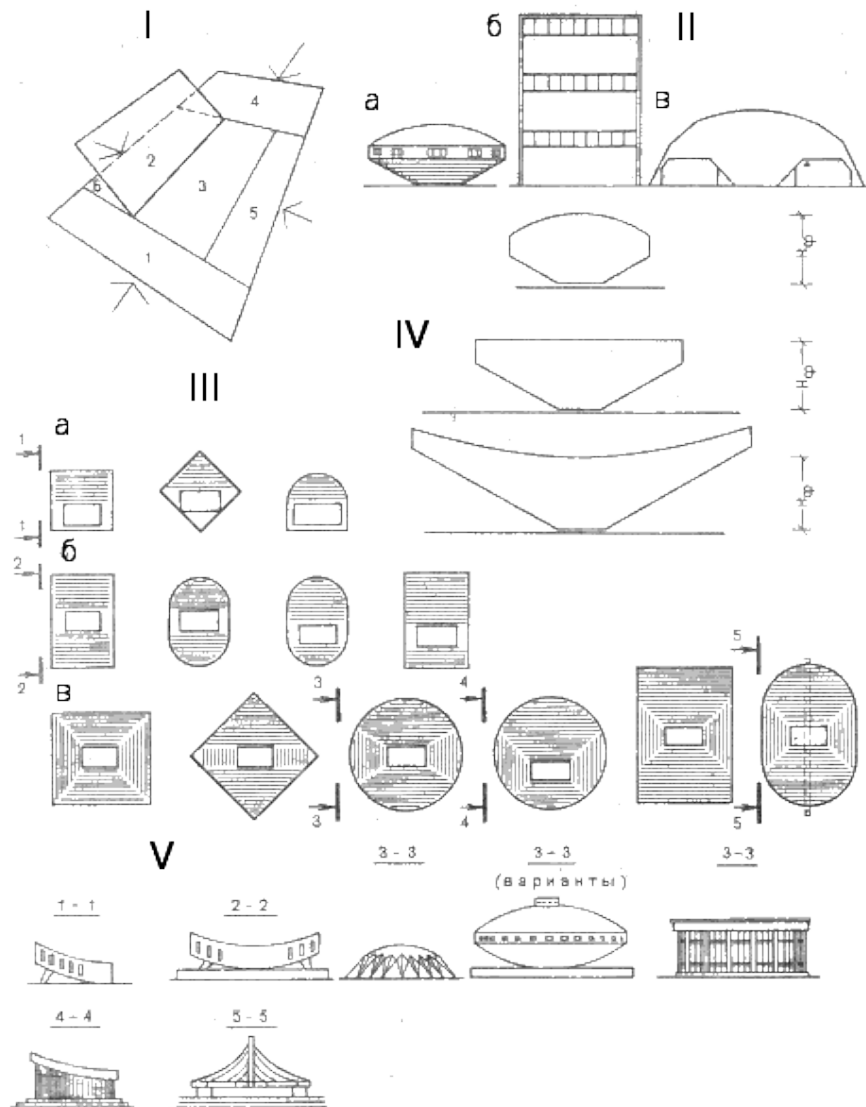


Рис. 45. Спортивные здания: I - функциональная схема демонстрационного спортивного сооружения: 1 - помещения для зрителей; 2 - трибуны; 3 - арена; 4 - помещения для спортсменов и судей; 5 - то же, административно-хозяйственные; б - пресса и телевидение; II - основные объёмно-планировочные типы спортивных зданий: а - однозальное одноэтажное; б - многозальное многоэтажное; в - двухъярусное; III - схемы планов и размещения трибун в залах вместимости: а - малой; б - средней; в - большой; IV - влияние вместимости на выбор формы покрытия; V - влияние вместимости и схемы расположения трибун на формирование внешнего облика здания

Для круглых в плане зданий с центрально расположенной ареной при тех пролётах, когда экономически целесообразно устройство купольного покрытия, стала популярной форма здания в виде зерна чечевицы, нижнюю часть которого описывает кривая подъёма зрительских мест, а верхнюю - купол. В этих случаях подсобные и вспомогательные помещения, как правило, располагают в стилобате, над которым размещена «чечевица» зала. Для круглых залов большой вместимости с пролётами свыше 80 м наиболее экономична висячая конструкция покрытия, которая при центральном расположении арен обычно не получает выявления на фасадах здания (рис. 45, V). Более индивидуальный характер объёму здания придают висячие системы с опорным замкнутым контуром двойной кривизны или ломаным.

Из числа функциональных параметров на выбор формы покрытия наибольшее влияние оказывают (рис. 45):

- принятые план, вместимость, характер размещения зрительских мест (в спортивных и зрелищных зданиях);
- величины пролётов покрытий.

В мировой практике для выставочных, многофункциональных зрительных и спортивных залов используют ограниченное число форм планов: прямоугольник, трапецию, овал, круг, многоугольник.

2.2 Конструктивные особенности крытых спортивных сооружений

Форма плана зала и величины его пролётов не определяют однозначно форму покрытия. Большое влияние на её выбор оказывают не только план, но и обусловленная функциональными особенностями форма здания. Как известно, в демонстрационных спортивных залах вместимость и расположение трибун определяют асимметричную или центрально-симметричную композицию здания, с которой должен быть согласован выбор формы покрытия. С асимметричной формой здания хорошо гармонируют висячие покрытия, с симметричной - как сводчатые, так и висячие. Для центральных в плане зданий применимы центричные же конструкции покрытий (купольных, мембранных).

Окончательный выбор формы покрытия помимо функциональных определяется конструктивными, технологическими, технико-экономическими и архитектурно-художественными требованиями. Согласно последним, конструкция уникального большепролётного здания должна способствовать созданию выразительной, тектоничной, индивидуальной, масштабной архитектурной формы. Внедрение пространственных висячих конструкций и конструкций из жёстких оболочек дало беспрецедентные и многовариантные архитектурные возможности. Комбинируя различные типы, число, размеры элементарных оболочек, архитектор с помощью конструктора может добиться требуемого масштабного членения формы и индивидуализации её облика, оригинально разместить проёмы верхнего света в покрытии.

Так, например, только для покрытия треугольного в плане помещения могут быть применены пологая оболочка на выпуклом контуре, комбинированное покрытие из четырёх треугольных в плане оболочек положительной кривизны, из трёх — отрицательной и одной — положительной кривизны и т. д. Одним из наиболее оригинальных по

конструкции и выразительных по архитектурной форме является покрытие треугольного в плане выставочного здания в Париже комбинированной оболочкой в виде сомкнутого из трёх лотков свода пролётом 206 м. Лотки состоят из двух волнистых оболочек, раскреплённых через каждые три волны диафрагмами жёсткости. Использование волнистой формы позволило решить не только чисто конструктивную задачу (достигнуть устойчивости тонкой оболочки), но и обеспечило масштабность композиции этого уникального здания, а традиционная для архитектуры камня система сомкнутого свода получила индивидуальную и остро современную тектоническую трактовку. Столь же индивидуальной и современной оказалась композиционная трактовка железобетонного крестового свода покрытия над квадратным планом здания крытого Олимпийского катка в Гренобле.

Естественно, однако, что в наибольшей степени современный характер архитектуре большепролётных покрытий железобетонными жесткими оболочками придают присущие только им комбинации геометрических форм в виде волнистых куполов и сводов, элементарных или комбинированных фрагментов оболочек с поверхностями отрицательной кривизны или комбинации из оболочек произвольной геометрической формы.

Архитектурно-композиционные возможности висячих систем покрытий непосредственно связаны с их конструктивной формой, возможностями её индивидуализации и тектоничного выявления в объёмной форме здания. В этом отношении наибольшими возможностями обладают висячие покрытия шатрового типа, покрытия на пространственном контуре, а также различные варианты комбинированных висячих систем. В чрезвычайном разнообразии внешнего облика зданий, которое обеспечивает применение висячих

покрытий на замкнутом пространственном контуре, можно убедиться, сопоставив такие олимпийские объекты Москвы, как крытый велотрек и спортивный зал в Измайлове. К сожалению, мало способствует индивидуальности внешнего облика здания применение ряда технически наиболее эффективных висячих конструкций, например, одно- или двухпоясных систем с горизонтальным кольцевым опорным контуром над круглыми или эллиптическими в плане зданиями. Несущая конструкция с малой стрелой провиса не выявляется во внешней форме здания, а в интерьере обычно бывает скрыта подвесными потолками или осветительными установками. Здания с покрытиями такого типа обычно имеют композицию в виде круглого периптера, антаблемент которого — кольцо опорного контура, а колонны — поддерживающие его стойки (Дворец спорта «Юбилейный» и Олимпийский зал в Санкт-Петербурге, Олимпийский дворец спорта на проспекте Мира в Москве и др.).

Наряду с несущими конструкциями покрытий в композиции зальных общественных зданий значительную роль играют наружные, как правило, ненесущие стены. Образным выражением их ненесущей функции может служить выполнение их с незначительным отклонением от вертикали, придающее зданию характерный силуэт (сужающийся или расширяющийся книзу).

Значительную часть поверхности наружных стен зальных зданий занимают светопрозрачные витражные конструкции. Их композиционные свойства и членения обогащаются при сочетании в конструкции двух-трёх светопрозрачных материалов, например, профильного и листового стекла.



Рис. 46. Олимпийский стадион в Монреале

Крытые стадионы являются одним из тех типов зданий, которые играют значительную роль в градостроительстве и выступают в качестве архитектурно-художественной доминанты в застройке и планировке городов. Сила воздействия и значимость таких сооружений определяется прежде всего как часть крупных спортивных ансамблей, создание которых требует освоения или реконструкции больших городских территорий, решения различных транспортных проблем и больших работ по их благоустройству. Примерами могут служить спортивный зал «Комазава» в ансамбле парка Комазава в Токио. Основной архитектурной особенностью крытых стадионов является взаимосвязь их внешнего и внутреннего образа с принятой конструктивной системой их перекрытия и методами её возведения.

Ниже приведены планы и разрезы крытых стадионов, здесь применены плоские перекрытия по стальным фермам («Штадтхалле» в Вене), купола из сборных железобетонных элементов (Малый и Большой дворцы спорта в г. Риме), сетчатые купола (Дворец спорта в Мехико), подвесные системы в виде гиперболического параболоида (спортивный зал в Людвигсгафене), седлообразные покрытия (крытая спортивная арена в

Рэлее), мембраны (крытые стадионы в Москве, крытый велотрек, универсальный спортзал в Измайлове) и др.

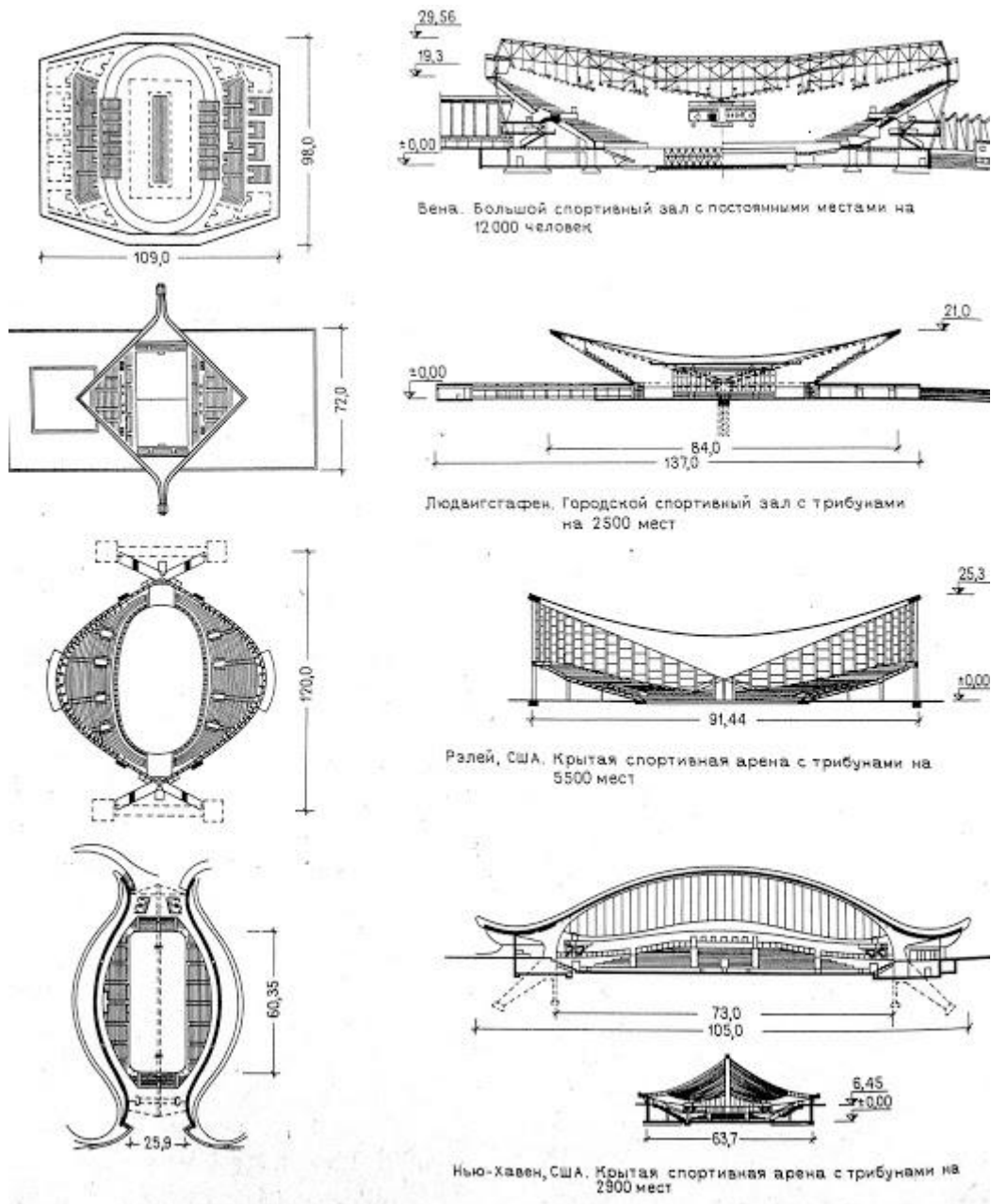


Рис. 47. Стадионы в Вене, Людсвигсгафене, Рэлее и Нью-Хавене. Планы и разрезы

Эмоциональное воздействие архитектуры интерьеров крытых стадионов бывает даже значительнее впечатления от их внешнего вида.

Эта особенность находит своё объяснение в том, что именно внутри ощущается размер перекрываемого пролёта и прочитывается принцип работы конструктивной системы. Ярким доказательством могут служить интерьеры плавательного бассейна Йойоги в Токио, Малого дворца спорта в Риме, крытого велотрека в Москве или Дворца спорта в Мехико. Выразительности и красочности интерьеров спортивных сооружений во многом содействует залитая светом хоккейная «коробка» или игровое поле с цветным синтетическим покрытием, с ярко выявленными линиями разметки площадок.

В лучших спортивных сооружениях композиция строится на выявлении работы основных несущих и несомых конструкций. Это отчётливо выражено в сооружениях комплекса Йойоги, куполах римских крытых стадионов, мембранном перекрытии универсального спортивного зала в Измайлове, мачтах и вантовых сетях покрытия мюнхенских олимпийских сооружений, в предельно ясном и лаконичном образе зимнего стадиона в Скво-Велли (США).

Во многих спортивных сооружениях система перекрытий органически связана с их планировочной схемой, в частности с приёмом расположения зрительских мест. Это положение на практике подтверждают такие сооружения, как крытая спортивная арена в Нью-Хавене, где абрис внешнего контура трибун, определённый стеной, на которой закреплено вантовое покрытие, почти совпадает с кривой наилучшего расположения зрительских мест. То же положение имеет место в бассейне Йойоги. Крытая спортивная арена в Рэлее и городской спортивный зал в Людвигсгафене являются примерами полного соответствия выбранной конструкции оптимальному абрису трибун.



Рис. 48. Спортивный комплекс Йойоги

Зал Штадтхалле в Вене имеет 12 тысяч постоянных мест. Первый ярус его трибун при устройстве велотрека убирается при помощи механической трансформации. Зал перекрыт двумя металлическими фермами-рамами в направлении продольной оси арены, на которые опирается система поперечных трехпролётных ферм. Такая система перекрытий определилась стремлением создать наиболее выгодную форму потолка и получить при этом минимальный объём здания.

Городской спортивный зал в Людвигсгафене с трибунами на 2500 мест перекрыт висячей вантовой конструкцией в форме гиперболического параболоида, подвешенной к двум мощным наклонным железобетонным рамам, заанкеренным по продольной оси здания. Форма этих рам является следствием создания оптимального расположения зрительских мест.

Крытая спортивная арена в Ралее (шт. Северная Каролина, США) имеет трибуны на 5500 мест. Здание перекрыто однопоясной висячей конструкцией седлообразной формы. Опорами перекрытия являются две наклонные железобетонные арки параболического очертания, пересекающиеся на продольной оси здания.

Крытая спортивная арена в Нью-Хавене (США) имеет трибуны на 2900 зрителей. Здание перекрыто параболической аркой пролётом 79 м с

консолями по 12 м, поставленной по продольной оси арены. На арку крепится вантовая конструкция из сетки стальных тросов, поддерживаемая по наружному контуру здания двумя бетонными стенами.

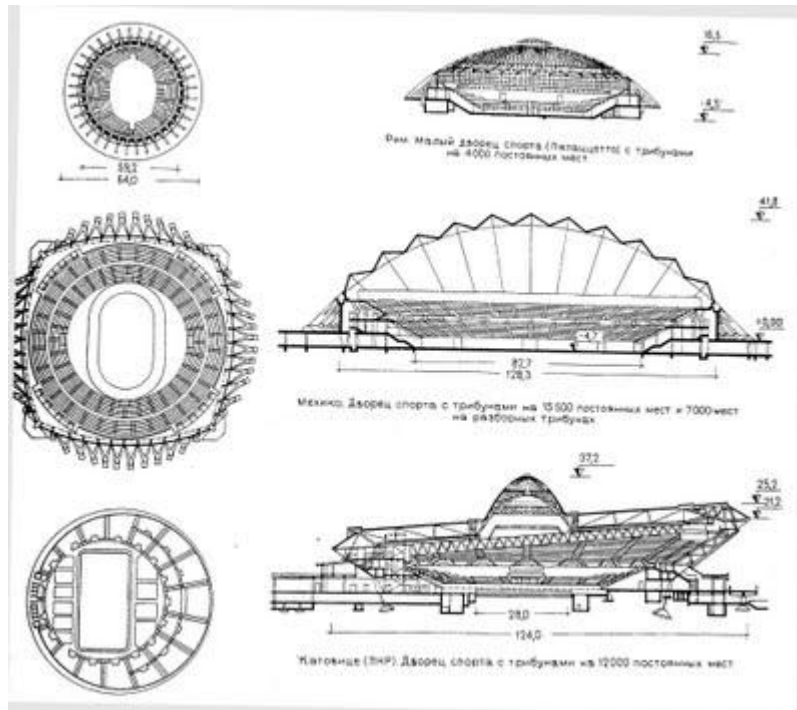


Рис. 49. Стадионы в Риме, Мехико и Катовицах. Планы и разрезы

Малый спортивный зал в Риме с трибунами на 4000 постоянных мест перекрыт армоцементным куполом из сборных элементов. Сильно выступающие за контуры здания наклонные опоры воспринимают распорные усилия. Здание является прекрасным примером решения конструктивных задач в гармоническом сочетании с архитектурными требованиями.



Рис. 50. Малый Дворец спорта в Риме

Дворец спорта в Мехико вмещает 15 500 зрителей на постоянных трибунах и 7000 зрителей на трибунах разборных. Здание перекрыто сетчатым куполом, составленным из стержневых треугольников, объединённых в пространственные многоугольники, вершины которых соединены тягами. Заполнение конструктивной сетки выполнено из лёгких деревянных клеёных панелей с необходимыми изолирующими материалами и наружным покрытием медными листами.



Рис. 51. Дворец спорта в Мехико

Дворец спорта в Катовицах имеет трибуны на 12000 постоянных мест. Эксцентричное расположение игрового поля обеспечивает более гибкое использование зала для различных мероприятий. Достоинством сооружения является система его вантового покрытия, поддерживающего эксцентрично поставленный купол стальной конструкции. Сооружение имеет три кольца жёсткости: одно под трибунами, второе по контуру кровли и третье у основания купола. Трибуны располагаются по стальной консольной конструкции, уравнивающей эксцентриситет купола.



Рис. 52. Дворец спорта в Катовицах

Дворец спорта в г. Тольятти имеет трибуны на 3000 постоянных мест и 2000 временных мест в партере. Здание перекрыто по металлическим фермам. Кроме главного зала, имеющего спортивную арену 30х61 м, имеется универсальный зал 48х24 м, а также залы для бокса и борьбы 24х18 м, настольного тенниса и хореографии - 4 зала по 12х12 м.



Рис. 53. Дворец спорта в Тольятти

Крытый зимний стадион в Скво-Велли (США) вмещает на своих трибунах 8000 зрителей. Стальные балки крыши поддерживаются вантами, переброшенными через наклонные стойки и заанкеренными у основания этих балок. Шаг стоек 9,9 м. Все балки соединены в замке шарнирно. Южная трибуна может быть раскрыта в сторону конькобежной дорожки и лыжных трамплинов.

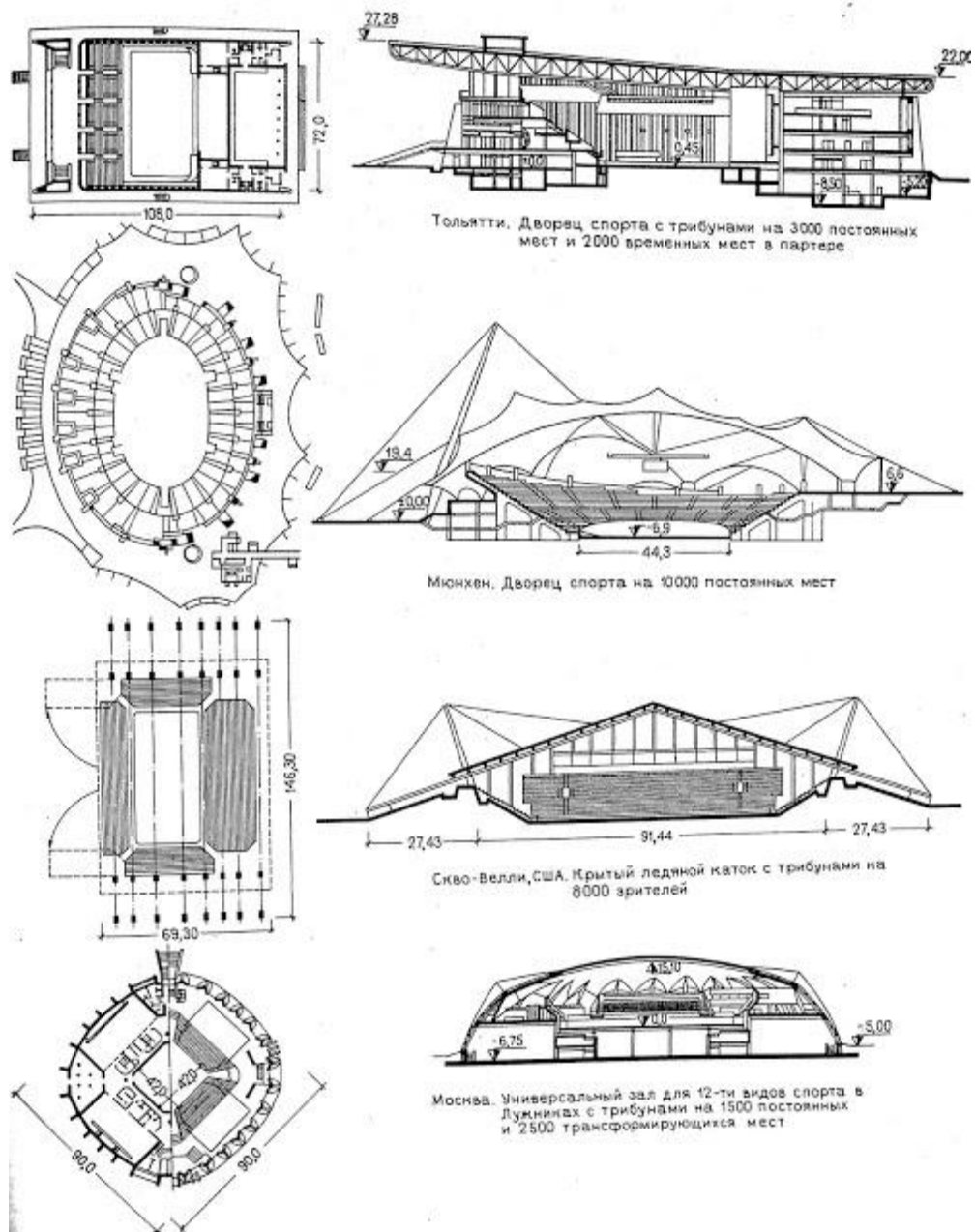


Рис. 54. Стадионы в Тольятти, Мюнхене, Скво-Велли и Москве. Планы и разрезы

Дворец спорта в Мюнхене рассчитан на 10000 зрителей. Здание перекрыто сетчатым покрытием, подвешенным к стальным мачтам-опорам. Для более мобильного использования зала при проведении зрелищных мероприятий, конгрессов и выставок игровая арена смещена с оси

симметрии трибун. Нижний ярус трибун запроектирован разборным, что позволяет размещение на арене велотрека.



Рис. 55. Дворец спорта в Мюнхене

Универсальный зал для 12 видов спорта на Центральном стадионе в Москве имеет трибуны на 1500 постоянных и 2500 трансформирующихся зрительских мест. Размеры игрового поля 42 х 42 м. Покрытие представляет собой сферическую оболочку, опирающуюся на складчатую конструкцию, которая передаёт распор и вертикальные реакции на фундаментную плиту. Все элементы конструкции сборные. В цокольном этаже четыре тренировочных теннисных корта. На первом этаже— раздевалки для катка.



Рис. 56. Велотрек в Крылатском

Велотрек в Крылатском имеет трибуны на 6000 зрителей. Длина трека 333,3 м при ширине 10 м. Площадь, вписанная в велотрек, используется под лёгкоатлетические площадки и беговую дорожку. Перекрытие решено в виде двух мембранных седловидных оболочек,

закреплённых на четырёх наклонных бесшарнирных арках пролётом 168 м, пяты которых соединены затяжками. Наружные арки опираются на консоли трибун, а внутренние объединены связями в пространственный блок и не имеют промежуточных опор. Мембранное покрытие выполнено из рулонированных сварных стальных полотнищ толщиной 4 мм по направляющим из стальных полос 750х6 мм, расположенных через каждые 6,3 м.

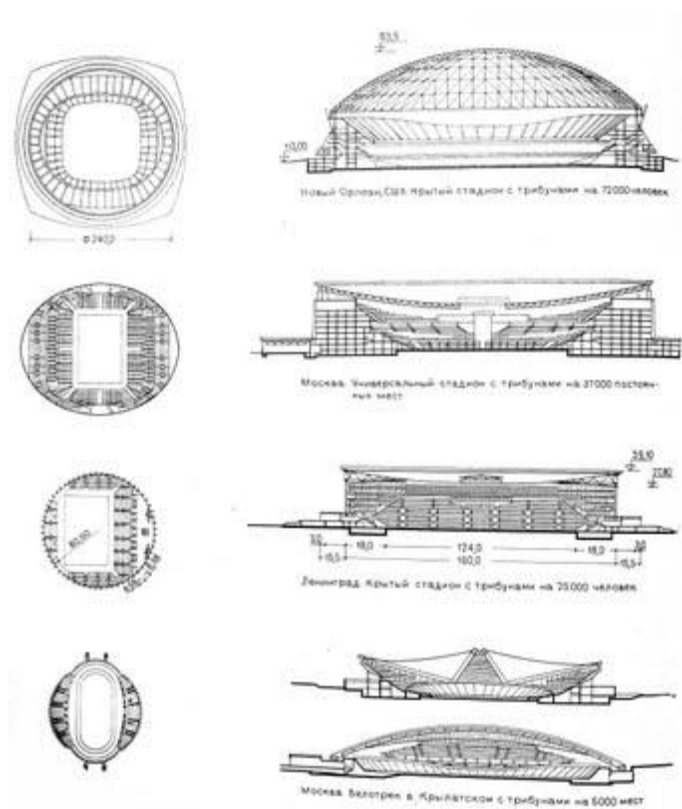


Рис. 57. Стадионы в Новом Орлеане, Москве и Ленинграде. Планы и разрезы

Крытый стадион «Супердоум» в Новом Орлеане (США) вмещает 72 тысячи зрителей. Спортивная арена 112х112м позволяет проводить игры в футбол и бейсбол. Здание имеет наружный диаметр 240 м, перекрыто металлическим куполом системы «Ламела», состоящим из основных рёбер, расходящихся от вершины к опорному кольцу, и широтных поясов ферм. Элементы, соединяющие основные рёбра с широтными поясами, идут параллельно основным рёбрам. Все элементы имеют одинаковое

сечение, не превышающее 2 м. Диаметр купола 210 м, стрела подъема 33 м. Общая высота здания 83 м. Для противодействия отсасывающим силам в центре купола подвешена гондола с телевизионными экранами, громкоговорителями и системой освещения - общим весом 68 тонн.



Рис. 58. Стадион в Новом Орлеане

Таким образом, в практике строительства спортивных сооружений встречаются конструкции с явно выраженными несущими элементами типа ферм, балок и рам и с пространственными покрытиями в виде складок, оболочек, куполов, перекрестных и висячих систем из разных материалов.

Универсальное использование крытых стадионов предусматривает необходимость наличия многочисленного и разнообразного инвентаря, для хранения которого должны быть запроектированы обширные и удобно расположенные складские помещения.

2.3 Градостроительные требования к спортивным сооружениям

Одно из главных градостроительных и экономических требований к проектам спортивных сооружений - обеспечение возможностей их многоцелевого использования.

Функциональные требования сводятся к получению целесообразных объёмно-планировочных решений помещений и обеспечению кратчайших удобных связей между основными их группами. К ним относятся арена и помещения для спортсменов, трибуны и помещения для зрителей, помещения для прессы и телевидения, административно-хозяйственные и технические (см. рис. 45).

Три основные группы помещений: для спортсменов, зрителей и администрации, как правило, проектируют со своими входными и обслуживающими помещениями. Для спортсменов, тренеров и медицинского персонала помещения размещают на одном уровне с ареной, обеспечивая кратчайшие связи по горизонтали между ними. Кроме того, должны быть предусмотрены удобные связи помещений прессы и телевидения с ареной, помещений для спортсменов с администрацией.

Архитектурный облик большепролётных зданий в значительной степени определяется их ролью в композиции фрагмента окружающей городской застройки, функциональными особенностями зданий и применёнными конструкциями покрытий.

При разработке генеральных планов крупных демонстрационных спортивных зданий следует предусматривать пути эвакуации зрителей из расчёта 1 м ширины на 500 зрителей, свободные площади у входов и выходов из здания (0,32 м на зрителя), не менее двух входов и двух выходов на участок. Хозяйственный блок, гаражи и склады должны быть отделены от внешних входов и въездов на участок спортивного сооружения.

Общественные функции спортивных зданий требуют выделять перед ними значительные свободные пространства:

- 1) для перемещения больших потоков зрителей перед началом или по окончании зрелищ;
- 2) территорию для паркования индивидуальных автомашин.

Таким образом, независимо от назначения здания его размещение в застройке даёт возможность целостно воспринимать объём сооружения с удалённых точек зрения. Это обстоятельство определяет общие композиционные требования к архитектуре зданий: целостность и монументальность их облика и преимущественно крупный масштаб основных членений объёма.

Заключение по главе 2

Крытыми спортивными сооружениями называются такие сооружения, в которых основной функциональный процесс протекает в закрытом помещении. Крытые спортивные сооружения подразделяются на спортивные залы и корпуса, крытые теннисные корты, манежи, крытые бассейны, крытые катки, дворцы спорта и крытые стадионы.

Большепролётными конструкциями называют несущие конструкции перекрытий, отличающиеся увеличенной несущей способностью при малой материалоемкости, применяемые для сооружения перекрытий больших пролётов (от 36 м).

Несмотря на отсутствие единого определения, все эксперты согласны с тем, что здания и сооружения с большепролётными конструкциями – это сложные строительные объекты. И все они, как с пролётами свыше 36 м, так и с пролётами более 100 м, имеют повышенный уровень ответственности, а это значит, что все они требуют дополнительных мер безопасности в ходе разработки проекта, строительства и эксплуатации.

Для изготовления большепролётных конструкций используют различные материалы, в том числе древесину, железобетон и металл. Кроме этого большепролётные системы выполняются из специальных тканей, а в отдельных элементах могут применяться тросы и углепластик.

Применение большепролётных конструкций даёт возможность максимально использовать несущие качества материала и получить за счёт этого лёгкие и экономичные покрытия.


Современные крытые спортивные сооружения отличаются оригинальностью внешнего облика, большой вместимостью, необычными формами и конструкциями покрытия.

За рубежом построено довольно много крытых спортивных арен различного типа. Но несмотря на то, что в России крытое спортивное строительство начало развиваться значительно позднее, чем в США и Европе, современные российские стадионы ничем не уступают зарубежным.

В России крытые сооружения построены в Москве, Санкт-Петербурге, Казани. Крупные спортивные сооружения, такие как легкоатлетические манежи, футбольные поля или ледовые арены, строятся по современным технологиям с необычными конструктивными элементами кровли. Примерами могут послужить: спортивный комплекс «Крылатское» (Москва, 2004 год), Ледовый Дворец «Большой» и стадион «Фишт» (Сочи, 2012-13 года), «Казань-Арена» (Казань, 2013 год).

Крупные крытые спортивные сооружения сложно вписать в городскую застройку, они трудозатратны в эксплуатации по сравнению с малыми открытыми аренами. Но крытые спортивные сооружения обладают существенным преимуществом – многофункциональностью, позволяющей их использовать для многих мероприятий различного характера.

Приложение 1. Типологическая таблица историко-эволюционного анализа развития крытых спортивных сооружений

Внешний вид	Название объекта	Время и место строительства	Большепролётная конструкция
<u>Первый крытый стадион</u>			
	<p>«Вестмаунт» («Монреаль Арена»), Арена для игры в хоккей</p>	<p>1899 год, Монреаль, Канада</p>	<p>Стальные фермы</p>
<u>Крытые спортивные сооружения XX века</u>			
	<p>Дворец спорта «Юбилейный»</p>	<p>1967 год, Санкт-Петербург, Россия</p>	<p>Радиально-вантовое покрытие диаметром 94 м</p>

	<p>Дворец спорта имени Кожомкула</p>	<p>1974 год, Бишкек, Киргизия</p>	<p>Мембранно-балочная висячая система, размер в плане 43х65 м, толщина мембраны 2 мм</p>
	<p>Стадион «Олимпийский»</p>	<p>1980 год, Москва, Россия</p>	<p>Мембранная висячая оболочка с радиальными фермами, размер в плане 224х183 м, толщина мембраны 5 мм</p>
	<p>Дворец спорта профсоюзов</p>	<p>1981 год, Архангельск, Россия</p>	<p>Деревянные клеёные арки длиной 63 метра</p>

	<p>Стадион «Лужники»</p>	<p>1998 год, Москва, Россия</p>	<p>Усечённый купол-оболочка, наружные размеры 224x183 м, вылет козырька 63,5 м</p>
	<p>«Релэй-Арена»</p>	<p>1953 год, Северная Каролина, США</p>	<p>Однопоясная висячая конструкция седлообразной формы из тросов размером 92x97 м</p>
	<p>Стадион «РелэнтАстроном»</p>	<p>1965 год, Хьюстон, США</p>	<p>Купол диаметром 196 м</p>

	<p>Стадион «СтэйдОлимпик»</p>	<p>1973 год, Монреаль, Канада</p>	<p>Консольная кольцевая оболочка (железобетонные рамы вылетом до 50 м), центральная часть крепится к наклонной башне высотой 175 м с помощью вантовых конструкций</p>
	<p>«Стадион Супердоум»</p>	<p>1975 год, Новый Орлеан, США</p>	<p>Купол диаметром 212 м</p>
	<p>Спортивный комплекс «НагояДоум»</p>	<p>1997 год, Нагоя, Япония</p>	<p>Купол диаметром 188 м из стальных труб диаметром 65 см</p>

Крытые спортивные сооружения XXI века

	<p>Спортивный комплекс «Крылатское»</p>	<p>2004 год, Москва, Россия</p>	<p>Радиальные деревометаллические фермы длиной 2x50 м</p>
	<p>Стадион «Уэмбли»</p>	<p>2007 год, Лондон, Великобритания</p>	<p>Движущаяся крыша, поддерживаемая решётчатой аркой диаметром 7 м и длиной 315 м</p>
	<p>Стадион «КовбойзСтэдиум»</p>	<p>2009 год, Арлингтон, США</p>	<p>Раздвижная крыша, поддерживаемая металлическими решётчатыми арками</p>

	<p>Стадион «ОрдосСтэдиум»</p>	<p>2011 год, Ордос, Китай</p>	<p>Раздвижная крыша, поддерживаемая металлической решётчатой аркой</p>
	<p>Ледовый дворец «Большой»</p>	<p>2012 год, Сочи, Россия</p>	<p>Стальные фермы пролетами от 94 м до 54 м</p>
	<p>Стадион «Казань-Арена»</p>	<p>Июнь 2013 год, Казань, Россия</p>	<p>Металлические ригели пролётом 120 м</p>

	<p>Стадион «Фишт»</p>	<p>Ноябрь 2013 года, Сочи, Россия</p>	<p>Две стальные арки пролётом 285 м</p>
	<p>Стадион «Зенит-Арена» (макет)</p>	<p>Конец 2016- начало 2017 года, Санкт-Петербург, Россия</p>	<p>Раздвижная крыша с мембранной структурой (92x224м) (световой проём - 190x90 м)</p>

Литература

1. Мазур В.А. Металлические конструкции гражданских зданий и инженерных сооружений: Учебно-методическое пособие для студентов строительных специальностей. — Харьков: ХГАГХ., 2003 г. — 72 с.
2. Назаренко, И. К. Особенности условий видимости и зрительного восприятия в универсальных спортивно-зрелищных залах большой вместимости [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : в 2 т. / И. К. Назаренко; науч. рук. Л. Б. Великовский ; Моск. инж.-строит. ин-т им. В. В. Куйбышева, Каф. архитектуры гражд. и пром. зданий. - М., 1966.
3. Кистяковский А. Ю. Проектирование спортивных сооружений / А. Ю. Кистяковский. - М.: Высшая школа, 1980. - 328 с.
4. Гончаренко, Д.Ф. Строительство и реконструкция стадионов / Д.Ф. Гончаренко, С.М. Евель, Г.Г. Зубко, О.В. Старкова; изд. Колорит, 2013
5. Дыховичный Ю. А. Большепролётные конструкции сооружений Олимпиады - 80 в Москве М; Стройиздат 1982.; 30-139 стр.
6. Режим доступа: <http://www.firma-stroitel.ru/sporttreb.html>
7. Интернет-журнал «Строительство и реконструкция». Режим доступа: <http://www.stroy-ua.net/kommercheskoe-stroytelstvo/arkhytektura-prostranstva.html>
8. Режим доступа: <http://www.firma-stroitel.ru/bolprolet.html>
9. Интернет портал: «Экоустойчивая архитектура: большепролётные светопрозрачные здания и сооружения». Режим доступа: <http://blog.dp.ru/post/4699/>
10. Режим доступа: <http://konstruqciebi.wordpress.com/2010/11/11/металлические-большепролетные-покры/#more-16>
11. Режим доступа: <http://konstruqciebi.wordpress.com/2010/11/11/классификация-большепролетных-конст/#more-42>
12. Интернет-портал «Все стадионы мира». Режим доступа: <http://allstadiums.ru/>
13. Режим доступа: <http://arch-grafika.ru/forum/37-322-8>

14. Интернет-портал «Стадионные новости». Режим доступа:
<http://stadiums.at.ua/>
15. Режим доступа:
http://ru.wikipedia.org/wiki/Список_крытых_ледовых_арен_России
16. Интернет-портал «Архитектура и дизайн». Режим доступа: <http://archi-dizain.blogspot.ru/2011/04/blog-post.html>
17. Режим доступа: <http://www.firma-stroitel.ru/oprsport.html>
18. Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Крылатское_\(велотрек\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Крылатское_(велотрек))
19. Режим доступа: <http://stadiums.at.ua/publ/usa/3-1-0-106>
20. Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Nagoya_Dome
21. Интернет-журнал «Архитектон: известия вузов». Режим доступа:
http://archvuz.ru/2012_22/97

Содержание

Введение.....	3
1. Историко-эволюционный анализ развития крытых спортивных сооружений.....	6
1.1 Общие сведения о большепролётных конструкциях	6
1.2 Первый в мире крытый стадион	8
1.3 Крытые спортивные сооружения XX века	10
1.4 Строительство крытых спортивных сооружений в XXI веке	24
<i>Заключение по главе 1.</i>	40
2. Архитектурно-конструктивные особенности большепролётных спортивных сооружений	42
2.1 Объёмно-планировочные решения крытых спортивных сооружений.....	42
2.2 Конструктивные особенности крытых спортивных сооружений.....	56
2.3 Градостроительные требования к спортивным сооружениям	70
<i>Заключение по главе 2</i>	72
<i>Приложение 1.</i> Типологическая таблица историко-эволюционного анализа развития крытых спортивных сооружений	74
Литература	81

Елена Юрьевна Агеева
Мария Алексеевна Филиппова

**Большепролётные спортивные сооружения:
архитектурные и конструктивные особенности**

Учебное пособие
Редактор
Сидоренко П.В.