

Применение современных решений перекрытий при строительстве и реконструкции

Соколовская Е.И.

Научный руководитель – Зверев В.Ф.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Идея сборно-монолитного перекрытия не является новой, она давно используется в странах центральной и восточной Европы. Широко известны большепролетные перекрытия немецкой системы ALBERT, польские перекрытия TERIVA, белорусские перекрытия ДАХ. Такие перекрытия могут выполняться без остановки технологических процессов на промышленных предприятиях, в стесненных условиях, внутри зданий и сооружений, а также при строительстве мансард, при надстройке эксплуатируемых жилых зданий.

Частореберное сборно-монолитное перекрытие «ДАХ» состоит из двух основных элементов: легкие железобетонные балки каркаса треугольного сечения и пустотелые блоки-вкладыши. Блоки могут быть керамическими, газосиликатными либо бетонными.

Балки состоят из пространственного стального каркаса, нижняя грань каркаса обетонирована мелкозернистым бетоном в виде бруса сечением 120х40 мм класса не менее С 16/20 с крупностью заполнителя 5-20 мм.

Пространственный каркас балок представляет собой равнобедренный треугольник с расположенной в углах продольной рабочей арматурой диаметром 8 мм класса S400. Длина балок для шага 300 мм находится в пределах 2,4-6 м, для шага 600мм – 6-6,9 м.

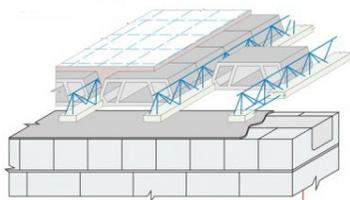


Рис. 1. Сборно-монолитное перекрытие «ДАХ»

Боковые грани каркаса образованы поперечной арматурой из проволоки сечением 5 мм класса В-1, соединенной с продольной арматурой каркаса точечной сваркой в местах изгиба.

Конструкция образует раскосную ферму и обеспечивает пространственную жесткость каркаса при бетонировании нижнего основания и затем при устройстве сборно-монолитного перекрытия.

Блоки пустотные бетонного перекрытия выполняются со сквозными пустотами с уступами в нижней части для опирания балки. Для производства блоков применяются легкие бетоны классом не ниже С8/10 со средней плотностью не более 1600 кг/куб. метр.

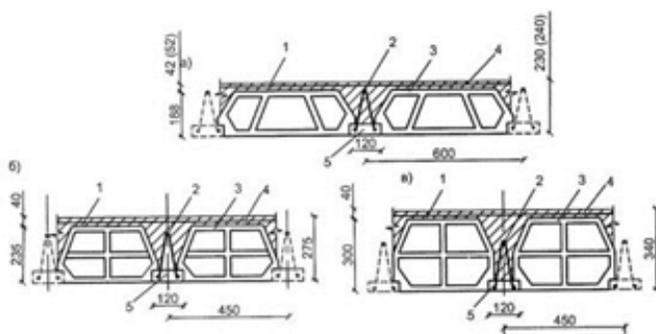


Рис. 2. Конструктивный вид сборно-монолитных перекрытий «ДАХ»:
 1 – слой монолитного бетона; 2 – выступающая часть арматурного каркаса сборной балки ДАХ; 3 – сборные блоки ДАХ; 4 – сетка дополнительного армирования монолитного слоя бетона; 5 – сборные балки ДАХ
 а – ДАХ-I, (ДАХ-IA); б – ДАХ-II; в – ДАХ-III

В системе «ДАХ» используются блоки трех видов и нескольких модификаций, различающихся конструктивно (профиль поперечного сечения, геометрия и количество пустот) и по назначению (основной, доборный, сквозной, со стенкой и т.д.). Каждый блок предназначен для соответствующего типа перекрытия.

Устройство сборно-монолитного перекрытия включает в себя следующие последовательные операции: установка на монтажный горизонт балок и временных стоек опор, укладка между балками пустотелых блоков, укладка монолитного бетона.

Расчитываются перекрытия «Дах» как ребристые перекрытия с межбалочным заполнением.

Методика расчета включает в себя следующие положения: расчет по прочности, направленный на обеспечение несущей способности балок на стадии монтажных работ и расчет по деформациям.

Сборно-монолитное перекрытие «ДАХ» применяется при реконструкции, модернизации, капитальном ремонте или строительстве новых объектов.

Преимущества данного перекрытия:

1. Изготовить перекрытие из мелкоштучных элементов на объекте строительства без использования грузоподъемных механизмов (вес элемента от 14 до 125 кг.);

2. Перекрыть помещения сложной конфигурации с эркерами и выступами, в том числе со сложными планировочными решениями;

3. Обеспечить несущую способность перекрытия до 1000 кг/м²;

4. Проводить монтаж в труднодоступных местах, в том числе внутри помещений;

5. Сократить на 20-30% затраты на устройство перекрытия, по сравнению с аналогами.

Из минусов можно отменить стоимость и необходимость в процессе монтажа балки обязательного устройства временных стоек.

Квадратный метр перекрытия пролетом до 6 м стоит от 275 000 бел.руб /м², до 9 м от 302 500 бел.руб/м². На 1 м² перекрытия приходится (в зависимости от нагрузки) балок ж/б 1,7-2,2 м.п, блоков пустотных от 6-7штук. Стоимость 1 п.м. арматурного каркаса – 1,5 доллара.

Кессонное перекрытие представляет собой вид ребристого перекрытия, в котором балки в плане образуют панели с отношением сторон длинной к короткой меньше двух. От обычного ребристого оно отличается тем, что плита распределяет нагрузку по двум направлениям и рассматривается как опертая по контуру. Нагрузка от плиты на балку передается в форме соответствующей схеме разрушения плиты опертой по контуру. Величины усилий изгибающих моментов и поперечных сил балок с треугольной и трапецевидной нагрузками определяют с помощью таблиц.

Сущность конструкции монолитного ребристого перекрытия, в отличие от обычного плоского, заключается в том, что бетон, в целях экономии, удаляется из нижней зоны сечения, где сохранены лишь ребра, в которых сконцентрирована растянутая арматура. При этом плиты в пролете между ребрами работают на изгиб как балки

таврового сечения. Верхняя полка плиты также работает на местный изгиб между ребрами.

Термин «кессон» (по-французски «caisson», по-немецки «Kassette») в различных источниках объясняется по-разному, но везде можно четко отметить один общий признак, а именно: кессоном называется ящикообразное углубление в своде или балочном покрытии. Иногда эти перекрытия называют вафельными от английского waffle slab или коферные coffered ceiling.



Рис. 3. Кессонное перекрытие

В обычных монолитных перекрытиях крепление плит осуществляется через несущие балки. В отличие от них кессонные перекрытия включают в свой состав ребра, которые исполняют роль несущих балок. Ребра выполнены с шагом не более 150 см и образуют сетчатую структуру, что обеспечивает перераспределение нагрузки и достаточную ее прочность. В результате на общее бетонное основание плиты не приходится больших нагрузок, и оно служит в основном для создания единой монолитной конструкции, что позволяет уменьшить толщину слоя до 5-8 см. Для увеличения надежности кессонного перекрытия плиты армируются. Плиты выпускаются общей толщиной от 25 до 45 см, при этом высота ребер, выступающих над основанием, составляет 20-40 см. В соответствии с принятыми нормами строительства высота ребра должна быть не менее $1/20$ от длины пролета. Размеры плит выполняются по заказу и могут достигать 35x35 м.

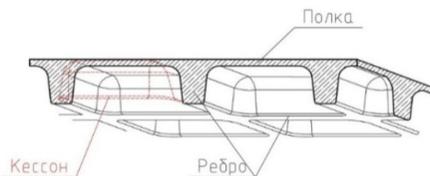


Рис. 4. Элементы кессонного перекрытия

Таблица 1 – Техничко-экономические показатели панелей перекрытий пролетом 6 м, шириной 1,2 м, при нормативной нагрузке 6 кН/м²

Характеристика	Толщина, см	Расход бетона, м ³	Расход рабочей арматуры, кг
Сплошная монолитная	16,0	1,15	56,1
Монолитная кессонная	25,0	0,88	33,5
Экономия материалов, %	-	23,0	40,0

Преимущества кессонных перекрытий:

1. значительная экономия материалов;
2. увеличение несущей способности;
3. снижение нагрузок на здание;
4. абсолютно свободная планировка за счет увеличения пролета здания;
5. архитектурная выразительность.

Недостатки технологии:

- трудоемкость выполнения работ и нецелесообразность применения данной технологии при малых пролетах здания.

Создание и внедрение в практику строительства предварительно напряженных конструкций явилось вторым рождением железобетона на качественно более высоком уровне. Предварительное напряжение позволило повысить трещиностойкость, жесткость и значительно уменьшить собственный вес конструкций, сделав их не только конкурентоспособными с металлическими конструкциями, но и более экономичными при изготовлении и эксплуатации.

В Республике Беларусь метод предварительного напряжения бетона применялся лишь при изготовлении сборных конструкций на заводах ЖБИ. Сегодня ситуация меняется коренным образом.

В Беларуси имеется некоторый опыт возведения зданий с предварительным напряжением. Наиболее значимые объекты - Центральный автовокзал (г. Минск) и Galleria Minsk на проспекте Победителей (г. Минск).

Требуемое напряжение в бетоне создается за счет передачи усилия натяжения арматурных элементов. Простыми словами арматурный элемент железобетонной конструкции растягивают почти до разрыва, после чего он стремится вернуться в первоначальное состояние, т.е. сжаться, тем самым создавая усилие обжатия бетона в растянутой зоне. В связи с этим различают два вида предварительного напряжения по способу натяжения арматуры:

1. на упоры
2. на бетон

Способ натяжения арматуры на упоры производится на стендах в заводских условиях. Арматурные элементы растягивают, затем в форму заливают бетон и после набора им требуемой прочности арматуру «отпускают». Создается эффект обжатия бетона.

В свою очередь способ натяжения арматуры на бетон делится на два способа:

1. со сцеплением
2. без сцепления

В первом случае в тело конструкции на стадии опалубочных работ и армирования укладываются каналообразователи из тонколистовой стали. После бетонирования в образовавшиеся полости вводятся арматурные элементы из высокопрочной стали (канаты). Затем производят механическое натяжение при помощи гидравлического домкрата и инъецирование полости бетоном под давлением. После твердения происходит сцепление арматурного элемента с бетоном. В случае применения систем без сцепления в тело конструкции на стадии производства опалубочных работ и армирования укладываются специальные канаты заводского изготовления в пластиковой трубке.

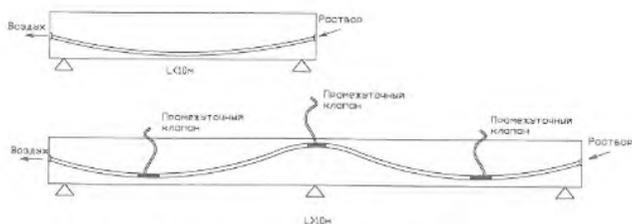


Рис. 5. Схема инъецирования каналообразователей

Все пространство между трубкой и канатом заполнено антикоррозионным составом, который также способствует уменьшению сил трения при натяжении каната. Затем, как и в случае со сцеплением, происходит бетонирование, набор требуемой прочности и механическое натяжение канатов. Передача усилий натяжения осуществляется при помощи анкерных устройств, состоящих из анкерной плиты и зажима. Анкерная плита может быть как прямоугольной так и круглой формы. Также существует мультианкер для фиксации сразу 4-х канатов.

Зажим состоит из трех цанговых элементов с внутренней резьбой. После натяжения зажим расклинивается в анкерной плите.

Работа по предварительному напряжению железобетонных монолитных конструкций в построечных условиях сводится к нарезке канатов требуемой длины, устройству анкеров, раскладке канатов в проектное положение и натяжению, т.е. не сложнее обычного армирования, и не требует высоко квалифицированного персонала.

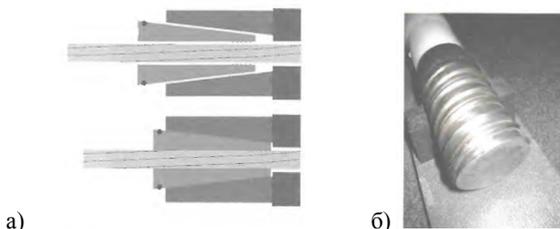


Рис. 6. а) Принцип анкеровки каната при помощи цангового захвата. Вверху-положение цанги до «отпуска» каната, внизу-положение цанги после «отпуска» каната. б) Каналообразователь из гофрированной стали с нагрязаемой арматурой

В общем случае расчет усилий и деформаций конструкций от предварительного напряжения основывается на следующих принципах: обжатие бетона, разгружающие усилия, разгружающие моменты.

В дипломном проекте было так же принято решение о использовании предварительного напряжения со сцеплением на бетон.

В качестве каналообразователей применяются металлические гофрированные трубы. Эти элементы устанавливаем по пораболе. В каналообразователи заводятся семипроволочные кантаты диамет-

ром 15,3 мм. Помимо канатов использовалась ненапрягаемая арматура диаметром 22мм.

Преимуществам использования преднапряжения плиты перекрытия это ее хорошая сопротивляемость аварийным воздействиям. Такие системы применяются в Европе и Америке уже более 50 лет.

Таблица 2 – Сводные таблицы материалов на ячейку 9х9м

№ п\п	Материал	Ед. изм	Без преднапряжения	С преднапряжением
1	Бетон В35	м ³	28,26	21,06
2	Арматура А500С	кг	4050	1782
3	Опалубка	м ²	101,88	81
4	Напрягаемая арматура	кг	0	298
5	Анкерные устройства	шт	0	17,8

ЛИТЕРАТУРА

1. Портаев Д.В. Расчет и конструирование монолитных преднапряженных конструкций гражданских зданий. Научное издание. -М.:Издательство АСВ, 2011. -248 с.
2. Р.А. Сагадеев. Современные методы возведения монолитных и сборно-монолитных перекрытий// Учебное пособие. – 2008 г. – С.136.
3. Пецольд Т.М. Железобетонные конструкции/Т.М. Пецольд, В.В. Тур.-Брест: БГТУ, 2003. -380с.
4. Типовая технологическая карта на устройство сборно-монолитных перекрытий «ДАХ» серии Б1.146.1-1.02.