

Теперь можно решить уравнение метода сил (2) и найти неизвестное X_1 . Окончательные значения внутренних усилий в сечениях рассматриваемых арок определяются по выражениям:

$$M = \bar{M}_1 X_1 + M_P; \quad Q = \bar{Q}_1 X_1 + Q_P; \quad N = \bar{N}_1 X_1 + N_P, \quad (18)$$

где законы изменения усилий \bar{M}_1 , \bar{Q}_1 , \bar{N}_1 и M_P , Q_P , N_P представлены в (3), (11) – (13).

Апробация результатов. На основе полученных зависимостей выполним расчет арки, представленной на рис. 6. Эпюры изгибающих моментов и поперечных сил получим в виде, показанном на рис. 7. Продольная сила во всех сечения арки сжимающая и изменяется от 28,29 кН в сечении у опоры А до 27,10 кН в верхнем сечении и до 28,54 кН в сечении у опоры В.

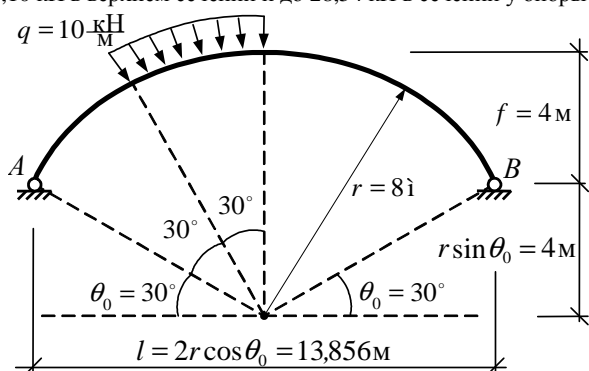


Рис. 6. Расчетная схема рамы

Рассматриваемая арка была рассчитана также методом конечных элементов по программе «Огюп» с разбивкой дуги арки на 20 частей. Результаты расчета, учитывая погрешность замены дуги в МКЭ ломаной линией, практически совпадают.

Заключение. В работе получены зависимости, которые позволяют определять усилия в сечениях круговых двухшарнирных арок и соответствующих цилиндрических покрытий

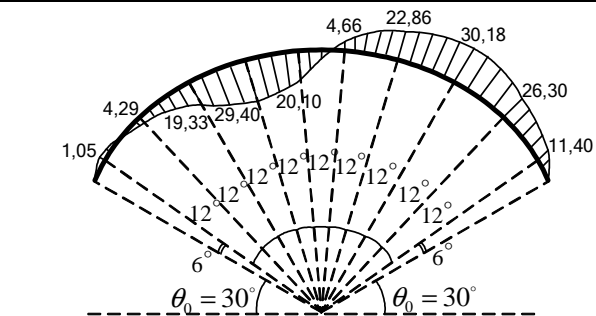
УДК 624.01

Матчан В.А., Давыдюк А.И.

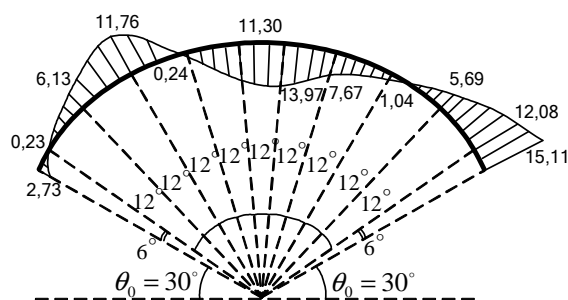
ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ В ЖИЛИЩНОМ ДОМОСТРОЕНИИ

Введение. Обеспечение жильем населения является одной из наиболее важных государственных задач, поэтому вопрос о перспективах жилищного строительства в XXI в. вызывает огромный интерес. На эту тему написано ряд статей [1 – 7] с анализом существующих конструктивных систем, выявляются их достоинства и недостатки. Большая часть публикаций отличается некоторой субъективностью и содержит выводы, основанные на ограниченном числе рассмотренных вариантов.

В настоящее время вместо массового типового строительства в нашей республике осуществляется переход к индивидуальным архитектурным решениям, рассчитанным на конкретного потребителя. В таких домах требуется обеспечить свободное, трансформируемое по желанию заказчика планировочное решение с индивидуальным обликом здания, ис-



а) эпюра изгибающих моментов



б) эпюра поперечных сил

Рис. 7. Эпюры усилий

при статическом действии систем равномерно распределенных радиально направленных нагрузок.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 48 с.
2. Строительная механика. Стержневые системы: учебник для вузов / А.Ф. Смирнов, А.В. Александров, Б.Я. Лашенников, Н.Н. Шапошников; под ред. А.Ф. Смирнова. – М.: Стройиздат, 1981. – 512 с.

Статья поступила в редакцию 09.02.07

ключающее монотонность застройки, а также высокие эксплуатационные качества и ремонтпригодность. Все это должно сочетаться с минимальными затратами как на стадии строительства, так и на стадии эксплуатации. С учетом этих требований рассмотрим конструктивные решения, применяемые в отечественном и зарубежном строительстве, с целью выявления наиболее перспективных из них.

Бескаркасные здания. Отличительной особенностью бескаркасных конструктивных систем является совмещение несущей и ограждающей функций. Общая прочность и устойчивость здания здесь обеспечивается совместной работой всей его несущей системы, образованной внутренними и наружными стенами, связанными между собой дисками перекрытий. Такой

Матчан Виктор Александрович, кандидат технических наук, заведующий кафедрой архитектурных конструкций Брестского государственного технического университета.

Давыдюк Анна Ивановна, магистрант Брестского государственного технического университета. Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Строительство и архитектура

принцип положен в основу конструктивных решений крупнопанельного домостроения. Панели несущих стен здесь могут располагаться в продольном, поперечном или в обоих направлениях одновременно. Шаг несущих конструкций может быть узким (до 4.2 м) и широким (до 9.0 м). Перекрытия выполняются плоскими сборными железобетонными.

В течение долгого времени такая конструктивная схема была основной для строительства жилья на территории Белоруссии. Существовало множество домостроительных комбинатов, которые осуществляли все циклы возведения: монтаж крупнопанельных конструкций, монтаж оборудования, отделку строящихся домов. При этом выявились такие достоинства домов, как высокий темп строительства, осуществление большого объема работ вне строительной площадки и достаточно высокое качество конструкций. Вместе с тем крупнопанельное домостроение имеет определенные недостатки:

- жесткое членение внутреннего пространства несущими стенами;
- неизменяемость типовой планировки при ограниченных размерах помещений;
- пониженная звуко- и теплоизоляция;
- непригодность домов многих серий к реконструкции и модернизации;
- потребность в большой номенклатуре изделий.

Панельные дома возводились и за рубежом. На рис. 1. представлен общий вид одного из таких зданий, построенных до 1990 г. в Берлине (ГДР). Для придания некоторого разнообразия в этих зданиях введены дополнительные архитектурные детали в виде мансардных надстроек, пристроенных балконов и т. п. Однако в полной мере недостатки, характерные для панельных домов, в них устранить не удалось. В связи с чем в настоящий период наблюдается сокращение объемов крупнопанельного строительства.



Рис. 1. Общий вид панельного дома, построенного в Берлине

По бескаркасной схеме строятся также дома с несущими стенами из монолитного бетона или мелкоштучных материалов. Такое решение позволяет устранить некоторые из недостатков, характерных для крупнопанельных зданий, что делает бескаркасную систему вполне пригодной для жилого строительства.

Однако стоит отметить, что с ростом этажности возрастает и усилие в несущих элементах здания, что требует увеличения размеров их поперечных сечений и применения материала с высокими прочностными характеристиками. При высоте свыше 5 этажей эти дома отличаются неоправданно высокой материалоемкостью и массивностью. Удельная масса дома в 9-12 этажей составляет 2.5...3.5 т на м² общей площади (для сравнения, удельная масса панельного такого же дома не превышает 2 т/м²). Так как увеличение прочностных характеристик материалов в общем случае ведет к снижению

сопротивления теплопередачи, приходится применять системы наружного утепления, что существенно удорожает строительство. Кроме того, из-за разности в напряжении внутренних и наружных стен, в местах их сопряжения возникают сдвиговые трещины, что вызывает дискомфорт у потребителя. Поэтому область рационального применения бескаркасных домов ограничена высотой до 5 этажей.

Сборные здания с рамно-связевой конструктивной системой. Соединение ригеля с колонной в сборных зданиях с рамно-связевой конструктивной системой шарнирное, а горизонтальные нагрузки воспринимают вертикальные диафрагмы или ядра жесткости.

Здания серии 1.020-1/83 [5] применялись на всей территории СССР для строительства общественных и жилых зданий. Наружные стены зданий этих серий выполнялись с применением навесных сборных панелей полосовой разрезки с простенками на уровне оконных проемов. Наиболее распространенный размер сетки колонн 6.0 x 6.0 м. Каркас включал сборные колонны квадратного сечения 40x40 см длиной на один, два и более этажей. Колонны в уровне дисков перекрытий снабжены короткими консолями для опирания сборных железобетонных ригелей. Ригели выполнены с нижними полками для опирания многопустотных плит. Многопустотные плиты, образующие диск перекрытия, омоноличены по боковым сторонам строительным раствором. Кроме того, вдоль рядовых плит в створах колонн укладывают связевые плиты, закрепляемые по концам на сварке к поперечным рамам каркаса. Диски перекрытий при этом не являются плоскими, а содержат выступающие полки ригелей и консоли колонн (рис. 2.), вовнутрь помещений выступают также и колонны крайних рядов.



Рис. 2. Балочное сборное перекрытие

Каркас системы КУБ [8] разработан совместно институтами МНИИТЭП и ГипроНИИ РАН. Эта система имеет регулярную сетку колонн, равную 6 м. Наружные ограждения могут быть выполнены в виде самонесущих стен, перегородки - либо из штучных материалов, либо каркасно-обшивные из листовых изделий на металлическом каркасе из гнутых профилей. Сборные колонны сечением 40x40 см, изготовленные высотой на 2 - 3 этажа. В уровнях дисков перекрытий они имеют утончения поперечных сечений. В этих местах бетон по углам колонн удален, оставшаяся часть бетонного сечения выполнена прямоугольной формы, но повернута в плане относительно главных осей колонны на 90. Диски перекрытий - плоские, рассчитанные под нагрузку до 12 кПа.

Сборный вариант система PPB-Saret [5], разработанный французской фирмой, напоминает каркасы серии 1.020-1/83. Отличие заключается в более надежном сопряжении ригелей с колоннами, с использованием стальных консолей колонн и

болтов с последующим замоноличиванием ригелей в верхней части между торцами опертых на них плит (рис.3).

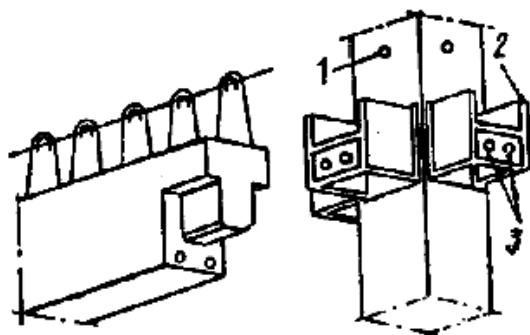


Рис. 3. Объединения колонн с ригелями посредством высокопрочных болтов: 1 – отверстия для пропуска арматуры; 2 – стальная консоль, 3 – отверстия для высокопрочных болтов

Несмотря на высокий темп возведения по причине высокой степени заводской готовности, применение зданий с рамно-связевой системой на сегодняшний день не целесообразно, по следующим причинам:

- шарнирное соединение колонн с дисками перекрытия ведет к уменьшению степени статической неопределенности, а значит перерасходу материала и снижению надежности;
- наличие воздушных зазоров в стыках, невозможность в ряде случаев качественного заполнения и зачеканки швов, наличие узлов, жесткость которых определяется жесткостью сварных стыков, увеличивает податливость и снижает жесткость конструктивной схемы, что особенно нежелательно при строительстве домов повышенной этажности;
- реализация данной конструктивной схемы требует больших затрат на перевозку и монтаж конструкций;
- из-за жесткой сетки колонн и выступающих частей несущих конструкций, выступающих внутрь помещения (за исключение КУБ-1), планировочное решение ограничено, в ряде случаев необходимо устройство подвесных потолков, чтобы скрыть полки ригелей, а это сопряжено с немалыми затратами, особенно при серийном производстве.

Сборные здания с рамной конструктивной системой.

Уникальным сборным каркасом с рамной конструктивной системой является разработанный компанией “Ленстройдеталь” (г. Санкт-Петербург) каркас **КаРЭ** [9-10]. Он представляет собой конструктивное решение каркаса жилого дома на базе рамных элементов (рис.4).

Членение на отдельные элементы здесь основано на принципе максимального сохранения монолитных узлов рамы и оптимизации расположения стыков. В результате получаем Н-образную железобетонную конструкцию, в которой перемычка (ригель) выступает за стойки. Создается схема, при которой членение каркаса по колоннам производится в межэтажном пространстве (зоне нулевых моментов), а вылет ригелей-консоль за стойки организует стык ригелей в зоне наименьших изгибающих моментов. Монтажный стык стоек рамного элемента (колонны) выполняется с помощью ванной сварки. Наружная стена опирается на контурную балку. Это несущая конструкция, работает еще и как ригель-распорка и увеличивает жесткость в продольном направлении. Лестнично-лифтовой узел является ядром жесткости секции. Он полностью сборный на основе стеновых панелей-диафрагм толщиной до 200 мм, лестниц-площадок, шахт лифтов и пр.

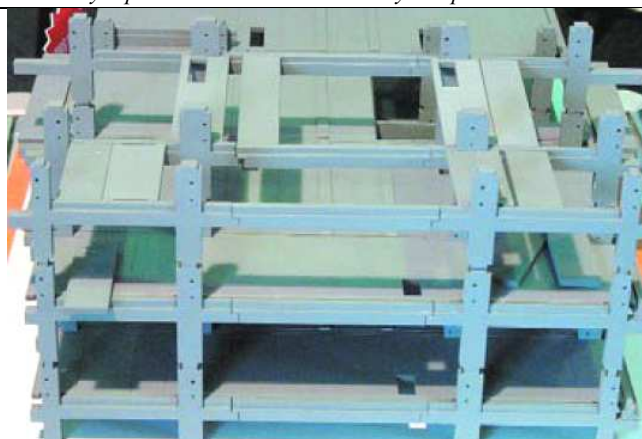


Рис. 4. Макет каркаса «КарЭ»

Варианты планировочных решений в продольном отношении определяются длиной пустотной плиты перекрытия при пролете от 3 до 9 м. Каркас «КаРЭ» обладает высокой степенью заводской готовности, быстро монтируется, имеет высокую пространственную жесткость и может быть сертифицирован на строительство в сейсмической зоне. Его основными недостатками являются значительная масса сборных элементов и диски перекрытия, которые не являются плоскими и требуют дополнительной отделки.

Сборно-монолитные здания с применением съемной опалубки. Система КУБ-2М [8]

сохраняет основное преимущество системы КУБ-1 – плоские перекрытия. Благодаря наличию монолитных участков реализуется статически неопределимая рамная конструкция, повышающая жесткость и надежность системы. Конструктивные особенности системы - отсутствие ригелей. Каркас применяется для зданий с шагом колонн 6,0м и собирается из сборных колонн и панелей перекрытия (3x3м) с замоноличиванием части перекрытия в построечных условиях (рис. 5). При применении специальных мероприятий (усиление армирования монолитных перекрытий) возможно увеличение пролётов до 7,2 – 9,0 м, благодаря чему появляются широкие возможности для развития архитектурно-планировочных решений. К недостаткам этой системы можно отнести трудоемкость и металлоемкость стыков.

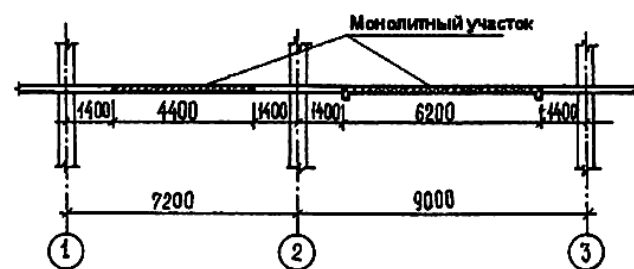


Рис. 5. Фрагмент каркаса КУБ-2М

Система ИМС [11] (Институт материалов Словении) (рис.6) была предложена в 1957 г. в Югославии проф. Б. Жежелем. Колонны этой системы изготавливаются сечением 40-40мм, высотой на 2-3 этажа. В уровне диска перекрытия они имеют отверстия для пропуска арматуры. Перекрытия плоские сборно-монолитные выполняются с предварительным напряжением арматуры в построечных условиях.

При размерах ячейки до 4.2 x 4.2 м сборные плиты выполняют размерами на ячейку, при размерах до 6.0 x 6.0 м – ячейку образуют из двух плит, соединенных сваркой. Панель перекрытия может быть выполнена ребристой с подвесным потолком либо в виде пустотной плиты с усиленным конту-

ром для восприятия сжимающих усилий преднапряжения. Предварительное напряжение позволяет увеличить жесткость и трещиностойкость, однако технология возведения каркаса из-за этого усложнена и требует специализированного технологического оборудования и подготовленного персонала. Вследствие этого система ИМС в массовом строительстве широкого распространения не получила.

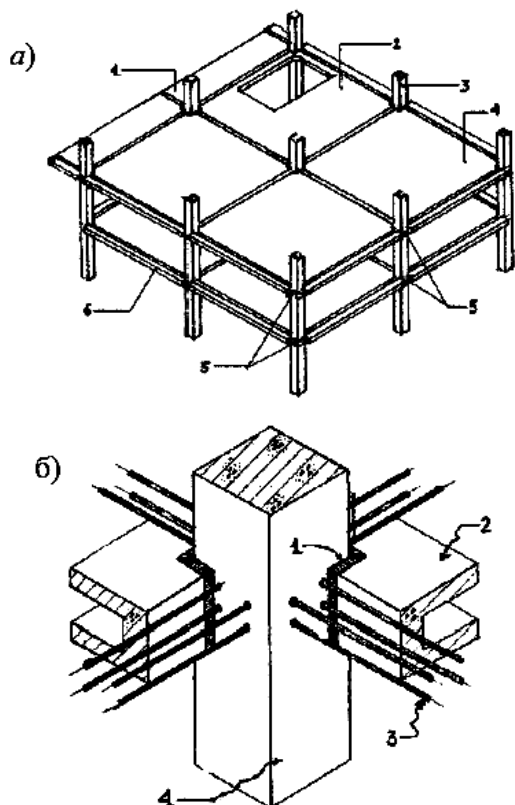


Рис. 6. Несущий каркас системы ИМС. а) принципиальная конструкция каркаса: 1 – консольное перекрытие; 2 – перекрытие с отверстием для лестницы; 3 – колонна; 4 – типовое перекрытие; 5 – напрягаемая канатная арматура; 6 – фасадная распорка; б) конструкция узла примыкания плит перекрытия к колонне; 1 – контактный шов; 2 – плита; 3 – канат К-7; 4 – колонна

Серия Б1.020.1-7, известная также как система АКРОС-1 [5,12], разработана в БелНИИС. (рис.7). Каркас – рамно-связевый. Вертикальные и горизонтальные нагрузки воспринимаются им при совместной работе с вертикальными диафрагмами или ядрами жесткости. Диски перекрытий плоские с гладкими потолками.

При пролетах длиной до 6 м в жилых домах несущие ригели выполняют высотой в пределах толщины сборных плит (220 мм). При увеличении пролетов до 7.20 м включительно ригели выполняют таврового сечения (260 мм) с полкой. При высоком уровне нагрузки несущие ригели могут быть выполнены выступающими книзу. Колонны, как правило, – на два этажа, в уровне дисков перекрытий выполнены со сквозными отверстиями для пропуска арматуры взаимно-перекрестных монолитных ригелей. Наружные стены выполняют поэтажно опертыми на кромки дисков перекрытий. При этом колонны каркаса наружного ряда располагают в толще наружной стены, чаще всего выполняемой однослойной в виде кладки из ячеистобетонных камней. Однако могут быть использованы и навесные сборные панели. Отличительной особенностью каркаса зданий серии Б1.020.1-7 является то, что при его проектировании учитываются усилия распора, возникающие при

изгибе в стесненных условиях основных несущих элементов перекрытий, таких как многпустотные плиты и несущие ригели.

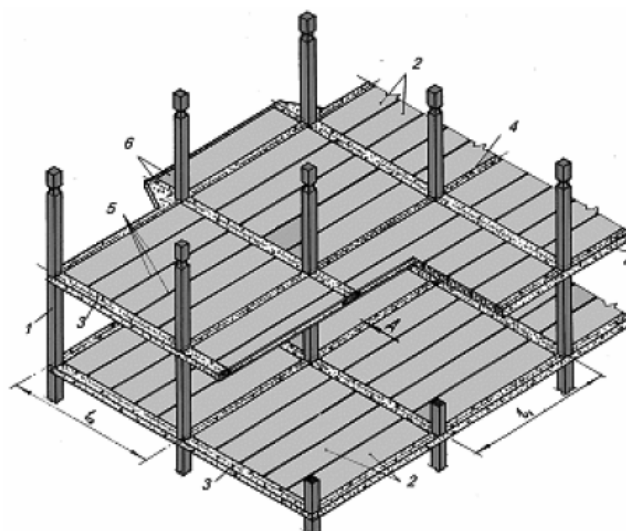


Рис. 7. Перекрытия здания. Серия Б1.020.1-7
1 – колонны со сквозными проемами для пропуска несущего и связевых ригелей, 2 – сборные многпустотные плиты, 3 – монолитные несущие ригели, 4 – монолитные связевые ригели, 5 – межплитные швы омоноличивания, 6 – консоли для балконов и эркеров

К недостаткам системы АКРОС-1 можно отнести:

- трудоемкость устройства стыков;
- использование дорогостоящей опалубки;
- использование тяжелых подмостей, которые загромождают пространство и затруднят работы по возведению стен;
- замедленный темп строительства.

Для повышения темпа строительства элементы каркаса из монолитного железобетона рекомендуется выполнять с использованием бетонных смесей с ускорителями твердения, не оказывающими агрессивного воздействия на арматуру.

Система РАДИУСС [13] разработана российским проектным институтом ЗАО «Инрекон» и предназначена для строительства жилых и общественных зданий. Конструктивные решения максимально учитывают региональные особенности технологической и материально-технической базы стройиндустрии и предусматривают широкое использование местных строительных материалов.

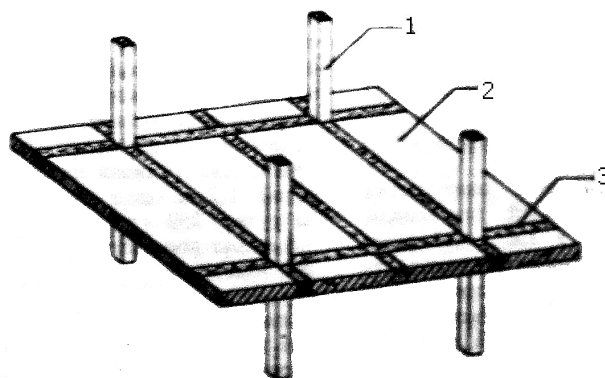


Рис. 8. Конструктивная система каркаса РАДИУСС: 1 – колонна, 2 – плита перекрытия, 3 – монолитный участок

Несущую систему здания образует сборно-монолитный безригельный каркас (рис. 8). Конструктивно-планировочные ячейки объекта строительства задаются сетками колонн 3 м

(или 3,6 м) x 6 (или 7,2м). Номенклатура сборных железобетонных изделий системы включает плиты перекрытия (многопустотные толщиной 220мм или сплошные толщиной 160мм) и колонны прямоугольного сечения. Передача нагрузки с плит перекрытия на колонны осуществляется с помощью монолитных межколонных участков. Поскольку высота монолитных участков совпадает с толщиной перекрытий, помещения имеют гладкие потолки, что существенно облегчает объемно-планировочные задачи при проектировании любых типов зданий. Каждая ячейка перекрытия может перекрываться одной крупногабаритной плитой, что упрощает монтажную оснастку, но вес таких плит требует мощных кранов и увеличивает транспортные затраты. Поэтому разработан дополнительный вариант системы из малогабаритных элементов. Для снижения стоимости строительства также предусматривается выполнение наружных стен из местных материалов.

Данная система максимально использует сложившуюся на территории России материально-техническую базу и благодаря этому является весьма экономичной при возведении зданий, как на территории данной страны, так и на всем постсоветском пространстве, так как не требует переоснащения действующих строительных предприятий.

Система Contiframe [14] разработана в Великобритании для многоэтажных гражданских зданий с пролетами от 6.0 до 7.20 м. Основными несущими элементами системы являются сборные многопролетные балки, опертые на сборные колонны высотой на этаж. Соединения колонн вилочные. Каркас рассчитывается как монолитный и характеризуется высокой жесткостью узловых соединений. Однако он имеет серьезные технологические и конструктивные недостатки:

- Применение колонн поэтажной разрезки, не только замедляет темп строительства, но создает контактные стыки, в которых имеют место трудно прогнозируемые по величине и распределению контактные напряжения, способные вызвать раскалывание и преждевременное разрушение колонн в этих стыках;
- Вилочный стык колонн поэтажной разрезки требует повышенной точности изготовления как колонн, так и балок перекрытий;
- Отверстия на торцевых участках балок для пропуска вертикальной арматуры колонн серьезно снижают прочность опорных сечений балок;
- Сочленения сборных балок по длине в неразрезную конструкцию также является весьма трудоемким и ненадежным;
- Диск перекрытия не является плоским.

Система "Delta" [15] отличается использованием специального ригеля, который представляет собой цельносварной гнутый профиль трапециевидного поперечного сечения с нижней полкой для опирания пустотных плит настила. Обе боковые стенки профиля перфорированы, а все пространство между торцами уложенных в проектное положение плит заполнено монолитным бетоном. Сталебетонный ригель в соответствии с эпюрой моментов также снабжен дополнительной стержневой арматурой. Перекрытие каркаса "Delta" рассчитаны под полезную нагрузку 2.60, 3.80 и 4.65 кПа при толщине диска перекрытия, соответственно, 200, 265 и 385 мм и пролетах до 7 и 9 м. Каркас "Delta" вполне может быть применен для многоэтажных жилых домов и общественных зданий.

Преимущество этой системы заключается в том, что использование сталебетонного ригеля позволяет уменьшить конструктивную высоту перекрытия. Основными недостатками являются: повышенный расход металла и необходимость дополнительной огневой защиты нижней полки ригеля.

Сборно-монолитные здания с применением несъемной опалубки. Для многоэтажных жилых домов в зарубежной строительной практике широко распространение получили

сборно-монолитные перекрытия с несъемной железобетонной опалубкой. Они могут использоваться как в каркасных зданиях, так и в зданиях с несущими стенами. Перекрытия с несъемной опалубкой и системы с их применением разработаны во Франции (SARET), России (СМКД), США (Dycore), Великобритании (Filigree Wideslab System), Польше (Teriva) и других странах.

Система SARET [16] была разработана и запатентована одноименной французской компанией. В ее основе лежит рамно-связевая система колонн, ригелей и преднапряженных дисков перекрытий, которые выступают в качестве несъемной опалубки. После установки дополнительной арматуры перекрытие бетонируется. Общая толщина перекрытия составляет 160-250мм. Ригели также изготавливаются с предварительным напряжением, с высотой сечения в диапазоне от 200 до 600 мм.

Высокий уровень индустриальности позволяет возводить здания в короткие сроки. Данная конструктивная система обладает высокой надежностью по причине отсутствия сварных соединений и позволяет возводить здания большой этажности при больших пролетах, однако она имеет также множество недостатков. Основными из них являются высокая трудоемкость, ребристые диски перекрытия и металлоемкость до 30 кг арматурной стали на квадратный метр перекрытия. (Для сравнения: при непрерывном безопалубочном формовании пустотной плиты длиной 9м затрачивается не более 5,9 кг на квадратный метр).

В России во второй половине 90-х эту технологию адаптировало для местных условий ООО «Рекон». Она получила название СМКД – сборно-монолитное каркасное домостроение. Удалось повысить жесткость рамных узлов каркаса, благодаря этому здания до 6 этажей включительно возводятся без ребер жесткости. Уменьшение пролетного момента, включение в работу ригелей примыкающих участков, а также использование тяжелого бетона повышенной прочности, позволило несколько сократить расход металла. Кроме этого, был предложен вариант с использованием многопустотных плит в качестве несъемной опалубки. Однако основные недостатки преодолеть не удалось.

Filigree Wideslab System [17] разработана для строительства зданий разного назначения. Она позволяет реализовать любые планировочные и архитектурные решения и является экономичнее некоторых конструктивных систем. Filigree Wideslab System включает два варианта перекрытий – балочное и безбалочное. Первый вариант (рис. 9а) используется преимущественно для административных и хозяйственных зданий с большими пролетами. Второй (рис. 9б) – для жилищного строительства, так как обеспечивает ровную конструкцию потолка. Основными элементами перекрытия в обоих случаях являются двухдюймовые плиты сухого прессования, выполненные из керамзитобетона. В случае балочных перекрытий, наряду с плоскими плитами используются плиты корытного профиля, которые после укладки арматуры и заполнения монолитным бетоном и образуют несущий ригель. Чтобы уменьшить массу перекрытия и улучшить его теплоизоляционные качества используются полистирольные вкладыши.

Система "Dycore" [5] (рис. 10) включает неразрезные сборно-монолитные балки, колонны и многопустотные плиты перекрытий. Бетонирование верхней зоны балок производится одновременно с укладкой слоя монолитного бетона по верху плит. В результате образуется жесткая комплексная конструкция, отличающаяся высоким уровнем надежности и несущей способности. Пролеты перекрытий достигают до 7.6 м при конструктивной высоте до 508 мм, из которых 305 мм — высота балок и 203 мм — высота сечений многопустотных плит. Колонны могут выполняться как сборными, так и монолитными.

Преимуществом этой системы по сравнению с другими сборно-монолитными является то, что она не требует специально съемной или несъемной опалубки, а использует в качестве нее многопустотные плиты.

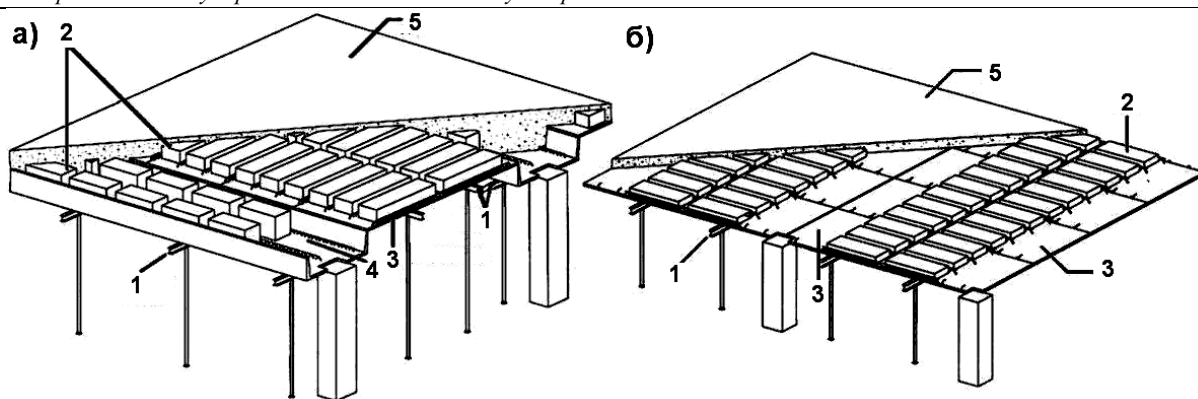


Рис. 9. Filigree Wideslab System; а) с балочными перекрытиями; б) с безбалочными перекрытиями: 1 – временные опоры; 2 – полистирольный вкладыш; 3 – плоские керамзитобетонные плиты; 4 – керамзитобетонные плиты корытного профиля; 5 – монолитный бетон

Перекрытие TERIVA [18] предназначено для капитального ремонта, реконструкции и строительства промышленных и гражданских зданий. Оно имеет часторебристую конструкцию (рис. 11), состоящую из легких железобетонных балок, пустотных блоков и монолитного бетона.

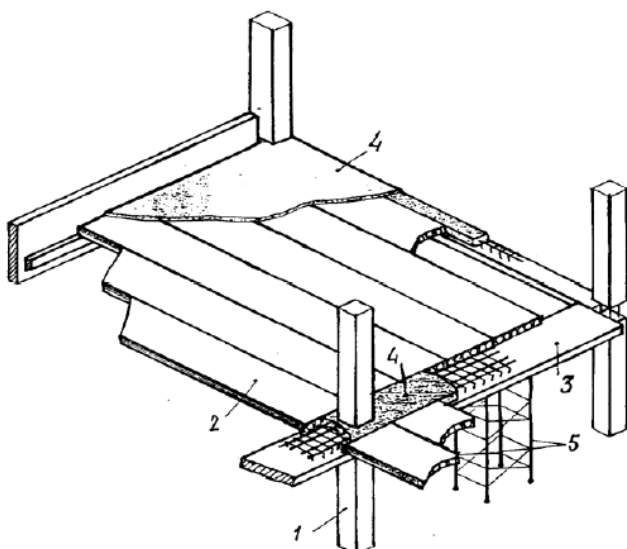


Рис. 10. Схема перекрытий системы Дусоре: 1 – колонна, 2 – многопустотная плита, 3 – нижний сборный элемент балки, 4 – монолитный бетон



Рис. 11. Элемент часторебристого перекрытия TERIVA

Перекрытие предусматривает использование сборных элементов небольшого веса (балки – 12кг/м, пустотные блоки – 16.5 кг/м), что позволяет осуществлять его возведение без применения грузоподъемных механизмов в любых условиях стесненности. Из-за пустотных блоков, которыми заполняется перекрытие, оно оказывается легче, чем обычное. Кроме того,

эта конструкция обладает хорошими тепло- и звукоизоляционными характеристиками. Перекрытие не имеет ограничений по конфигурации и привязкам к типовым архитектурно-строительным проектам.

Недостатком перекрытия TERIVA можно считать высокую трудоемкость его монтажа, однако в условиях стесненности или небольшом объеме работ такое решение может быть приемлемым.

Перекрытия с несъемной опалубкой обладают следующими преимуществами:

- отсутствие сварных соединений;
- высокая жесткость;
- отсутствие потребности в опалубочных системах.

Их общими недостатками являются:

- перерасход бетона;
- наличие двух технологических процессов на строительной площадке;
- потребность в наличии широкой номенклатуры несъемной опалубки.

Эффективность применения этих перекрытий во многом зависит от района и условий строительства.

Здания с монолитным каркасом. В СССР кроме каркасов из монолитного бетона применялся несущий остов с **неразрезными плитами перекрытий** и широким шагом поперечных несущих стен (до 7...8 м). В обоих случаях наружные стены выполняются поэтажно опертыми или навесными. Многоэтажные дома с монолитным несущим каркасом или остовом обладают высокими жесткостными характеристиками при действии горизонтальных нагрузок. Однако в советское время монолитное домостроение не нашло широкого применения из-за низкого темпа и сезонности производства работ, дорогостоящей опалубки, а также трудностей в обеспечении качества конструкций при производстве их в условиях строительной площадки.

Развитие технологии и изобретение новых быстротвердеющих бетонов, разработка различных видов съемной и несъемной опалубки сделали монолитное строительство на сегодняшний день более доступным. По темпу производства работ монолитные здания все еще не могут сравниться со сборными, но являются более качественными и экономичными, что немаловажно. Поэтому возникает необходимость в разработке новых эффективных систем монолитного домостроения. Такая попытка предпринята в БелНИИСе при разработке монолитного железобетонного каркаса АКРОС-2 [12, 19] с плоскими плитами перекрытий и увеличенной сеткой колонн до 7.5 × 7.5 м. Принципиальная конструкция такого каркаса приведена на рис. 12.

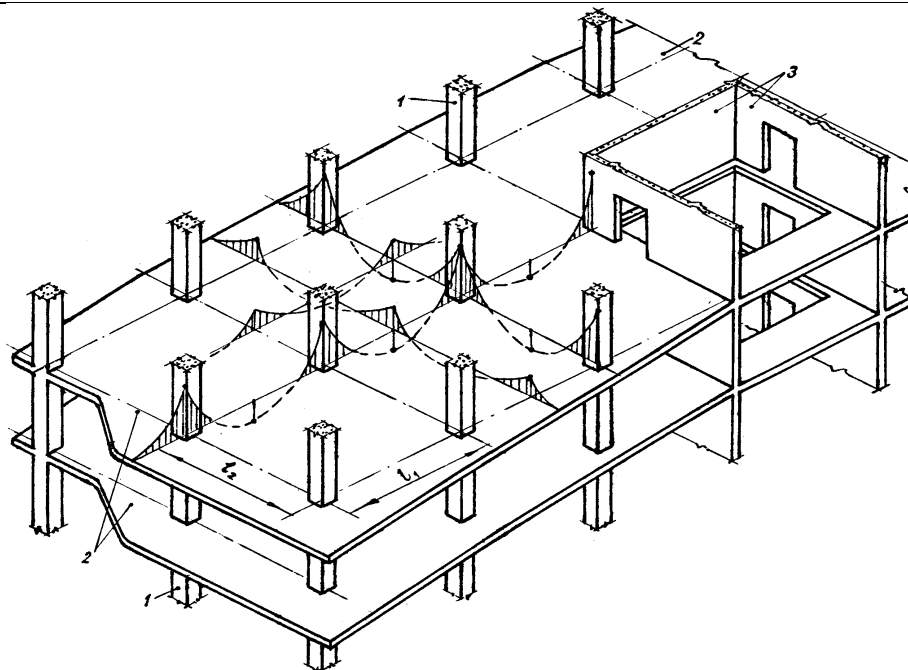


Рис. 12. Монолитный железобетонный каркас с безбалочными дисками перекрытий: 1 – колонны; 2 – плоская плита перекрытий; 3 – ограждение лестничной клетки (вертикальные диафрагмы жесткости)

Колонны каркаса могут иметь квадратное, прямоугольное и другие формы сечения. В первом случае размеры сторон сечения назначают 30 см для зданий до 5 этажей и 40 см при высоте зданий в 6-20 этажей. Перекрытия плоские монолитные. Толщину перекрытия рекомендуется назначать в пределах $(1/22 \dots 1/32)$ пролета, но не меньше 18 см.

Отличительной особенностью АРКОС-2, в сравнении с другими монолитными системами, является армирование. Обычно при устройстве плоских дисков перекрытия используется армирование плоскими сетками. Такое армирование недостаточно сконцентрировано в местах действия наибольших усилий, что ведет к перерасходу стали. В перекрытиях системы АРКОС-2 для устранения этого недостатка в створах колонн размещены объемные арматурные каркасы, образующие условный ригель. Такое армирование в большей степени соответствует эпюре действующих усилий (рис. 12), но ведет к значительному усложнению производства работ. Еще одним недостатком является низкий, несмотря на применение бетонов быстрого твердения, срок производства работ. Для устранения этого недостатка и сокращения трудозатрат в данной системе применяют три сборных железобетонных элемента. Это сборные лестничные марши и площадки, тубинги лифтов и вентиляционные стояки, установленные в проектное положение.

Вывод. Таким образом, на сегодняшний день для строительства жилых и общественных зданий высотой более пяти этажей известно применение ряда конструктивных схем, наиболее перспективной из них является монолитная каркасная конструктивная схема с плоскими неразрезными перекрытиями. Монолитные каркасные здания в силу многократной статической неопределимости конструкций отличаются высокой надежностью, хорошими эксплуатационными качествами и экономичностью.

Вместе с тем широкое развитие в нашей стране индустрии сборного железобетона делает перспективным и сборно-монолитную систему, которая по эксплуатационным характеристикам и материалоемкости приближена к монолитной, а по темпу возведения зданий даже превосходит ее.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Олег Микша. Преимущества каркасного домостроения очевидны. // Строительство и недвижимость – 2005.

2. Аладова В.Н. Состояние и перспективы архитектуры жилых зданий // Строительство и недвижимость – 2005.
3. Владимир Миронов. Монолит недоценили. // Экономика и жизнь – 19.04.2002.
4. А. Дмитриев. Экспериментальное строительство жилых домов с системой безригельного каркаса // Стройка – №21 – 2003.
5. Мордич А.И. Эффективные конструктивные системы многоэтажных жилых и общественных зданий для условий строительства в Москве и городах Московской области, наиболее полно удовлетворяющие современным маркетинговым требованиям // Отчет о научно-исследовательской работе. – Мн., 2002 – 117с.
6. Мордич А.И. Эффективные системы зданий и пути их совершенствования // Архитектура и строительство – 03.09.2003.
7. Наталья Соколова. Будущее – за каркасными технологиями домостроения // Строительство и городское хозяйство в Санкт-Петербурге и Ленинградской области – №79 – 2005.
8. <http://building.bk.kz/newtech/37.shtml>
9. Козицкий Б.Ф. Сборный дом из рамных элементов // Строительство и городское хозяйство в Санкт-Петербурге и Ленинградской области – №86 – 2006.
10. Олег Горгома. Как строить качественно, но быстро и дешево // Снабженец – №32 – 2006.
11. Эффективная конструктивная система каркасно-панельных зданий с натяжением арматуры в построечных условиях. Кимберг А.М. – Тбилиси: ТбилЗНИИЭП, 1988. – 32 с.
12. Сергей Золотов. Универсальная открытая архитектурно-строительная система многоэтажных зданий АРКОС // Строительство и недвижимость – 2005.
13. Л.Л. Панышин. Сборно-монолитная домостроительная система. Вестник БГТУ. – №5 – 2002.
14. Pessiki S., Prior R., Sause R., Slaughter S., Review of existing precast concrete gravity load floor framing system/ PCI Journal. – № 2 – 1995.
15. <http://www.deltabeam.nl/info>
16. <http://www.rekon-izhora.ru/Novosti---pressa/arhiv-statei-o-sbornom-monolitnom-karkase/Karkas-tesnit-monolit.html>
17. <http://www.filigreeinc.com.htm>
18. Сборно-монолитное перекрытие TERIVA // Промышленно-строительное обозрение – №92 – 2006.
19. <http://www.atlantproekt.ru/arkos-system.htm>

Статья поступила в редакцию 08.02.07