

Многоэтажные коммерческие здания

АРСС

Ассоциация развития
стального строительства

Ассоциация развития стального строительства

МНОГОЭТАЖНЫЕ КОММЕРЧЕСКИЕ ЗДАНИЯ

Москва 2018



Ассоциация развития
стального строительства

Коммерческая недвижимость – это недвижимость, которая не применяется для жилых целей, а значит главное условие для инвестора и застройщика – это достижение максимальной доходности объекта. Чтобы строительство коммерческих зданий быстро окупалось, необходимо выбирать современные и экономичные технологии возведения сооружений.

На страницах данного издания освещены способы сокращения расходов на строительство и методы оптимизации объемно-планировочных решений при возведении качественных торговых центров, офисных и административных зданий.

Данная публикация предназначена для инвесторов и застройщиков. Отдельным разделом в брошюре собран российский опыт реализованных объектов коммерческой недвижимости: ТРЦ Авиапарк (Москва), Лахта-центр (Санкт-Петербург), ТРЦ Арена (Барнаул), объекты торговой сети SPAR и пр.

Оглавление

1. Основные предпосылки строительства коммерческих зданий со стальным каркасом.....	6
2. Рынок строительства коммерческих зданий.....	7
3. Конструкции перекрытий.....	11
• Сталежелезобетонные балки и сталежелезобетонные плиты с использованием профилированного настила в качестве арматуры.....	12
• Перекрытие из балок, расположенных в одном уровне с плитой.....	15
• Сталежелезобетонные плиты по перфорированным балкам, работающими совместно с плитой.....	18
• Перекрытия, из стальных балок, объединённых со сборными железобетонными плитами.....	20
• Перекрытия с пустотными плитами без объединения с балками.....	23
4. Колонны.....	25
• Стальные колонны.....	25
• Сталежелезобетонные колонны.....	27
5. Устойчивость каркаса.....	28
6. Огнезащита стальных конструкций.....	30
• Нормативные требования.....	30
• Типовые решения огнезащиты конструкций.....	31
7. Фасадные системы.....	32
8. Российская практика строительства многоэтажных коммерческих зданий.....	36

Основные предпосылки строительства коммерческих зданий со стальным каркасом

Проектирование коммерческих зданий требует комплексного подхода, обусловленного множеством факторов. В настоящей брошюре приводится обзор основных особенностей данного процесса с описанием преимуществ, которые достигаются применением стальных и сталежелезобетонных конструкций.



Рисунок 1
Современное
коммерческое
многоэтажное здание
на стальном каркасе

Рынок строительства коммерческих зданий

Как правило, проекты коммерческих зданий отличаются относительно большой площадью (8000 – 20 000 м²) и высотой 4-10 этажей. Зачастую Заказчик предъявляет требование устройства внутренних помещений со свободной планировкой и пролётами горизонтальных конструкций до 12м, а иногда и до 15-18м. Максимальная высота здания определяется с учётом ограничений градостроительных комитетов города. Подобные ограничения обуславливают необходимость сокращения высоты профиля перекрытий, например, путём размещения инженерных коммуникаций в одном уровне с конструкциями перекрытия.

В деловых городских кварталах существует спрос на офисные помещения повышенного класса. Крупные компании, такие как коммерческие банки, требуют проектировать здания в соответствии с современными архитектурными тенденциями, с выполнением требований международных стандартов качества. Инвестиционная привлекательность проекта является главным критерием для Заказчика и, соответственно, влияет на выбор архитектурных решений и инженерного обслуживания здания. К особенностям современных коммерческих зданий можно также отнести сложные внешние архитектурные формы и фасады со сплошным остеклением.

Скорость строительства

График строительства, определяемый на одном этапе со стоимостью конструкций, оборудования и отделочных материалов, играет особую роль для Заказчика, так как от скорости монтажа зависит насколько быстро помещения перейдут к арендаторам и инвестиции в строительство начнут возвращать прибыль. Основоплагающим фактором, влияющим на скорость, является конструктивная схема здания, и здесь нужно отметить, что использование стальных конструкций позволяет достичь наибольшего темпа возведения здания.

Условия строительства

Важной характеристикой строительной площадки являются грунтовые условия. Зачастую площадка строительства располагается на слабых естественных грунтах, либо насыпных, насыщенных строительным мусором. При строительстве в центре города грунтовые условия осложняются наличием инженерных сетей, проходящих на глубине, а также линий метро. Всё это необходимо учитывать при выборе технологии строительства.

При сложных грунтовых условиях в общем случае рекомендуется сокращать количество фундаментов и, соответственно, опор здания, что предполагает увеличение пролётов наземной части конструкции. Это условие естественным образом наводит на использование стальных конструкций, вес которых в среднем в ~2 раза меньше аналогичного железобетонного каркаса. Строительство в условиях плотной окружающей застройки может накладывать определённые ограниче-

ния, например, ограничение габаритов элементов конструкций, доставляемых на строительную площадку. В подобных случаях часто целесообразно использовать сталежелезобетонные конструкции перекрытий.

Крановое оборудование

Как правило, многоэтажные здания возводятся с использованием башенных кранов. Количество кранов на площадке зависит от площади застройки, возможности разбить работы по строительству на отдельные фронты для нескольких кранов.

График монтажа конструкций значительно зависит от режима использования крана. В городских центрах в условиях плотной окружающей застройки часто используется один кран, который обслуживает все бригады на площадке одновременно, что может негативно повлиять на скорость строительства. В таких случаях необходимо заранее планировать работу всей площадки, определяя монтаж стального каркаса как главный приоритет для обслуживания краном.

Нормативные показатели монтажа здания

Средней нормой скорости возведения многоэтажного здания можно считать монтаж до 20-30 отправочных марок стальных конструкций (балки, колонны) в день. Соответственно, общая скорость строительства может возрасти до ~25% при планировании в проекте меньшего количества элементов конструкций. Например, снижение количества балок и колонн за счёт увеличения пролётов конструкции.

Сталежелезобетонные перекрытия

Подобные перекрытия устраиваются, как правило, с использованием стального профилированного настила, который доставляется на этаж с помощью крана, а затем укладывается монтажниками в проектное положение. Балочная клетка перекрытия, покрытая профилированным настилом может служить в качестве рабочей площадки для непрерывного монтажа вышележащих конструкций. Из этого следует, что бетонирование перекрытий рационально начинать после завершения укладки настила на несколько смежных этажей (как правило, на группу из 3-х этажей).

Сборные железобетонные плиты

Раскладка сборных железобетонных плит перекрытий может быть сильно затруднена, если она будет производиться после монтажа стального каркаса всего здания. Это приводит к необходимости производить укладку плит сразу после монтажа каркаса очередного этажа, а в этом случае работы по раскладке плит оказываются в сфере ответственности исполнителя монтажа стального каркаса.

Инженерные системы здания

Несмотря на современную тенденцию повышения энергоэффективности зданий и максимального использования естественной вентиляции, в большинстве крупных коммерческих зданий по-прежнему требуется оборудование механическими системами вентиляции и кондиционирования. Подобные системы значительно влияют на планировочные решения и заставляют искать пути рациональной интеграции этих систем в здании.

Размещение инженерных систем в объёме конструкций перекрытий, либо под перекрытием определяют выбор

конструктивных решений, способ пожаротушения, узлы внутренней отделки и высоту здания.

Как правило, для размещения трубопровода под перекрытием достаточно пространства высотой 450 мм. Дополнительные 150-200мм позволяют разместить также элементы системы пожаротушения, электрику и учесть нормативный прогиб конструкции перекрытия. Некоторые системы кондиционирования можно разместить в пространстве фальшпола.

Для компактного размещения инженерных систем в объёме конструкций перекрытия используются так называемые перфорированные балки, которые изготавливаются в заводских условиях путём сварки двух тавровых профилей, полученных путём выполнения зигзагообразного разреза стенки горячекатаного двутавра вдоль его продольной оси. Сквозь отверстия в стенке перфорированной балки проводятся трубы инженерных систем, а само сечение балки обладает большей жёсткостью и несущей способностью, чем исходная для тавровых заготовок двутавровая балка.



Рисунок 2
Уложенный профилированный настил создаёт удобную площадку для выполнения монтажных работ



Рисунок 3
Размещение трубопровода инженерных систем в объёме перекрытия

Динамические характеристики перекрытий

Наиболее распространённым методом контроля динамических характеристик перекрытий является оценка вибрации, выраженной через ускорения отдельных точек конструкции. Уровень вибрации зависит от величины веса колеблющейся конструкции (массы перекрытия). Большепролётные конструкции обладают большей массой и, соответственно, менее подвержены вибрации по сравнению с конструкциями небольших пролётов.

Пожарная безопасность

При проектировании здания необходимо учесть целый комплекс мероприятий по пожарной защите: пути эвакуации из здания, доступ пожарных бригад в здание, ограничение распространения огня, дымоудаление.



Рисунок 4
Конструкции перекрытия, покрытые
огнезащитным составом

Конструкции перекрытий

Конструкция перекрытия состоит из балок и плит перекрытия. Балки соединяются с колоннами, которые располагаются в соответствии с максимально эффективным использованием внутреннего пространства помещений. В настоящее время распространённым является требование свободной планировки в коммерческих зданиях, что достигается устройством большепролётных перекрытий. Существует опыт проектирования подобных конструкций пролётом до 18 м, что в большинстве случаев означает возможность исключить наличие внутренних колонн.

В дополнение к своей основной функции – нести полезные нагрузки – перекрытия часто работают в качестве горизонтального диска жёсткости, передавая горизонтальные нагрузки на систему связей или ядро жёсткости. Кроме того, все составляющие перекрытия (плита, балки) должны обладать требуемой огнестойкостью.

Как уже было отмечено, инженерные коммуникации могут располагаться в объёме конструкций перекрытия, либо под ним. В качестве отделки может использоваться цементно-песчаная стяжка с напольным покрытием, либо фальшполы, в которых проведены кабели различных инженерных систем.

Наиболее распространёнными системами перекрытий являются:

- Сталежелезобетонные балки и сталежелезобетонные плиты
- Стальные балки в одном уровне с плитой
- Перфорированные балки
- Сталежелезобетонные балки с использованием сборных железобетонных плит
- Стальные балки со сборными сталежелезобетонными плитами.

Теплоизоляция

Характеристики теплоизоляции ограждающих конструкций здания традиционно входят в зону ответственности архитектора, однако инженер-конструктор участвует в разработке соответствующих узлов соединений. Например, при разработке несущей конструкции балконов, необходимо искать конструктивные способы снижения эффекта «мостика холода».

Нагрузки

Нагрузки, которые необходимо учесть при разработке конструктивных разделов проекта, приведены в Своде правил СП 20.13330 «Нагрузки и воздействия». Конструкции рассчитываются по предельным состояниям 1-ой (несущая способность и устойчивость) и 2-ой (прогибы и перемещение, трещиностойкость) групп.

Ветровые нагрузки передаются на ядро жёсткости здания через фасадную систему и плиты перекрытий. Конструктивные схемы с горизонтальными связями или рамный каркас применяются, как правило, для зданий высотой до 7 этажей. Большепролётные стальные балки для сталежелезобетонных перекрытий часто выполняют со строительным подъёмом, выгибая из на заводе для снижения прогибов от собственного веса конструкций на строительной площадке.

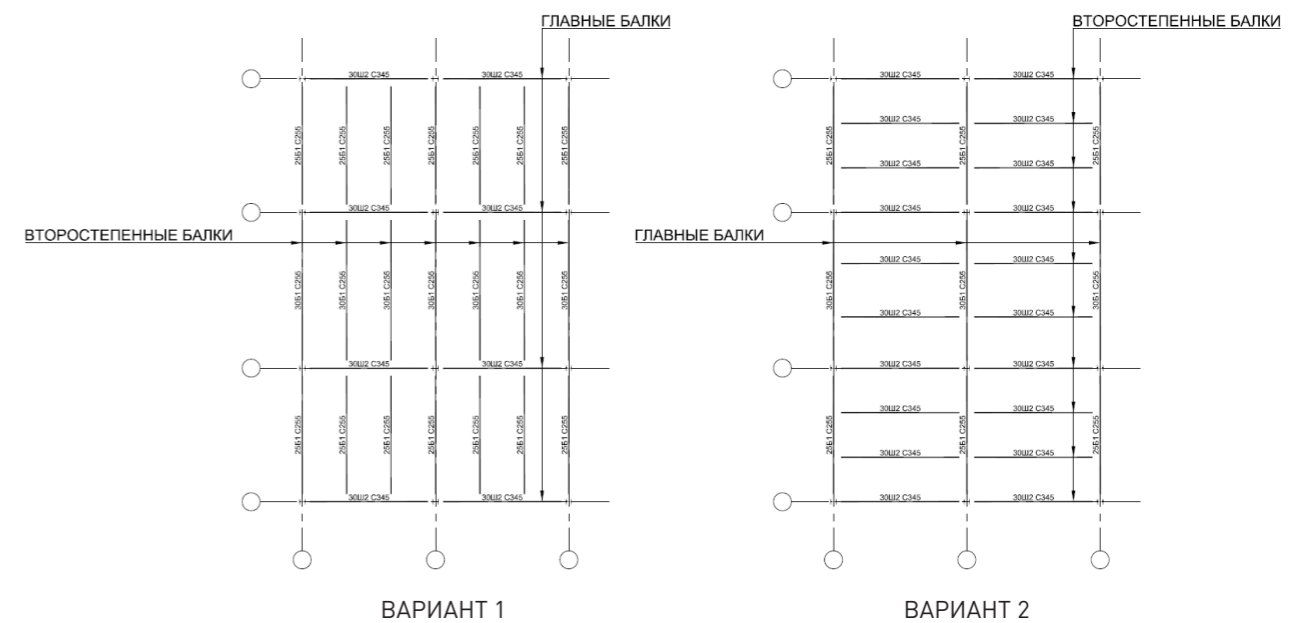


Рисунок 5
Варианты расположения главных и второстепенных балок

Сталежелезобетонные балки и сталежелезобетонные плиты с использованием профилированного настила в качестве арматуры.

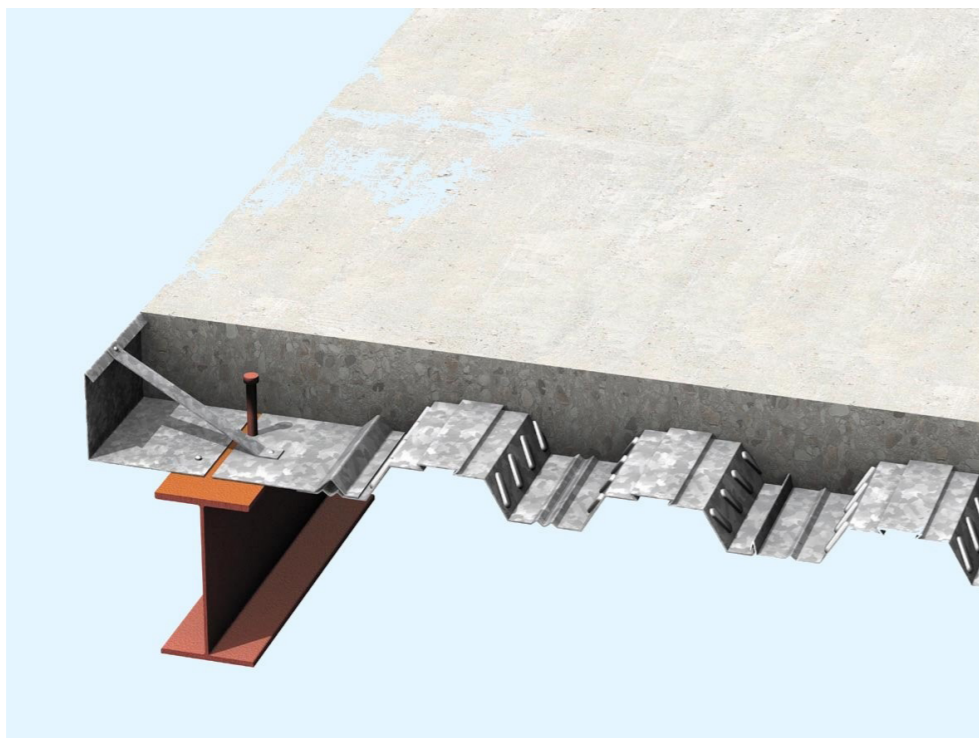


Рисунок 6
Сталежелезобетонное перекрытие с профилированным настилом, работающим совместно с плитой

Основной особенностью сталежелезобетонных конструкций является объединение стального элемента перекрытия с железобетонным с помощью анкерных устройств. Анкерные устройства представляют собой гибкие стальные стержни с круглыми головками – стад-болты, которые привариваются к стальным балкам на строительной площадке. В качестве профилированного настила используются гофрированные оцинкованные стальные листы.

Как правило, для бетонирования монолитной плиты используется тяжёлый бетон (плотность 2400 кг/м³), реже – лёгкий бетон (плотность 1700–1950 кг/м³).

Существует также практика использования сборных железобетонных пустотных плит перекрытий, которые обычно используют без объединения со стальной балкой. Однако, есть примеры, когда в пустотных плитах прорезают полости, которые после монтажа плит бетонируют в местах расположения приваренных к стальной балке стад-болтов, объединяя тем самым стальную балку с пустотной плитой.

Основным стандартом проектирования сталежелезобетонных конструкций в РФ является СП 266.1325800 Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования.

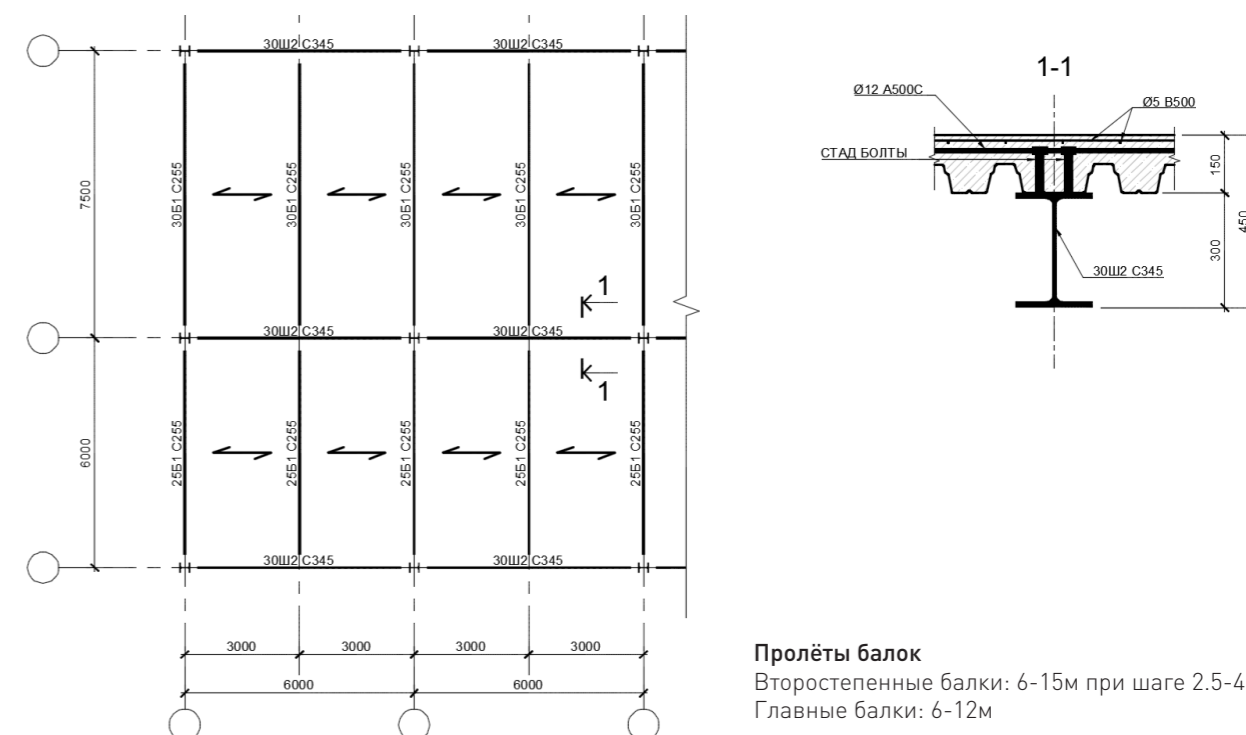
Описание

Для устройства каркаса сталежелезобетонного перекрытия используются стальные балки широкополочного или нормального профиля с анкерными стержнями, приваренными к балкам на строительной площадке. Анкерные стержни объединяют стальную балку с бетонной плитой после затвердевания бетонной смеси, что позволяет получить сталежелезобетонную конструкцию, обладающую большей жёсткостью и несущей способностью, чем у использованной стальной балки, не объединённой с плитой.

Сталежелезобетонные плиты (профилированный настил, объединённый с бетоном) перекрывают пролёты между второстепенными балками, которые в свою очередь могут опираться на главные балки. Крайние балки перекрытия могут проектироваться как стальные без совместной работы с бетоном, однако объединение их с плитной частью также рекомендуется для передачи горизонтальных усилий на диски жёсткости.

Плитная часть перекрытия состоит из тонкого стального настила и бетона, которые работают совместно. Плита усиливается стержневой арматурой для повышения огнестойкости, передачи горизонтальных нагрузок и обеспечения трещиностойкости.

Стальной настил обычно проектируется без дополнительных временных опор, и воспринимает вес бетонной смеси и монтажные нагрузки. Схема работы настила как правило принимается неразрезной с перекрытием двух смежных пролётов. Сталежелезобетонная плита в общем случае проектируется с шарнирным соединением к балкам.



Пролёты балок
Второстепенные балки: 6–15 м при шаге 2,5–4 м
Главные балки: 6–12 м

Рисунок 7
Пример расположения балок перекрытия

<p>Основные положения при проектировании</p>	<p>Шаг второстепенных балок выбирается таким, чтобы исключить необходимость временных опор для профилированного листа на стадии бетонирования плиты. Второстепенные балки проектируют обычно большим пролётом, чем главные. При назначении второстепенным балкам незначительного по высоте сечения проектировщику приходится размещать инженерные коммуникации под балками, что существенно увеличивает высоту профиля перекрытия. В стенках балок с высоким сечением есть возможность вырезать отверстия для проводки коммуникации.</p> <p>Иногда требуется увеличить сечения крайних балок по сравнению с внутренними, так как нагрузка на крайние балки от веса наружного ограждения, в частности, от остекления, может превышать полезную нагрузку на внутренние балки.</p>
<p>Преимущества</p>	<p>Меньший расход стали на балки по сравнению с вариантом без совместной работы плиты и балок, следовательно - лёгкость и экономичность конструкции.</p> <p>Балки производятся из широко распространённого горячекатаного двутаврового профиля</p>
<p>Размещение инженерного оборудования</p>	<p>Габаритное технологическое оборудование для отопления и вентиляции может размещаться в пространстве между второстепенными балками. При этом трубопровод может располагаться как под балками, так и проходить через отверстия в стенках балок.</p>
<p>Дополнительные рекомендации по проектированию</p>	<p>Второстепенные балки пролётом 6-15м располагают с шагом 3 м. Пролёт главных балок назначается в 2-3 раза большим, чем шаг второстепенных, т.е. 6-9м. Определяют сечение профилированного листа и плиты перекрытия. Рекомендуется исключать необходимость временных опор для профлиста на стадии бетонирования. Железобетонная плита проверяется на соответствие требованиям огнестойкости.</p> <p>Расположение (шаг) анкерных упоров вдоль второстепенных балок назначается в зависимости от шага гофров профлиста и результатов расчёта прочности соединения плиты с балкой.</p> <p>Типовые размеры сечений балок В первом приближении балкам назначают сечения высотой: «Пролёт/24» для второстепенных балок, «Пролёт/18» для главных.</p> <p>Класс прочности стали Сталь для балок могут назначать в широком диапазоне: С245 – С440.</p> <p>Общая высота профиля перекрытия Данный показатель может достигать ~1200мм при большой сетке колонн (например, 9м x9м) с фальшполом и трубопроводом, расположенным под балками перекрытия.</p> <p>Бетон Тяжёлый бетон с плотностью 2400 кг/м³, лёгкий бетон с плотностью 1850 кг/м³. Тяжёлый бетон обладает лучшей звукоизолирующей способностью, поэтому распространён в проектах жилых зданий, больниц и пр. Преимущество лёгкого бетона в низком весе, что позволяет сократить металлоёмкость и расход материалов фундамента.</p> <p>Класс бетона Как правило назначается класс прочности не ниже В20.</p>
<p>Огнезащита</p>	<p>Для обеспечения предела огнестойкости до 90 мин балки покрывают вспучивающимся покрытием толщиной до 1,5 мм, а также плитными материалами на основе гипса толщиной 15-25 мм.</p> <p>Для защиты колонн распространённым решением является применение гипсоволокнистых плит толщиной до 15 мм (до 60 мин), до 25 мм (до 90 мин).</p>

Перекрытие из балок, расположенных в одном уровне с плитой

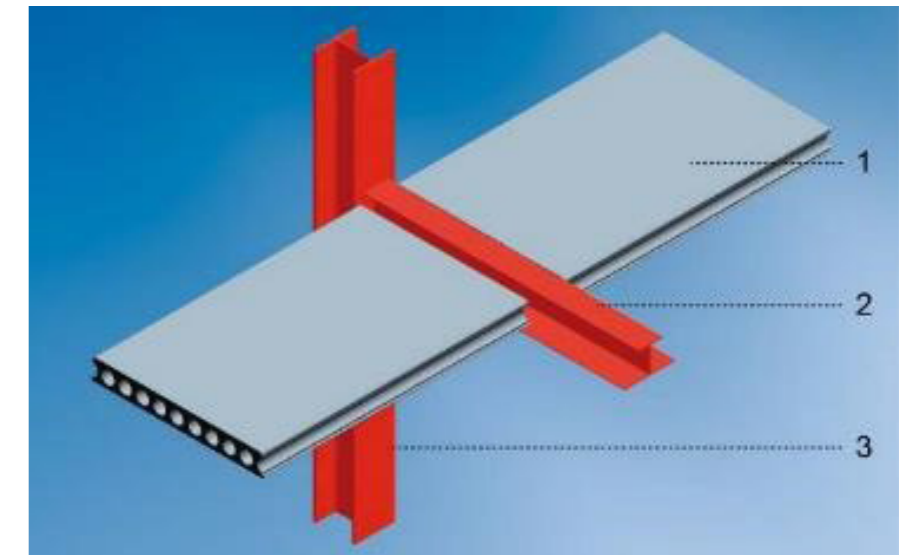


Рисунок 8

Пустотные плиты опираются на нижний пояс стальной балки.
1 – сборная железобетонная плита
2 – стальная балка
3 – стальная колонна

Описание

Данный вид перекрытия представляет собой каркас из стальных балок с несимметричным сечением (нижний пояс балки шире верхнего), на нижний пояс которых опираются сборные железобетонные пустотные плиты. Несимметричное сечение балки получается в результате разреза прокатного двутавра на два тавровых элемента с последующей приваркой к стенке полученного тавра стального листа, большей ширины, чем пояс тавра. Это же сечение можно получить путём составления из трёх сваренных листов (сварной двутавровый профиль), либо приварить широкий лист к двутавровому прокатному профилю. В последнем случае ширину листа назначают такой, чтобы создать достаточную площадь опирания плиты. После монтажа плит зазоры между плитами и балками замоноличиваются бетоном для объединения отдельных плит в единую систему (диск перекрытия).

В зависимости от вида работы стального каркаса и плит различают два основных типа перекрытия: без совместной работы балок с плитами, либо с совместной работой. Во втором случае необходимо обеспечить достаточное пространство для размещения анкерных упоров на верхнем поясе балок.

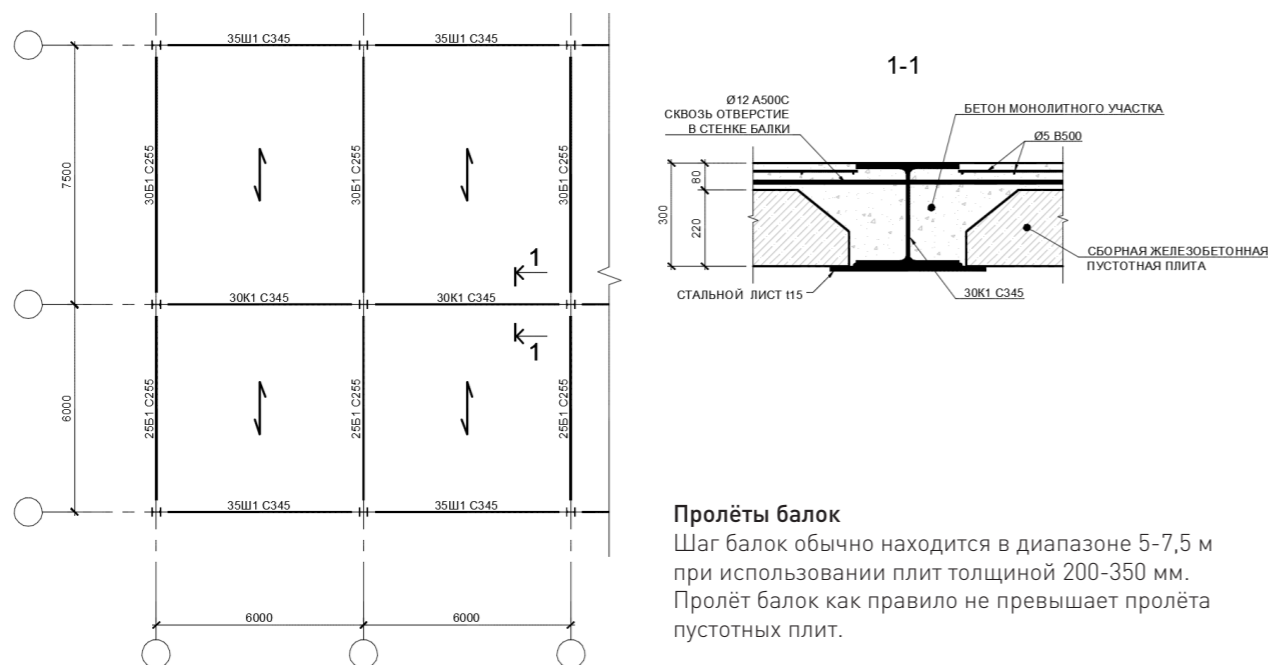
Шаг балок обычно находится в диапазоне 5-7,5 м при использовании плит толщиной 200-350мм. Пролёт балок как правило не превышает пролёта пустотных плит.

Крайние балки двутаврового сечения не рекомендуется располагать в одном уровне с плитой из-за возникающих в балке высоких значений крутящих усилий. В противном случае рекомендуется вместо двутаврового сечения использовать замкнутое – профильную трубу с приваренным снизу листом.



Рисунок 9

Сечения стальных балок



Пролёты балок

Шаг балок обычно находится в диапазоне 5-7,5 м при использовании плит толщиной 200-350 мм. Пролёт балок как правило не превышает пролёта пустотных плит.

Рисунок 10

Пример расположения балок перекрытия

Основные положения при проектировании

При конструктивном анализе балок, на нижний пояс которых приложена нагрузка (край плиты перекрытия), необходимо учитывать крутящие моменты, возникающие в сечении балки. Этот эффект нужно учитывать не только для крайних балок, но и для внутренних, так как во время монтажа перекрытия плиты укладываются неравномерно с двух сторон балки, и возникает ситуация, когда балка загружена плитой только с одной стороны, что провоцирует её кручение вокруг продольной оси балки.

Общая высота профиля перекрытия в большой степени зависит от толщины бетонного слоя над верхним поясом балки (определяется в том числе в зависимости от требуемой огнестойкости конструкции). Арматурная сетка укладывается поверх верхнего пояса балки в случае, если верхняя грань пустотной плиты находится на одном уровне с верхним поясом балки, либо проводится через просверленные в стенке стальной балки отверстия. Это необходимо для объединения плит перекрытия в единую систему.

Преимущества

Значительная часть поверхности балок закрыта плитами перекрытия и бетонном монолитных участках перекрытия, что позволяет снизить затраты на огнезащиту балок (незащищённым при этом остаётся только нижний пояс балок). Относительно низкая общая высота профиля перекрытия приводит к сокращению высоты здания и отделочных материалов.

Плоская поверхность перекрытия обеспечивает свободу расстановки внутренних стен и перегородок. Максимальное использование элементов заводской готовности (металлоконструкции и железобетонные сборные плиты) снижает объём «мокрых» строительных процессов.

Размещение инженерного оборудования

Отсутствие ограничений в связи с плоской поверхностью перекрытия

Дополнительные рекомендации по проектированию

Назначается типовая ячейка балочной клетки со сторонами 6-9 м. При прямоугольной сетке колонн рекомендуется пролёт балок назначать вдоль короткой стороны ячейки.

Определяется номенклатура типовых сборных пустотных плит под заданные нагрузки. Необходимо рассмотреть возможность среза верхних углов пустотных плит для увеличения пространства для замоноличивания стальной балки.

Необходимо проанализировать возможность объединения стальной балки с плитами в совместную работу. Основным условием при этом является возможность размещения анкерных упоров на верхнем поясе балок.

При расчёте крайних балок, на нижний пояс которых опираются плиты, необходимо учесть крутящие усилия в балках, либо рассмотреть возможность расположить крайние балки ниже плиты.

Класс прочности стали

Сталь для балок могут назначать в широком диапазоне: С245 – С440

Общая высота профиля перекрытия

~600 мм при стандартных размерах трубопровода, размещённого под балками для варианта с фальшполом.

Огнезащита

Расположение балки в одном уровне с плитой и замоноличивание бетонном стыков существенно повышают огнестойкость стальной конструкции. Для защиты открытого нижнего пояса балки используют стандартные способы огнезащиты – вспучивающиеся покрытия и материалы на основе гипсокартона.

Сталежелезобетонные плиты по перфорированным балкам, работающими совместно с плитой



Рисунок 11
Сталежелезобетонные балки с перфорированной стенкой

Описание

Перфорированные балки представляют собой стальные двутавровые балки с регулярными отверстиями в стенке. Балки могут быть сварными из трёх листов, либо производиться из двух тавров, образованных продольной зигзагообразной расшивкой прокатного двутавра. Отверстия, как правило, выполняют круглой формы, реже эллиптической, прямоугольной или шестиугольной формы. На участках балки, где могут возникнуть большие поперечные усилия, воспринимаемые стенкой, отверстия усиливают приваркой рёбер жёсткости. Так же, как и в других системах перекрытий, перфорированные балки могут выполнять роль как главных, так и второстепенных.

Пролёты балок: 10–18 м для второстепенных балок, до 12 м для главных балок

Основные положения при проектировании

Шаг второстепенных балок назначается в пределах 2,5–4 м, чтобы исключить необходимость временных опор для профилированного листа на стадии бетонирования плиты.

Высокие касательные напряжения от поперечных усилий в главных балках зачастую заставляют ограничивать пролёт этих балок. При значительных пролётах главных балок размеры отверстий сокращают и/или усиливают участок стенки вокруг отверстия.

Вытянутые в направлении длины балки отверстия (эллиптической или прямоугольной формы) необходимо располагать в зоне наименьших касательных напряжений в стенке - в пределах средней трети длины балки при равномерно-распределённых нагрузках.

Преимущества

- Возможность перекрывать большие пролёты
- Низкая, относительно других систем перекрытий, металлоёмкость
- Возможность разместить инженерные коммуникации в межбалочном пространстве, что позволяет снизить общую высоту здания
- Возможность выполнения строительного подъёма балок без пластических деформаций – упругий выгиб тавровых профилей выполняется перед их соединением продольными швами.

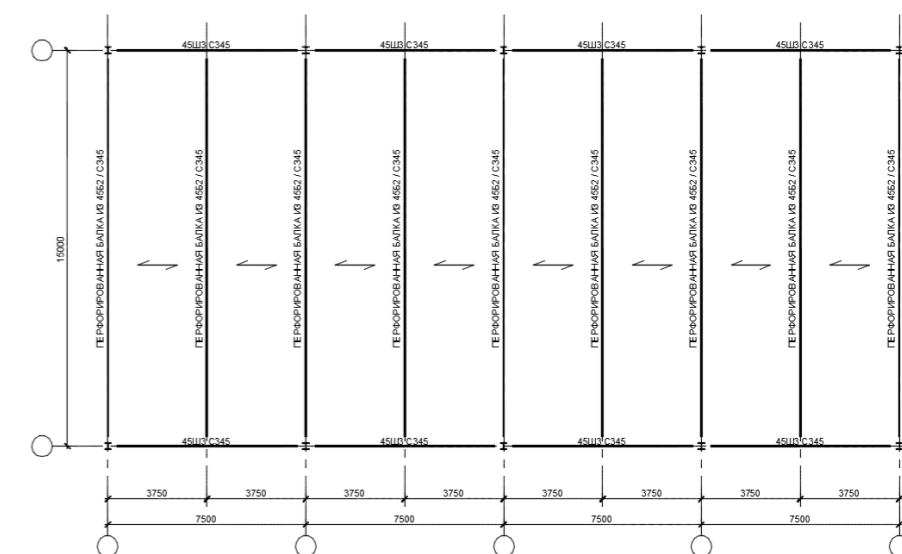
Размещение инженерного оборудования

Регулярные отверстия в стенках балок позволяют провести сквозь них трубы различного по форме и размеру сечения. Габариты отверстий определяются с учётом технологических требований, в том числе наличия внешней теплоизоляции труб.

Дополнительные рекомендации по проектированию

Перфорированные второстепенные балки рационально располагать в направлении наибольшего пролёта ячейки перекрытия с шагом 3–4 м. Пролёт главным балок при этом выбирается величиной, в 2–3 раза превосходящий шаг второстепенных балок.

При определении сечений профилированного листа и плиты перекрытия необходимо учитывать требования огнестойкости.



ОБЩИЙ ВИД ПЕРФОРИРОВАННОЙ БАЛКИ

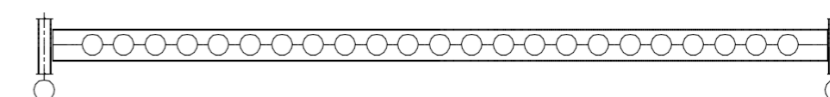


Рисунок 12
Пример расположения балок

Диаметр отверстий в стенках балок как правило находится в диапазоне 60–80% от высоты стенки.

Вытянутые отверстия могут потребовать дополнительного усиления участка стенки балки вокруг отверстия. Размеры и положение отверстий должны согласовываться с проектировщиком инженерного оборудования.

Типовые размеры сечений балок

В первом приближении балкам назначают сечения высотой ~ «Пролёт/22».

Класс прочности стали

Рекомендуется назначать класс прочности не ниже С345 из-за концентрации напряжений в перфорированной стенке балок.

Общая высота профиля перекрытия

1000–1200 мм в стандартных условиях (пролёт балки ~15 м, наличие инженерных коммуникация, фальшпол).

Огнезащита

На практике используются вспучивающиеся покрытия толщиной 1,5–2 мм.

Перекрытия, из стальных балок, объединённых со сборными железобетонными плитами



Рисунок 13
Усечённые края сборных плит и анкерные упоры, приваренные к стальной балке

Основные положения при проектировании

При проектировании используются стандартные пустотные плиты пролётом 6–9 м. Допускается применение плит без пустот пролётом 3–4 м. Ширина верхнего пояса балки назначается как правило не менее 200 мм из соображений достаточности площади опирания плиты. Сечения крайних балок перекрытия обычно подбирают без учёта совместной работы с плитой, однако и их соединяют с плитами с помощью анкерных устройств, чтобы обеспечить неразрывность диска перекрытия.

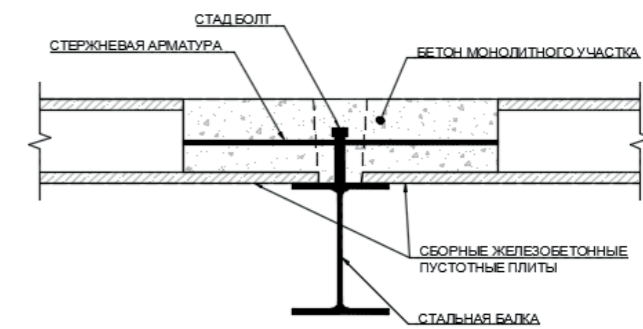
Балки необходимо рассчитывать с учётом крутящих усилий, предполагая этап монтажа, на котором балка загружена плитами с одной стороны. Зачастую этот фактор является определяющим при подборе сечения балки. Также необходимо учитывать, что верхний пояс балок до набора прочности бетона монолитного участка не раскреплён от потери устойчивости в горизонтальной плоскости. Одним из способов решения этой проблемы может быть установка временных раскрепляющих связей верхнего пояса.

Описание

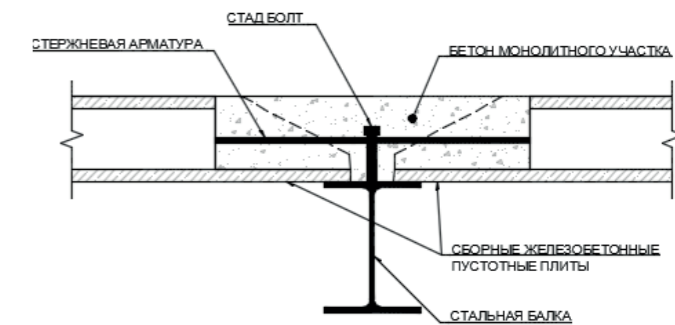
Совместная работа балок и плит обеспечивается монолитными участками перекрытия, объединяющими балки с плитами анкерными упорами, приваренными к верхнему поясу балок. Пустотные плиты укладываются на верхний пояс стальных балок, а оставшиеся зазоры заливаются армированным бетоном. При проектировании необходимо предусмотреть достаточную площадь опирания плит на балки, а также достаточный объём для замоноличивания анкерных упоров. Указанный объём часто обеспечивают подрезкой торцов пустотных плит. Дополнительно в плитах делают вырезы, совпадающие с расположением анкерных упоров. В эти вырезы укладывается стержневая арматура с последующим замоноличиванием на монтаже.

Пролеты балок

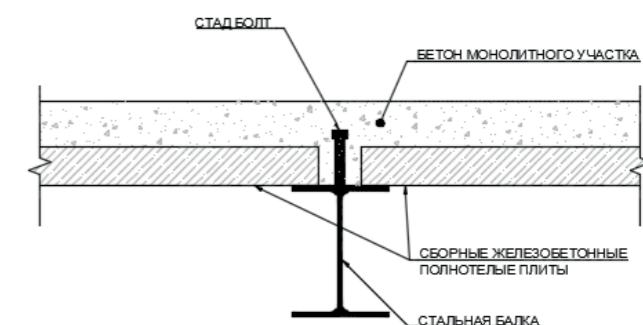
Балки проектируются пролётом 10–18 м, сборные пустотные плиты пролётом до 9 м.



А) СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ БАЛКА С ПУСТОТНЫМИ ПЛИТАМИ



Б) СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ БАЛКА С УСЕЧЕННЫМИ ПУСТОТНЫМИ ПЛИТАМИ



В) СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ БАЛКА С ПОЛНОТЕЛЫМИ ПЛИТАМИ

Рисунок 14
Варианты исполнения сталежелезобетонных балок со сборными плитами

Преимущества	Сокращение количества балок в перекрытии диктуется использованием плит сравнительно большой длины (6-9 м). Отсутствие несъёмной опалубки в виде профилированного листа позволяет приваривать анкерные упоры в заводских условиях.
Размещение инженерного оборудования	Крупное инженерное оборудование (фанкойлы – прим.) размещается в межбалочном пространстве под плитами.
Дополнительные рекомендации по проектированию	Рекомендуется использовать модульную сетку колонн со сторонами ячейки 6, 7,5, 9 м с балками пролётом до 18 м. Выбор сборных плит необходимо выполнять с учётом требований огнестойкости конструкций. Рекомендуется подбирать сечения крайних балок без учёта совместной работы с плитами. Класс прочности стали Сталь для балок может быть назначена в широком диапазоне: С245 – С440. Общая высота профиля перекрытия При использовании большепролётных плит (до 9 м) общая высота перекрытия может достигать 900 мм (без учёта инженерных коммуникаций).
Огнезащита	Поверхность балок может покрываться напыляемыми, вспучивающимися составами или плитами на основе гипсокартона.

Перекрытия с пустотными плитами без объединения с балками.



Рисунок 15
Укладка большепролётных пустотных плит

Описание

Сборные железобетонные пустотные плиты опираются на верхний пояс стальных балок, либо на элементы углового профиля, соединёнными со стенками балок. Данное соединение может выполняться на болтах, либо на сварке. Ширина полки (пера) уголков должна обеспечивать достаточную ширину опирания плит. Поверх плит укладывается цементно-песчаная стяжка, в отдельных случаях конструкцию фальшпола устанавливают непосредственно на поверхность сборных плит. Помимо пустотных плит применяются также полнотельные (без пустот) плиты толщиной 75–100 мм.

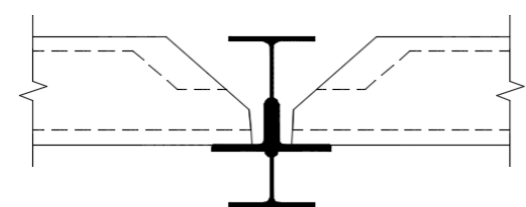
Размеры ячеек балочной клетки

В практике принято назначать пролёты балочной клетки 6–7,5 м.

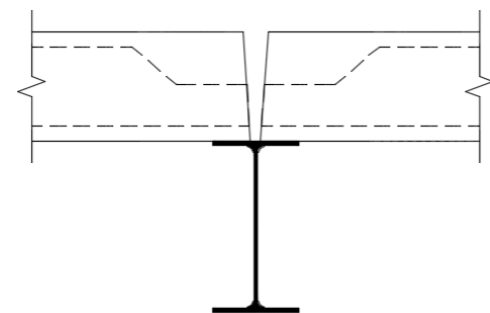
Основные положения при проектировании

При проектировании необходимо учитывать последовательность монтажа, в частности, одностороннее загрузку балок плитами. Зачастую проектировщик предусматривает временные монтажные связи для обеспечения устойчивости стальных балок на монтаже.

Рекомендуется избегать расчётных ситуаций, в которых балка загружена с одной стороны на стадии эксплуатации. В противном случае необходимо при расчётах учитывать действие крутящего момента в сечениях балок



А) СБОРНЫЕ ПЛИТЫ НА УГОЛКАХ, ПРИВАРЕННЫХ К СТЕНКЕ БАЛКИ



Б) СБОРНЫЕ ПЛИТЫ НА ВЕРХНЕМ ПОЯСЕ БАЛКИ

Рисунок 16
Варианты устройства перекрытий из сборных плит без совместной работы со стальными балками.

Преимущества	Отсутствие «мокрых» строительных процессов
Размещение инженерного оборудования	Крупное инженерное оборудование (фанкойлы – прим.) размещается в межбалочном пространстве под плитами.
Дополнительные рекомендации по проектированию	<p>Выбор сборных плит необходимо выполнять с учётом требований огнестойкости конструкций.</p> <p>Необходимо дополнительно учесть расчётные ситуации, которые могут возникнуть на монтаже (крутящие моменты при одностороннем нагружении балок).</p> <p>Необходимо рассмотреть возможность устройства временных монтажных связей для раскрепления балок.</p> <p>Класс прочности стали Сталь для балок может быть назначена в широком диапазоне: С245 – С440.</p> <p>Общая высота профиля перекрытия До 800 мм при сетке колонн до 7.5м (с учётом подвесного потолка).</p>
Огнезащита	Поверхность балок может покрываться напыляемыми, вспучивающимися составами или плитами на основе гипсокартона.

Колонны

Стальные колонны

Стальные колонны многоэтажных зданий выполняют, как правило, из элементов с двутавровым сечением. Подобное сечение эффективно работает в условиях нагружений, вызывающих в колонне сжатие с изгибом, а стыковые соединения двутавров отличаются относительной простотой.

Существуют примеры колонн, выполненных из стальных труб круглого и квадратного (прямоугольного) сечения. Данное решение обычно диктуется архитектурным замыслом внешнего вида конструкций.

Размеры сечения колонны зависят от принятой схемы перекрытий (покрытий), а также от величин пролётов перекрытий и количества этажей. В таблице ниже представлены ориентировочные размеры сечений двутавровых колонн в зависимости от количества этажей в случае стандартной сетки колонн (6 x 6 м).

Количество этажей, передающих нагрузку на колонну	Размерный тип колонны из стандартного сортамента
до 4	20К
до 8	25К
до 15	30К
до 25	35К
до 40	40К

Для удобства монтажа колонны обычно производят отправочными марками высотой в 2–3 этажа (6–12 м). Это увеличивает скорость монтажа и снижает количество узлов в конструкции.

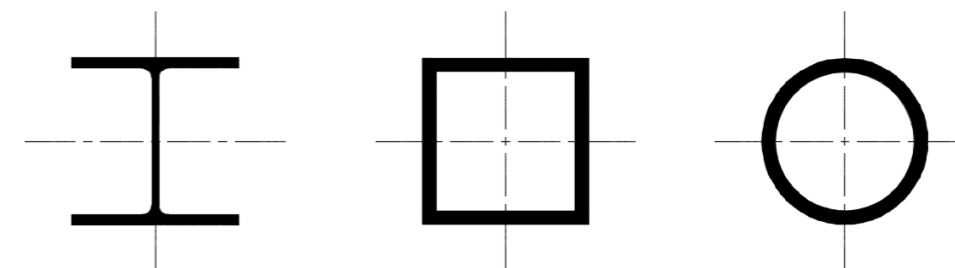


Рисунок 17
Основные типы сечений колонн

Стыки колонн обычно располагают на ~600 мм выше отметки этажа для удобства выполнения болтовых либо сварных соединений в узле. Это также позволяет увести узел из зоны действия максимальных изгибающих напряжений (узел соединения балки с колонной). В случаях с крайними колоннами отметку стыка поднимают до 1100 мм от отметки этажа и устанавливают на этой высоте монтажные ограждения из соображений безопасности выполнения работ.

В связи с тем, что колонны нижних и верхних этажей загружены неодинаково, обычной практикой считается менять сечение колонн по высоте здания. При этом рекомендуется соблюдать вдоль всей высоты единый размерный тип. Например, 25К3 для нижних этажей, 25К2 для средних и 25К1 для верхних. Это позволит максимально унифицировать размеры балок перекрытий и снизить количество доборных элементов в узле.

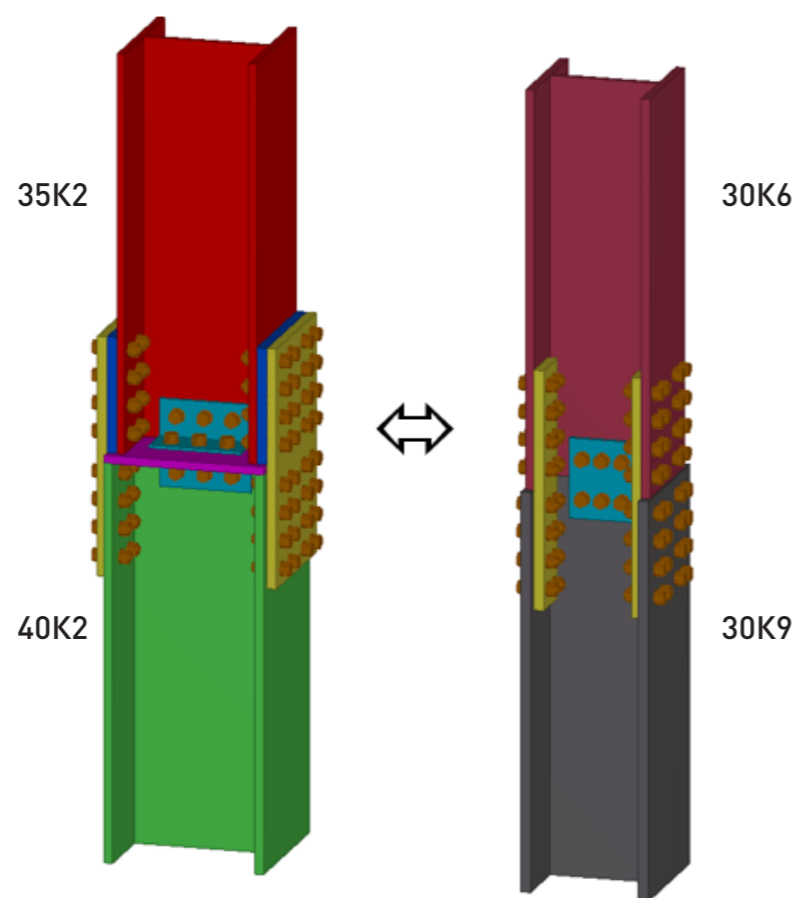


Рисунок 18
Пример оптимизации стыка колонн за счёт назначения единого размерного типа сечений

В мае 2018 года на территории РФ вводится в действие ГОСТ Р 57837-2017 Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Технические условия.

Сталежелезобетонные колонны

Сталежелезобетонные колонны представляют собой железобетонные элементы прямоугольного/квадратного сечения с жёсткой арматурой в виде стальных двутавров, а также стальные замкнутые профили, заполненные бетоном. На рисунках ниже приведены наиболее часто встречающиеся типы сечений.

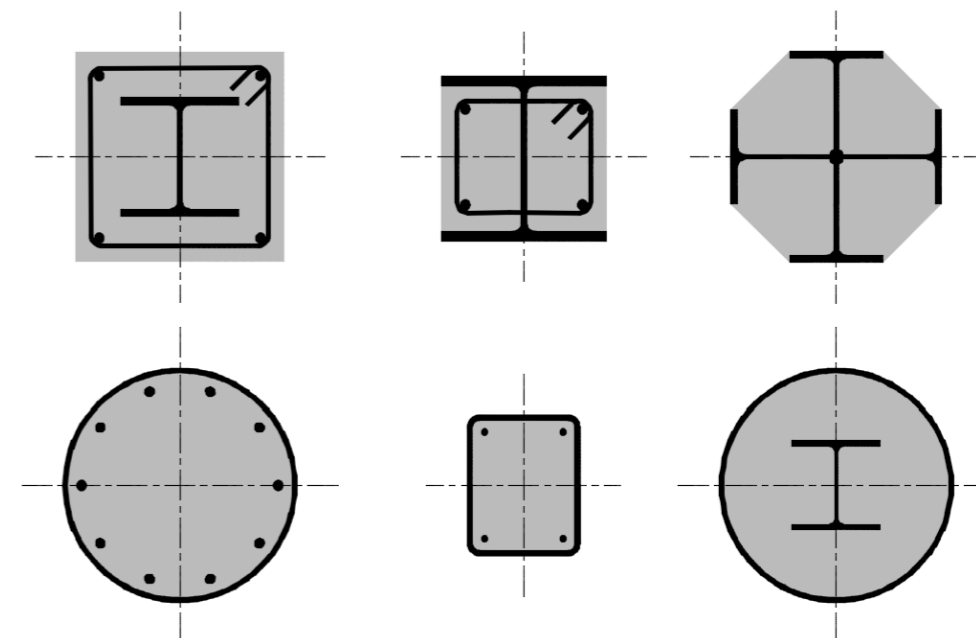


Рисунок 19
Основные типы сечений сталежелезобетонных колонн

На начальных стадиях развития идеи использования сталежелезобетона в колоннах основной целью являлась эффективная огнезащита стальных профилей наружным слоем бетона. При этом при натурных испытаниях было определено существенное повышение прочностных и жёсткостных свойств сталежелезобетонных колонн по отношению к стальным. Это дало толчок развитию научно-исследовательской деятельности в направлении подробного анализа всевозможных решений использования сталежелезобетона в колоннах многоэтажных зданий, особенно, в проектах высотных зданий.

Преимущества сталежелезобетонных колонн в сравнении со стальными:

- Экономия стали за счёт совместной работы стального и железобетонного сечений
- Высокая жёсткость и, соответственно, меньшая гибкость колонны, что повышает сопротивление потере устойчивости колонны
- Высокий предел огнестойкости
- Эффективная защита от коррозии

Основным стандартом проектирования сталежелезобетонных колонн в РФ является СП 266.1325800 Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования.

Устойчивость каркаса

Пространственную устойчивость каркаса здания обеспечивают с помощью системы связей, передающей горизонтальные нагрузки на конструкцию фундамента. В зависимости от назначенного решения обеспечения устойчивости различают следующие конструктивные системы:

- Рамные
- Связевые
- Рамно-связевые
- Системы с ядрами жёсткости

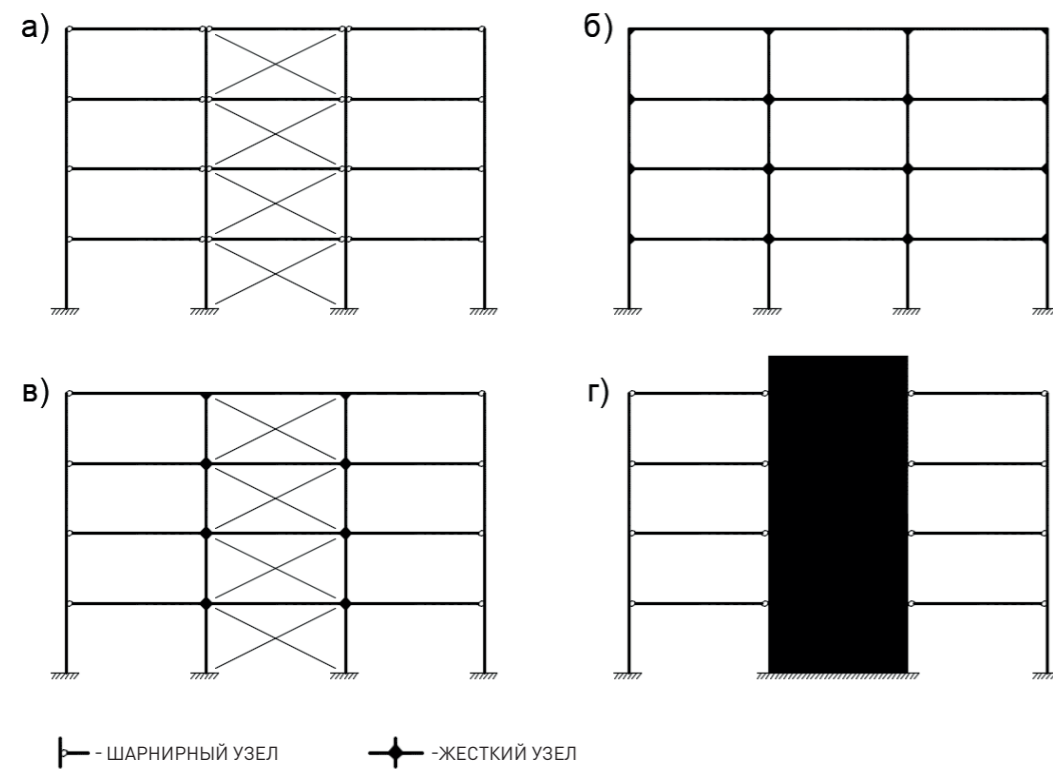


Рисунок 20
Схематичное изображение различных связевых систем.
а) связевая, б) рамная, в) рамно-связевая, г) с ядром жёсткости

Во всех многоэтажных зданиях требуется устройство одного либо нескольких лестнично-лифтовых узлов (ЛЛУ), состоящих из конструкций лестничных клеток и шахт лифтов. Как правило, это является определяющим фактором при выборе системы связей и принимается система с ядром(-ами) жёсткости.

Конструкции ЛЛУ позволяют устраивать в зданиях консольные и подвесные этажи. Как правило, ЛЛУ выполняют из железобетона, однако, существует практика и стального и сталежелезобетонного исполнения. ЛЛУ из стальных конструкций позволяет существенно ускорить процесс монтажа здания за счёт применения конструкций заводской готовности.



Рисунок 21
Ядро жёсткости, выполненное из стальных конструкций

Огнезащита стальных конструкций

Нормативные требования

Основные требования пожарной безопасности в части огнестойкости и пожарной опасности строительных конструкций для многоэтажных общественных зданий изложены в СП 2.13130 «Обеспечение огнестойкости объектов защиты».

Высота здания и площадь этажей в пределах пожарного отсека определяют характеристику здания, от которой зависят требования по защите строительных конструкций от воздействия огня при пожаре, – степень огнестойкости здания (от I до V). В зависимости от степени огнестойкости здания назначается предел огнестойкости элементам конструкций по следующей таблице (из Федерального закона №123):

Степень огнестойкости здания	Предел огнестойкости строительных конструкций, не менее						
	НЕСУЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗДАНИЯ	НАРУЖНЫЕ НЕСУЩИЕ СТЕНЫ	ПЕРЕКРЫТИЯ междуэтажные (в том числе чердачные и над подвалами)	Элементы бесчердачных покрытий		Лестничные клетки	
				НАСТИЛЫ (в том числе с утеплителем)	ФЕРМЫ, БАЛКИ, ПРОГОНЫ	ВНУТРЕННИЕ СТЕНЫ	МАРШИ И ПЛОЩАДКИ ЛЕСТНИЦ
I	R 120	E 30	REI 60	RE 30	R 30	REI 120	R 60
II	R 90	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 90	R 60
III	R 45	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 60	R 45
IV	R 15	E 15	REI 15	RE 15	R 15	REI 45	R 15
V	не нормируется						

Многоэтажные здания, как правило, имеют степень огнестойкости не ниже III, что означает необходимость обеспечивать защиту конструкций от воздействия огня при пожаре продолжительностью не менее 45 минут.

Сталь является негорючим материалом, но, как и все материалы, используемые в строительстве, не может в течение длительного времени выдерживать воздействие высокой температуры, возникающей внутри здания при пожаре.

Поскольку собственный (фактический) предел огнестойкости стальных строительных конструкций, как правило, не превышает 15 минут, то для приведения в соответствие с требуемым пределом огнестойкости предусматривают их огнезащиту.

Традиционно для повышения пределов огнестойкости применяют такие меры как обетонирование, оштукатуривание, отделка гипсокартоном и конструкциями из камня (кирпичом).

При проектировании, в зданиях I и II степеней огнестойкости для обеспечения требуемого предела огнестойкости несущих элементов здания, отвечающих за его общую устойчивость и геометрическую неизменяемость при пожаре, тонкослойные огнезащитные покрытия применяются для конструкций с приведенной толщиной металла согласно ГОСТ Р 53295 не менее 5,8 мм (пункт 5.4.3 СП 2.13130.2012).

Типовые решения огнезащиты конструкций

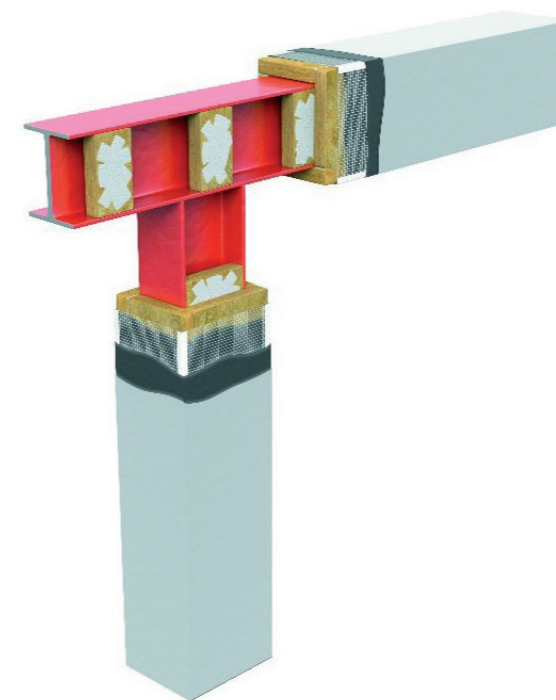


Рисунок 22
Огнезащита минераловатными плитами

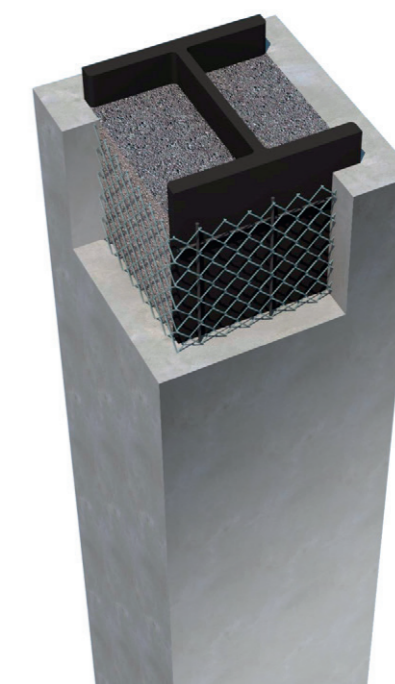


Рисунок 23
Цементно-песчаная штукатурка



Рисунок 24
Двутавровая балка, покрытая вспучивающейся краской и покрывным составом

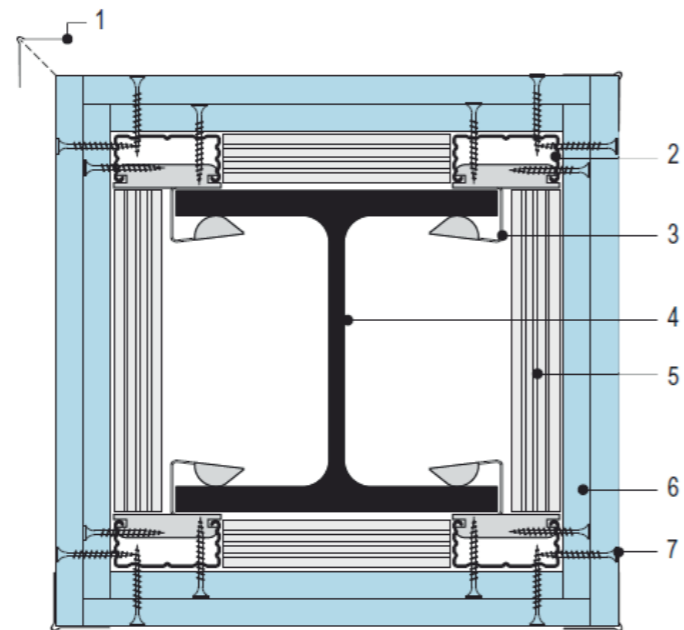


Схема каркасной облицовки стальной колонны с двухслойной обшивкой

1. КНАУФ-профиль углозащитный ПУ 31x31
2. КНАУФ-профиль ПП 60x27
3. Зажим для крепления КНАУФ-профиля ПП 60x27 к колонне
4. Стальная колонна
5. Вставка из КНАУФ-профиля ПП 60x27 на стыках панелей
6. Панель однослойная 12,5 мм
7. Винт самонарезающий (L=45)

Рисунок 25
Решения Knauf

Фасадные системы

Фасадные системы, используемые в многоэтажных зданиях, зависят от высоты здания и степени остекления. Широкое распространение получили фасады, полностью состоящие из свето-прозрачных элементов остекления. Пример здания с полностью остекленным фасадом показан на рисунке 26. Основными типами фасадных систем являются:

- **Фасад из мелкоштучных материалов (кирпичная или каменная кладка, пеноблоки и т. д.).**
В зданиях высотой до 3-х этажей опирание выполняется на фундамент или грунтовое основание. В более высоких зданиях опирание выполняется на стальные уголки из нержавеющей стали, закрепленные к балке перекрытия.
- **Светопрозрачные фасады**
Тройные стеклопакеты или двойные панели остекления, которые опираются на алюминиевые стойки или специальные фасадные кронштейны.
- **Легкие навесные фасады**
Алюминиевые или другие легкие фасадные панели, которые навешиваются на стальные конструкции, расположенные по периметру здания.
- **Плитка или штукатурка по утеплителю.**
Фасадные конструкции, в которых наружная облицовка крепится к каркасным стенам из тонкостенных стальных профилей.



Рисунок 26
Фасадная стена с тройными стеклопакетами

Фасадные стены с облицовкой из кирпича

Кирпичная кладка обычно крепится к основному несущему каркасу здания через сплошные уголки, т-образные кронштейны или сборные кронштейны, которые часто выполняются из нержавеющей стали, что позволяет избежать необходимости нанесения какого-либо антикоррозионного покрытия. Как правило, кронштейны имеют некоторую возможность вертикальной регулировки обычно за счет двух спаренных пластин с засечками на соприкасающихся поверхностях. На рисунке 27 изображены типовые детали крепления к стальным балкам, в которых кронштейны крепятся к пластине, приваренной между полками балки.

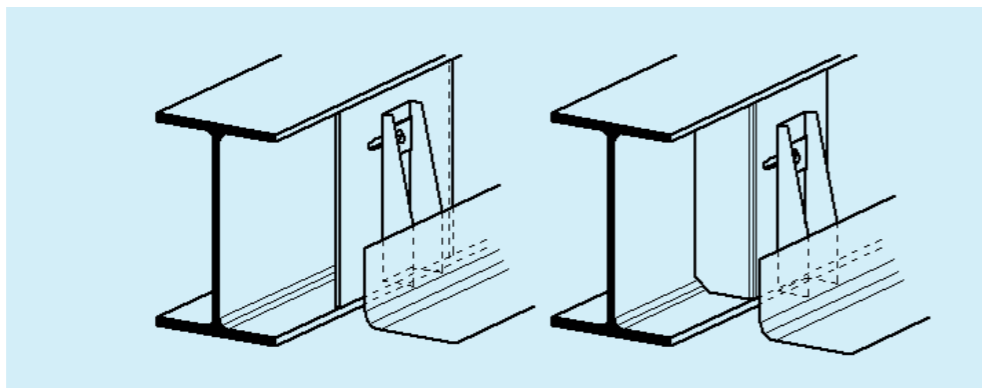


Рисунок 27
Типовая деталь крепления к стальным элементам

На рисунке 28 изображены типовые детали крепления к торцу бетонной плиты. Кронштейн может устанавливаться на плиту сверху, либо может крепиться к специальным закладным профилям, замонтированным в торец плиты.

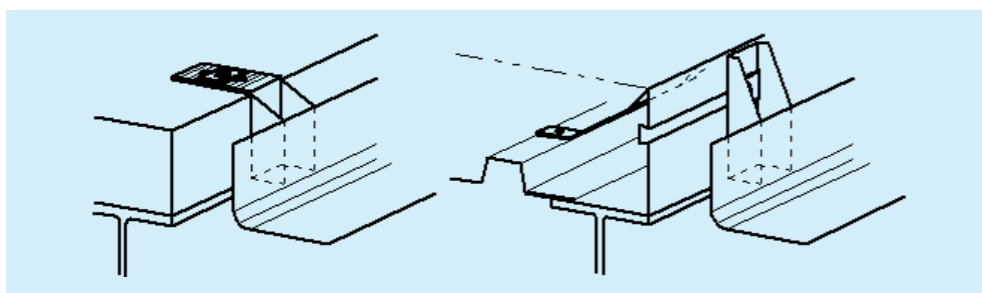


Рисунок 28
Типовые детали крепления к бетонной плите

Светопрозрачные фасады

Распространённым решением наружного ограждения здания со стальным каркасом является остекленный фасад. Существует множество различных фасадных систем, и выбор подходящей системы необходимо производить совместно с производителями фасадных конструкций, в частности, по вопросу крепления фасадных панелей к несущим конструкциям каркаса здания. Во многих случаях детали крепления располагаются по углам панелей остекления, а сами панели имеют какую-либо уплотнительную прокладку в межпанельных швах.

Необходимо рассмотреть целый ряд важных вопросов. Особенно актуальным является вопрос регулировки креплений, поскольку в общем случае строительные допуски стального каркаса и панелей остекления отличаются. Перемещения, вызванные температурными воздействиями, могут быть значительными, что должно учитываться конструкцией опорных узлов фасадной системы.

Навесные фасады

- Навесные фасады включают:
- Металлические панели (обычно стальные или алюминиевые)
 - Сборные железобетонные панели
 - Каменную облицовку

Навесные фасады могут воспринимать собственный вес, а также внешние нагрузки без дополнительных опорных конструкций. Такой тип панелей обычно подвешивается за верхний край или опирается своим основанием в уровне перекрытия. Обычно каждая система панелей имеет специальные детали крепления, обеспечивающие возможность смещений и регулировки в трех плоскостях, что позволяет решить проблему разницы осадок и перемещений несущего стального каркаса и фасадных конструкций. Узлы крепления могут иметь весьма значительные размеры, что вызывает необходимость скрывать такие узлы в объеме фальш-пола или подвесного потолка. Иногда требуется

выполнить проверку несущей способности плиты перекрытия с учетом местных нагрузок, приложенных к плите в узлах крепления фасадных панелей. Достаточно часто крепежные элементы устанавливаются в торец перекрытия. В таких случаях можно использовать специальные закладные детали заводского изготовления, замонтированные в торец плиты перекрытия.

Для установки фасадов может быть необходимо устройство дополнительных опорных конструкций – обычно в виде стоек, которые устанавливаются вертикально на несколько этажей, иногда с промежуточными горизонтальными элементами (ригелями). Таким образом часто крепятся вертикальные или горизонтальные панели облицовки. Узлы крепления нуждаются в тщательной проработке обеспечения возможности регулировки в трех плоскостях, возможности перемещений, и в то же время обеспечить передачу горизонтальных нагрузок на перекрытия.

Фасады с облицовочной плиткой или штукатуркой по утеплителю

Фасадные системы с внутренним утеплителем и облицовкой представляют собой легкие, энергоэффективные ограждающие конструкции многоэтажных зданий, в которых изоляционный материал и облицовка крепятся к легкому стальному каркасу, как показано на рисунке 29. При условии качественной детализации и установки этот тип фасадов является быстрым, надежным и энергоэффективным решением. Вместо полимерной штукатурки можно использовать отделочную плитку в виде отдельных элементов или готовых панелей. Аналогично, в качестве наружной облицовки может выступать кирпичная кладка, как показано на рисунке 30.

Основным стандартом проектирования тонкостенных конструкций в РФ является СП 260.1325800.2016 Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутого оцинкованного профиля и гофрированных листов. Правила проектирования.

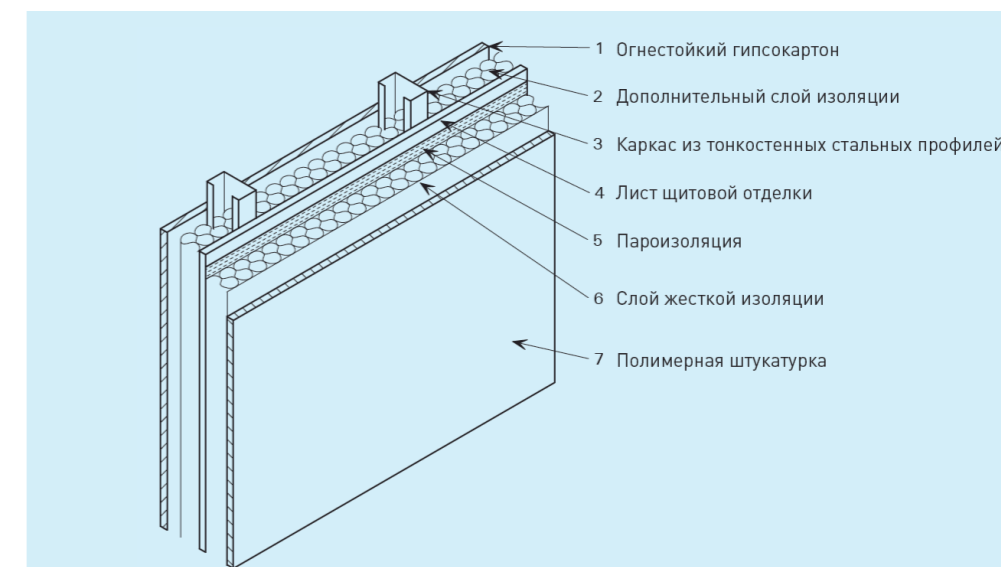


Рисунок 29
Типовая фасадная конструкция со штукатуркой по утеплителю

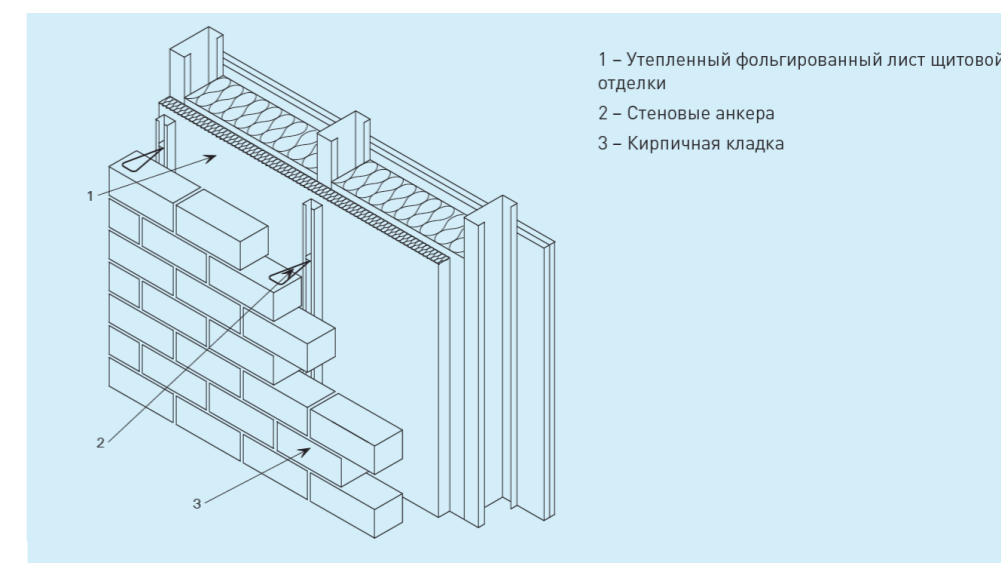


Рисунок 30
Фасадная стена с кирпичной кладкой

Российская практика строительства многоэтажных коммерческих зданий

Торговый центр Arena, г. Барнаул



Несущие конструкции и кровля – ООО «Астрон Билдингс» (Astron)

Архитектор проекта – ООО «Графит»

Фасадные системы – ООО «Металл Профиль»

Торгово-развлекательный центр Arena – крупнейший молл на территории Сибирского Федерального округа, открывшийся в декабре 2015 года. В числе арендаторов ТРЦ значатся сильные бренды магазинов одежды, обуви, косметики, парфюмерии, стройматериалов, мебели, спорттоваров и пр. Кроме того, в ТРЦ расположен грандиозный парк аттракционов, картинг-клуб, автогородок, боулинг и 9-ти зальный кинотеатр (IMAX, D-BOX). Ежедневно ТРЦ Arena принимает свыше 15 000 гостей.

Краткое описание

Общая площадь торгового центра составляет 170 000 м², из них сдаваемая в аренду площадь – 95 000 м².

От начала поставки и до официального открытия центра прошло 2 года 9 месяцев. Конструкции в полном объеме были отгружены за 40 недель. Средняя скорость строительства, включая отделку и инженерные коммуникации, составила 4 545 м в месяц.



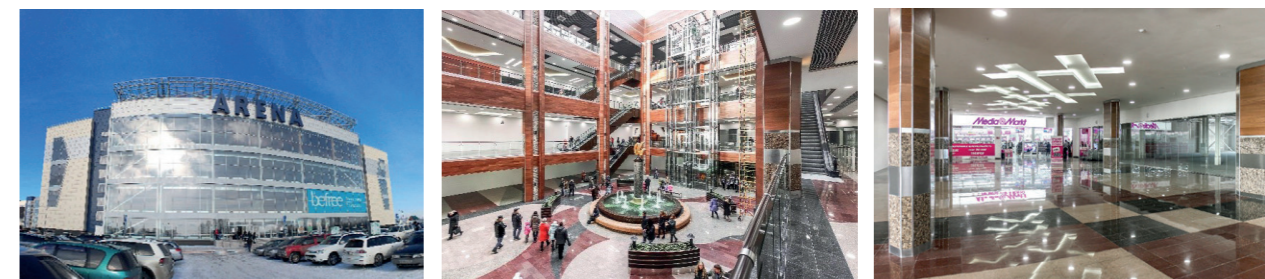
Особенности проекта

Особенностью многоэтажных зданий Astron являются колонны малого сечения, которые обеспечивают большое свободное пространство для размещения торгового оборудования при сохранении прочностных характеристик.

В данном проекте инженерами Astron применено нестандартное решение разуклонки кровли. Поскольку по периметру здание окружено парапетом, образовывался большой перепад высот между парапетом и скатами кровли, что влекло за собой большую аккумуляцию снега и, соответственно, повышенные снеговые нагрузки. В связи с этим было предложено заменить двускатную кровлю на четырехскатную, которую схематически можно обозначить буквой W.

Одним из якорных арендаторов ТРЦ стал кинотеатр IMAX. В связи с большими нагрузками от экрана балочное перекрытие Monodek, применяемое во всем здании, в блоке кинотеатра было заменено на систему Multidek с использованием дополнительных балок и несъемной опалубки.

На кровле применена высокоэффективная фальцевая система LMR600 с внутренним организованным утепленным водостоком. Для двух панорамных стеклянных фасадов проектом предусмотрены отдельные несущие конструкции.



«Лахта-Центр», г. Санкт-Петербург



Генеральный подрядчик строительства – «Ренейссанс Констракшн»
 Генеральный проектировщик – «Самсунг С&Т»
 Работы по устройству «стены в грунте» – ЗАО «Геострой»
 Устройство свай – «Бауэр» (Германия), «Геоизол»

Краткое описание

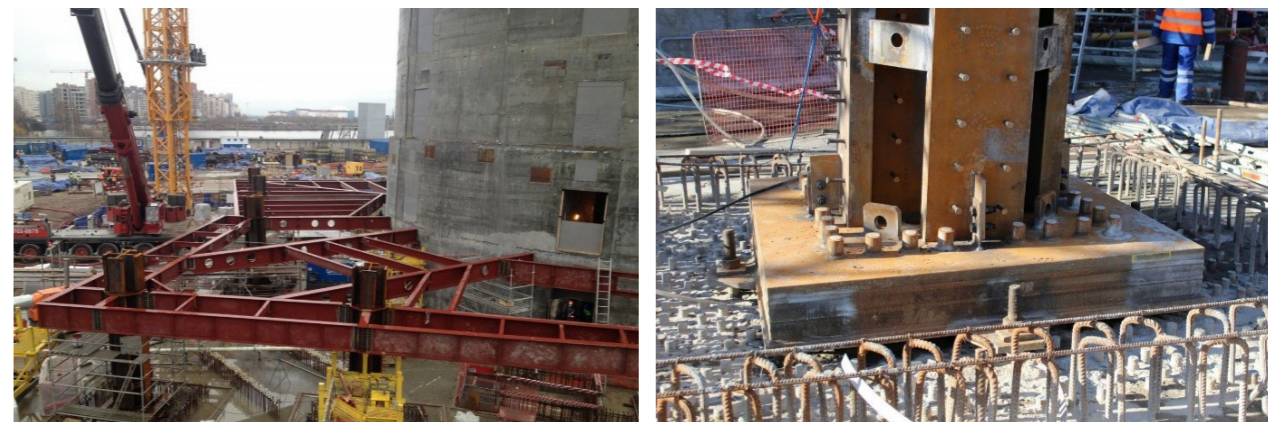
«Лахта-Центр» — инновационный проект современного делового центра в Приморском районе Санкт-Петербурга с широкими общественными функциями, развитой социальной и транспортной инфраструктурой.

Небоскреб «Лахта-Центр» имеет проектную высоту 462 м и состоит из 87 надземных и 3-х подземных этажей. Подземные этажи в плане имеют форму равностороннего пятиугольника с длиной каждой стороны 57,5 м.

Площадь участка составляет 14 га. Объем строительства зданий — 400 000 м².

В «Лахта-центре» соблюден оптимальный баланс между офисными и общественными пространствами. Ядром станет штаб-квартира компании «Газпром нефть» и офисы структур группы «Газпром». Более трети площадей будет отведена под общественные функции: выставочные пространства, детский научно-образовательный центр, планетарий, обзорная площадка, медицинский центр, многофункциональный зал для проведения конгрессов, конференций, театральных постановок, музыкальных и костюмированных представлений, спортивный центр и еще целый ряд общедоступных сервисов, включая банки, магазины, рестораны, кафе и т.д.

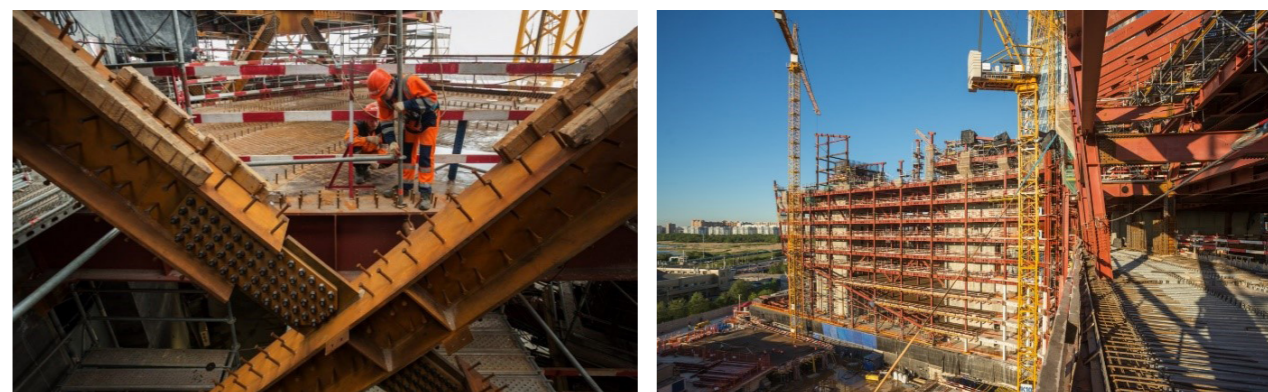
В августе 2012 года было получено разрешение на строительство первого этапа общественно-делового комплекса «Лахта-Центр», включающего высотное здание и прилегающую стилобатную часть, в сентябре 2013 года — разрешение на строительство всего комплекса, включая многофункциональное здание. В 2015 году были завершены работы «нулевого цикла», в настоящий момент выполняются работы по возведению надземных частей высотного и многофункционального зданий и стилобата, строительство комплекса планируется закончить в 2018 году.

**Особенности проекта**

Основная несущая конструкция здания – центральное железобетонное монолитное ядро, которое сопротивляется ветровым воздействиям и несёт часть вертикальной нагрузки от собственного веса и людей. Вокруг ядра по кругу установлены сталежелезобетонные (композитные) колонны. Каждые 22 этажа колонны периметра объединены с ядром сталежелезобетонными радиальными фермами (аутригерами).

Существенным технологическим и конструктивным отличием строительства «Лахта-Центра» от других российских высотных проектов стало применение композитных колонн из стали и бетона, с использованием высокопрочных материалов (сталь до С460 и бетона до В80).

Колонны представляют собой забетонированные стальные сердечники с общим квадратным сечением 1,5 на 1,5 м. Сердечник имеет сечение в виде креста. Сооружение такой колонны происходит в два этапа: сначала монтируется сердечник, затем на него устанавливается арматура с опалубкой и выполняется заливка бетоном. Такая комбинированная конструкция стала результатом обмена профессиональным опытом между западными и российскими специалистами. В частности, некоторые испытания проводились в лаборатории ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко.



Концертный зал «Роза Холл», г. Сочи



Заказчик – ООО «Вента Инжиниринг»
 Проектировщик – АО «Северсталь Стальные Решения»
 Поставщик металлоконструкций АО – «Северсталь Стальные Решения»

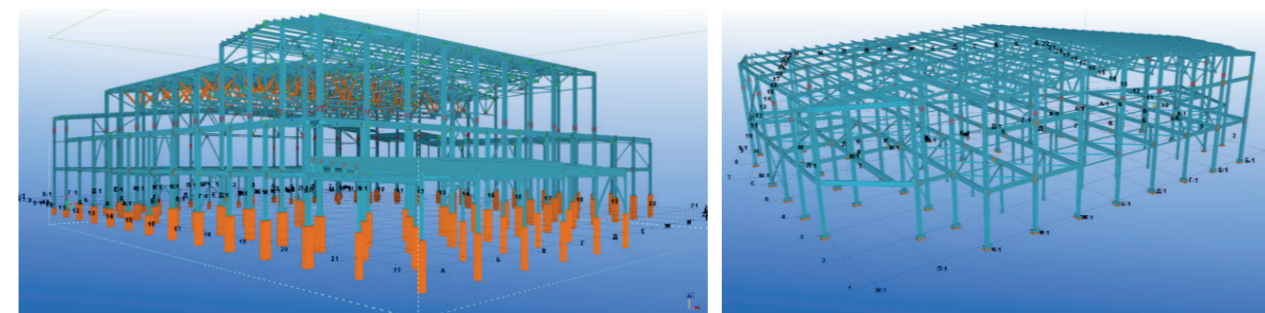
Краткое описание

«Роза Холл» – это современный универсальный концертный зал, расположенный в красивейшем месте – горнолыжной курортной зоне «Роза Хутор» в г. Сочи. На территории «Роза Холл» разместились современный киноконцертный зал (вместимостью 1500 человек и VIP-ложами на 106 посадочных места), многофункциональный конгресс-центр с конференц-залом (вместимостью 500 человек) и 7 небольших конференц-залов и переговорных для проведения фестивалей, и концертов, конференций, форумов, симпозиумов.

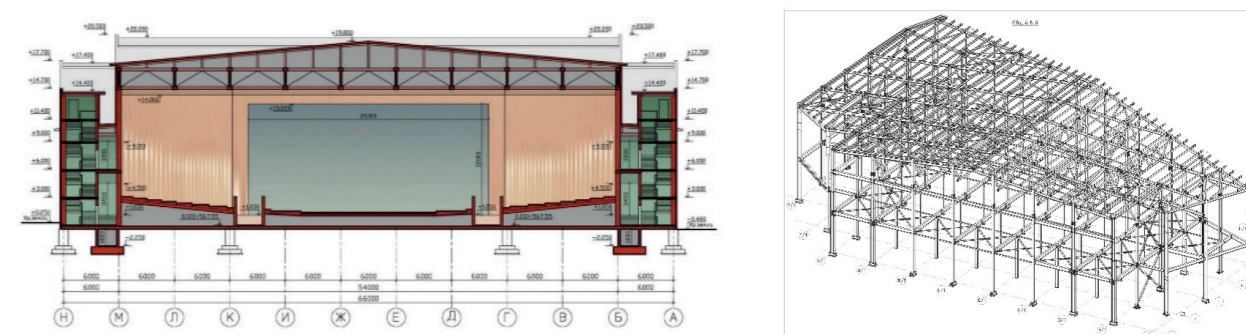


Технико-экономические показатели

Количество этажей	2
Общая площадь здания	10 034 м ²
Строительный объём	115 660 м ³
Общий объём металлоконструкций	942 т
Размер сцены	26x18 м



Модели здания, выполненные в Tekla Structures



Задачи, которые стояли перед «Северсталь Стальные Решения»

1. При проектировании необходимо учесть особые снеговые и ветровые нагрузки, сейсмичность района расположения концертного зала;
2. Необходимо запроектировать и изготовить металлоконструкции для двухэтажного здания в кратчайшие сроки: договор был заключен 17.05.2015 г., а последние отгрузки прошли 02.11.2015 г.



2015 г.	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Заказчик	[Active]							
Конструкторский отдел	[Active]							
Производственная площадка				[Active]				
Строительная организация					[Active]			

Торговый центр «SPAR», г. Калининград



Заказчик – ООО «Вента Инжиниринг»

Проектировщик – АО «Северсталь Стальные Решения»

Поставщик металлоконструкций – АО «Северсталь Стальные Решения»

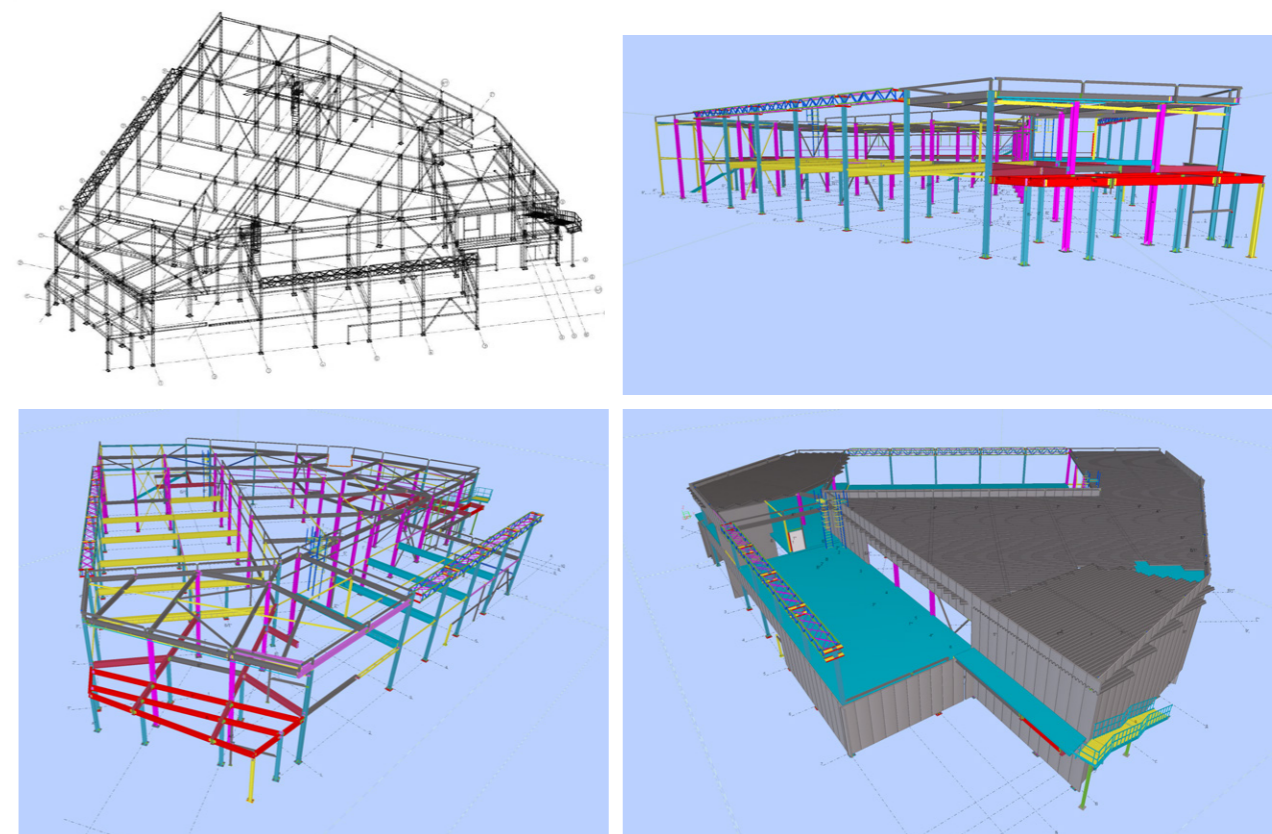
Краткое описание

Здание торгового центра известной сети «Сpar» имеет сложную конфигурацию в плане и является переменным по высоте. При возведении необходимо было учесть условия строительства в существующем жилом квартале и необходимость вписать здание в окружающую застройку как технически, так и эстетически. Плотная городская застройка, ограниченные размеры строительной площадки оказали немалое влияние на выбор технологии строительства. Использование стального каркаса в качестве основных несущих конструкций позволило быстро, качественно, с минимальным привлечением рабочей силы и строительной техники возвести объект в теснённых условиях. Придание зданию индивидуальности и неповторимого, запоминающегося внешнего облика также явилось важным требованием при проектировании и строительстве торгового центра «Сpar», что также удалось решить во многом за счёт применения лёгких стальных конструкций в наружных ограждениях здания.

Задача, которая стояла перед «Северсталь Стальные Решения»: разработать конструктивные решения каркаса здания и изготовить металлоконструкции в сжатые сроки.

Технико-экономические показатели

Количество этажей	2
Площадь застройки	1 400 м ²
Пролеты горизонтальных конструкций	7,2–12 м



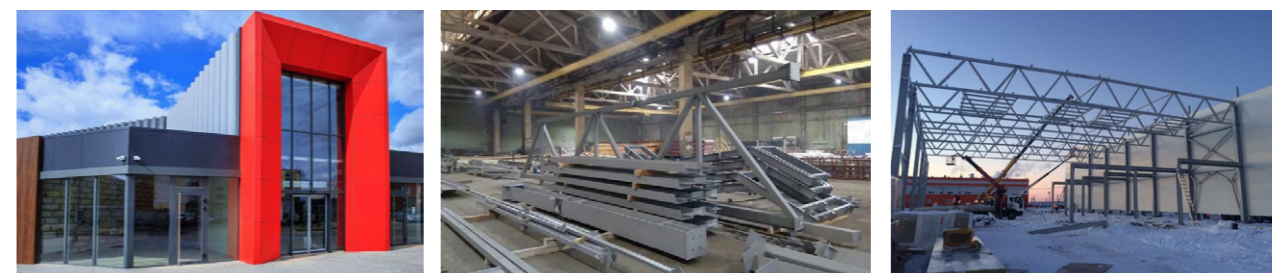
Модели здания, выполненные в Tekla Structures

Процесс изготовления металлоконструкций на заводе

На заводе в Орле было изготовлено и отгружено 100 тонн металлоконструкций для этого проекта.

Процесс строительства

Начало отгрузки металлоконструкций на строительную площадку – 20.01.2017, окончание – 10.02.2017.



Покрытие торгово-развлекательного центра «Авиапарк», г. Москва



Основные участники проекта

Генеральный проектировщик – «Callison» и «ABD Architects»

Генеральный подрядчик – АО «Ренейссанс Констракшн»

Поставщик металлоконструкций – ООО «Белэнергомаш – БЗЭМ»

Краткое описание

Конструкции центральной части светового фонаря

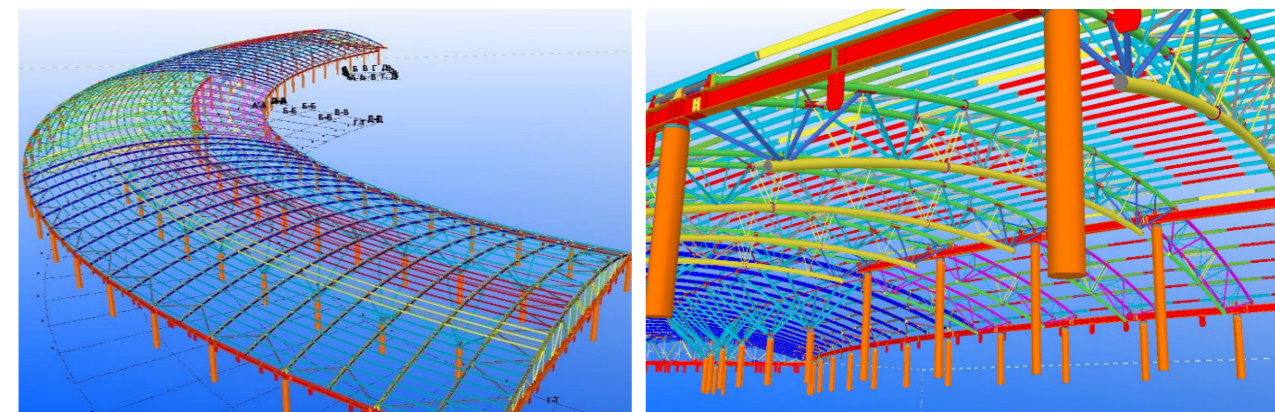
По статической схеме покрытие делится на 2 участка двух типов. Крайние участки представляют арочные неразрезные 5-ти пролетные балки из прокатных двутавров, опирающиеся по краям на контурные неразрезные балки и в пролете на наклонные стойки, которые, в свою очередь, опираются на железобетонные колонны. Средний участок выполнен в виде системы трехгранных пространственных ферм арочного очертания, опирающихся на контурные неразрезные балки. По торцам фонаря установлены арочные неразрезные фермы с поясами двутаврового сечения. По арочным балкам и фермам предусмотрена система прогонов. На участках, перекрытых арочными фермами, предусмотрена система связей в плоскости покрытия.

Устойчивость и пространственная жесткость покрытия обеспечивается геометрией конструкции и системой связей по покрытию. Колонны каркаса здания выполнены из железобетона. Трехгранные фермы арочного типа запроектированы из замкнутых электросварных труб. Арочные и контурные балки, а также нижний пояс торцевых ферм запроектированы из прокатных и сварных профилей. Связи - из гнутосварных квадратных профилей.



Основные показатели здания

Общая площадь	390 000 м ²
Торговая площадь	230 000 м ²
Высота (верхняя точка светового фонаря от уровня земли)	39 м



Модели здания, выполненные в Tekla Structures

Особенности проекта

Конструкции кровли разрабатывались в Tekla Structures. Производитель изготавливал металлоконструкции на станках с ЧПУ посредством получения данных из BIM-модели.



АССОЦИАЦИЯ РАЗВИТИЯ
СТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

+7 (495) 744-02-63

info@steel-development.ru

www.steel-development.ru



АССОЦИАЦИЯ РАЗВИТИЯ
СТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

+7 (495) 744-02-63

info@steel-development.ru

www.steel-development.ru