

УДК 624.012

д.т.н., профессор Семенюк С.Д., Жилинский Д.И.,  
Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Беларусь

## АНАЛИЗ УЗЛОВ СОПРЯЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗДАНИЯХ ПОД СОЦИАЛЬНОЕ ЖИЛЬЕ

*Приведены примеры возведения зданий из сборных конструктивных систем. Произведен сравнительный анализ данных систем.*

**Ключевые слова:** конструктивная система, каркас, железобетон.

**Введение.** В настоящее время в РБ остро стоит проблема обеспечения населения доступным жильем. Т.к. самым дешевым являются дома из железобетонных панелей, в представленной работе исследуется возможность строительства дешевых энергоэффективных зданий и при этом удобных для проживания людей, удовлетворяющих всех: как богатых, так и людей среднего достатка.

В настоящее время стоимость одного квадратного метра жилья колеблется от 850 до 1700 \$. Причин для такой высокой стоимости жилья много, основными из которых являются – высокая трудоемкость монтажа, низкий уровень механизации технологических процессов, малоэтажность и высокая материалоемкость.

Для выявления данных проблем в работе принято решение провести критический анализ существующих серий крупнопанельного домостроения, чтобы получить симбиоз серий крупнопанельного домостроения учитывающий все плюсы и минусы существующих.

### **Анализ существующих исследований в области соединения колонн с перекрытиями в сборных конструктивных схемах для жилых зданий**

#### Серия 90-3 ОАО «Могилевский домостроительный комбинат»

Дома возводятся с 60-х годов прошлого века. Количество комнат в квартирах от 1 до 5. Надземная и подземная части здания решены на основе перекрестно-стеновой конструктивной схемы с несущими наружными и внутренними продольными и поперечными стенами из сборных железобетонных панелей и жестким диском плит перекрытий. Перекрытия сборные железобетонные толщиной 160 мм. Внутренние стены толщиной 160 мм, а перегородки 80 мм. Наружные стеновые панели трехслойные толщиной 300 мм. В этой серии применен шаг поперечных стен от 3,2 до 3,6 м. Данная серия проста в монтаже: на одну этаж-секцию приблизительно 60 подъемов башенным краном. При этом за одну смену 1 краном в среднем производится около 30 подъемов, т.е. при двухсменном режиме производства работ 1

подъездный 10-этажный жилой дом можно смонтировать за 12 рабочих дней с учетом цокольного и технического этажей. Но в данной серии есть и минусы: несвободная планировка и стыки наружных стеновых панелей (рисунок 1).

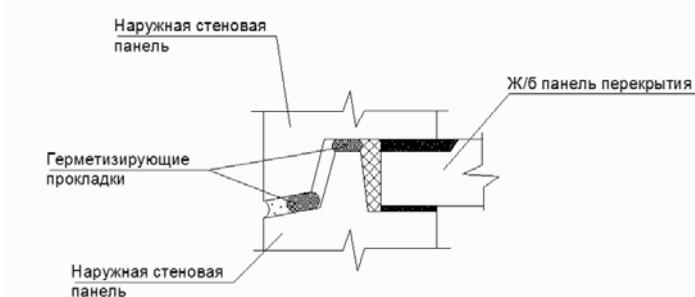


Рисунок 1. Узел стыка наружных стеновых панелей

Указанный узел является основным местом промерзания квартир, в результате чего в углах комнат образуется грибок и плесень (рисунок 2).



Рисунок 2. Промерзание стыка наружных стеновых панелей

Но к положительным характеристикам данной серии относится низкий коэффициент теплоемкости, он составляет  $k=10 \text{ кг/м}^2$ . В связи с этим данная серия является самой дешевой.

Типовой проект БО/9-01 ОАО «Бобруйский завод крупнопанельного домостроения»

Дома возводятся с 80-х годов прошлого века. Количество комнат в квартирах от 1 до 5. Надземная и подземная части здания решены на основе перекрестно-стеновой конструктивной схемы с несущими наружными и внутренними продольными и поперечными стенами из сборных железобетонных панелей и жестким диском плит перекрытий. Перекрытия сборные железобетонные толщиной 160 мм. Внутренние стены толщиной 160 мм, а перегородки 80 мм. Наружные стеновые панели трехслойные толщиной 300 мм. В этой серии применен шаг поперечных стен от 3,2 до 3,6 м. Все характеристики этой серия такие же, как и 90-3, но данная серия содержит еще больше углов, что приводит к дополнительной вероятности промерзания.

Серия 90 для Бобруйского завода железобетона №159 ОАО «Бобруйский КЖИ»

Дома возводятся с 70-х годов прошлого века. Количество комнат в квартирах от 1 до 5. Надземная и подземная части здания решены на основе перекрестно-стеновой конструктивной схемы с несущими наружными и внутренними продольными и поперечными стенами из сборных железобетонных панелей и жестким диском плит перекрытий. Перекрытия сборные железобетонные толщиной 160 мм. Внутренние стены толщиной 160 мм, а перегородки 80 мм. Наружные стеновые панели трехслойные толщиной 300 мм. В этой серии применен шаг поперечных стен от 3,2 до 3,6 м. Все характеристики этой серия такие же, как и 90-3, но данная серия содержит еще больше углов, что приводит к дополнительной вероятности промерзания.

Серия М464-У1 ОАО «МАПИД»

Дома этой серии возводятся с 2002 года. Крупнопанельные дома серии имеют шаг поперечных стен 3,2 и 3,5. Решение фасадов основано на сочетании элементов эркеров, различных конфигураций, со ступенчатой структурой плоскости стен, что подчеркивается цветовым решением фасадов. Надземные конструкции жилой части зданий решены на основе перекрестно-стеновой конструктивной схемы. Наружные стеновые панели трехслойные толщиной 300 мм. Перекрытия сборные железобетонные толщиной 160 мм. Внутренние стены железобетонные толщиной 140 и 120 мм, перегородки железобетонные толщиной 100 и 70 мм. Высота этажа – 254 см. Под лоджиями первого этажа предусмотрены хозяйственные погреба. Квартиры имеют кухни площадью 9,24-12,54 квадратных метров, ванны – 3,23 квадратного метра и лоджии – 4 квадратных метра. Трехкомнатные квартиры, в большинстве случаев, имеют кладовые площадью 3-5 квадратных метра. Плюсы и минусы данной серии аналогичны плюсам и минусам серии 90-3, но данная серия содержит еще больше углов, что приводит к дополнительной вероятности промерзания.

Серия М111-90 ОАО «МАПИД»

Освоена в 1997 году. Модернизация 16-ти этажных секций серии М 111-90. В результате совместного сотрудничества ОАО «МАПИД», ГПО «Минстрой» и ПКУП «Минскпроект» появились новые высотные 16-19-ти этажные дома. Надземная часть здания решена на основе перекрёстно-стеновой конструктивной схемы с несущими наружными и внутренними продольными и поперечными стенами из сборных железобетонных панелей и жёстким диском плит перекрытий. Наружные стеновые панели трёхслойные толщиной 300 мм. Перекрытия сборные железобетонные толщиной 160 мм. Внутренние стены толщиной 160 мм, а перегородки 80 мм. Высота этажа – 264 см. В этих секциях применен шаг осей 3,6 метров, что позволило увеличить площадь кухонь до 9,5 кв. метров и ванных комнат до 3,11 кв. метров. Лоджии имеют площадь 3,47-

4,59 кв. метров. Планировка этажей обеспечивает необходимый уровень комфорта в основных помещениях и в местах общего пользования. К плюсам данной серии относится сравнительно низкая металлоемкость ( $K=22 \text{ кг/м}^2$ ), высотность 16-19 этажей, быстрый монтаж – 70 подъемов на этаж секцию.

Минусами данной серии, так же как и 90-3, являются: промерзание стыков наружных стеновых панелей и несвободная планировка.

#### Серия М464-М ОАО «МАПИД»

Дома возводятся с 2004 года. Архитектурное решение характеризуется развитой конфигурацией плана, обеспечивающей необходимый набор квартир. Решение фасадов основано на сочетании элементов эркеров со ступенчатой структурой плоских стен, что подчеркивается цветовым решением фасадов. Здание решено в перекрестно-стеновой конструктивной схемой. Между наружными продольными стенами и внутренней продольной стеной толщиной 160 мм расположены колонны скрытого связевого каркаса здания. Внутриквартирный перегородки выполнены из газосиликатных блоков, что обеспечивает возможность свободной планировки квартир. Перекрытия сборные железобетонные толщиной 160 мм. Высота этажа – 264 см. Увеличенная до 350 мм толщина сборных трехслойных железобетонных панелей наружных стен позволяет обеспечить приведенное сопротивление теплопередаче 3,2 кв. метра С/Вт и, при необходимости, более. Площадь кухонь в квартирах 10,46-17,69 кв.метров. Площадь санитарно-технической зоны 4,64-8,90 кв.метров.

Плюсами данной серии является свободная планировка, но данная серия содержит много углов наружных стеновых панелей, что приводит к дополнительной вероятности промерзания.

Также к минусам данной серии можно отнести повышенную металлоемкость ( $k=46 \text{ кг/м}^2$ ), а также длительный монтаж, т.к. на одну этаж-секцию идет примерно 125 подъемов башенного крана, и большое количество сварных швов при монтаже колонн.

#### Серия ШБС (широтная блок-секция) ОАО «Могилевский домостроительный комбинат»

Серия освоена в 2011 году. Архитектурное решение характеризуется развитой конфигурацией плана, обеспечивающей необходимый набор квартир. Решение фасадов основано на сочетании элементов эркеров угловой структурой плоских стен, что подчеркивается цветовым решением фасадов. Здание решено каркасно-панельной схемой. Между наружными продольными стенами расположены колонны скрытого связевого каркаса здания. Внутриквартирный перегородки выполнены из газосиликатных блоков, что обеспечивает возможность свободной планировки квартир. Перекрытия

сборные железобетонные толщиной 160 мм. Высота этажа – 264 см. Увеличенная до 350 мм толщина сборных трехслойных железобетонных панелей наружных стен позволяет обеспечить приведенное сопротивление теплопередаче 3,2 кв. метра С/Вт и, при необходимости, более.

Плюсами данной серии является свободная планировка, но данная серия содержит много углов наружных стеновых панелей, что приводит к дополнительной вероятности промерзания. Также к минусам данной серии можно отнести повышенную металлоемкость ( $k=49 \text{ кг/м}^2$ ) (рисунок 3), а также длительный монтаж, т.к. на одну этаж-секцию идет примерно 120 подъемов башенного крана, и большое количество сварных швов при монтаже колонн.

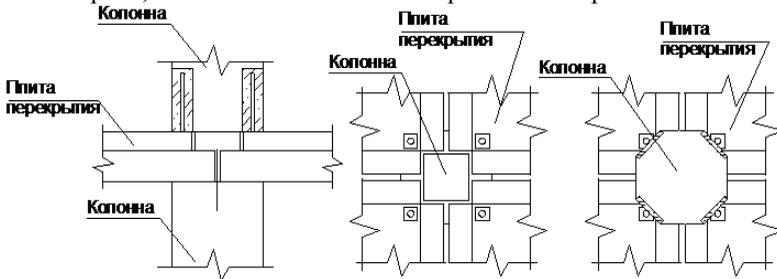


Рисунок 3. Узел сопряжения колонн с колоннами и плитами перекрытия

В настоящее время проведена модернизация серии широтная блок-секция (ШБС) и построен жилой дом по этой серии. В этом доме убраны наружные стеновые панели, в качестве наружных стен используются стены из газосиликатных блоков. Для избегания появления новых плит перекрытия в крайних помещениях применяются опорные вкладыши, которые крепятся к колоннам и плитам перекрытия аналогично крепления плит (рисунок 4).

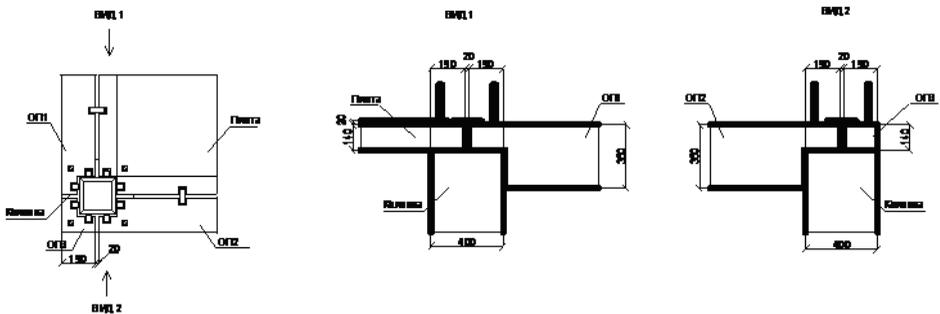


Рисунок 4. Узел сопряжения плит перекрытия с опорными вкладышами и колоннами

По данному объекту проведено обследование несущие способности узла стыка колонн, по результату которого рекомендовано провести усиления указанных узлов.

### Серия монолитного каркасного домостроения

В городе Могилеве постоянно строятся дома данной серии. В этой серии шаг колонн составляет 3х6, 3х3 м. Данный шаг колонн позволяет получить помещения практически любого размера. В этой серии несущими вертикальными конструкциями являются колонны, диафрагмы жесткости, представленные электропанелями, а также ядром жесткости, представленной лестничной клеткой, лифтовыми шахтами и лифтовым холлом. Высота этажа составляет 264 мм. Толщина монолитного перекрытия – 160 мм.

Основным минусом монолитного домостроения является длительным монтаж, и сложность возведения при минусовых температурах. Серия монолитного каркасного домостроения возводимая в Могилеве является ненадежной, т.к. в узлах стыка плит перекрытия с вертикальными конструкциями отсутствует арматурный стык Передерия (рисунок 5).

По указанной серии в строящемся доме произведено обследование несущих конструкций по причине обрушения перекрытия, по результатам которого, рекомендовано демонтировать плиту перекрытия и усилить колонны.

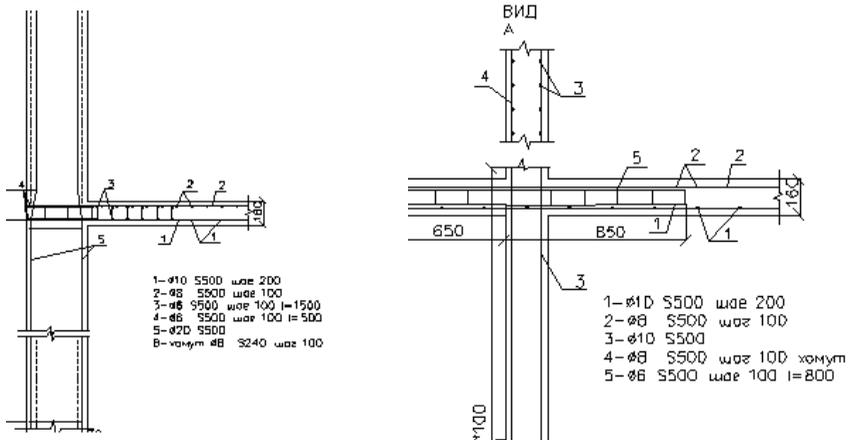


Рис. 5. Узлы сопряжения плиты перекрытия с вертикальными конструкциями

### Переработанная серия 1-020 для жилищного строительства

В городе Могилев в настоящее время строится второй дом по данной серии. Здание решено каркасной схемой. Шаг колонн 3; 4,5; 6 метров. Наружные стены – сборные из газосиликатных блоков. Внутренние стены и перегородки - сборные из газосиликатных блоков. Перекрытия железобетонные

по железобетонным ригелям, установленным на консоли колонн. Высота этажа – 264 см.

Преимуществами данной серии являются: относительно свободная планировка, низкая металлоемкость ( $\kappa=25 \text{ кг/м}^2$ ), отсутствие возможности промерзания стен, т.к. наружные стены из газосиликатных блоков, сравнительно быстрый монтаж – 90 подъемов на этаж-секцию.

К отрицательным характеристикам данной серии можно отнести наличие открытых ригелей (рисунок 6), что требует дополнительных затрат на декорирование помещения при свободной планировке.

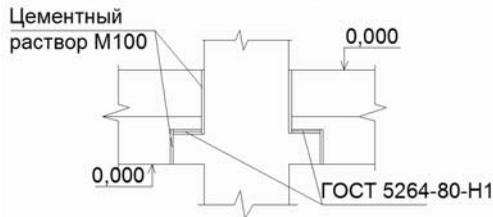


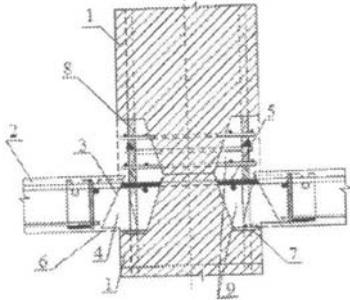
Рисунок 6 – Узел сопряжения колонны с ригелем  
Разработки Полтавского национального технического университета с их  
серией «КУБ-4»

В 60-х годах прошлого века была поднята проблема удаления капителей из конструкций каркаса безбалочного перекрытия. Новая революционная конструктивная система получила название «КУБ-1». В 80-х годах прошлого века появилась серия «КУБ-2» для зданий военного ведомства. Новый вариант системы «КУБ-3», разработанный для быстрого строительства пяти этажных жилых домов, а в 1986 году утверждена и рекомендована для использования следующая модификация системы «КУБ-2,5».

Сборно-монолитный универсальный безригельный каркас «КУБ 2.5» разработан в 1990 г. научно-проектной организацией «КУБ» (Москва). По информации фирмы, в России и за рубежом, в том числе в сейсмических районах, по ее проектам и при техническом содействии возведены 5–17-этажные здания. Безригельный каркас этой системы состоит из колонн квадратного сечения, расположенных преимущественно по сетке 6 x 6 м, и плоских плит с унифицированными размерами 3 x 3 м. Размер плит принят из условия расположения стыков в зоне минимальных изгибающих усилий. С учетом поэтажной установки наружных стен на перекрытия плиты вдоль крайних осей приняты размером 1,8 x 3 м.

По расположению в плане плиты подразделяются на надколонные, межколонные и средние плиты-вставки. Конструктивная схема каркаса —

рамная или рамно-связевая (с диафрагмами жесткости). Стыки «плита-колонна» замоноличиваются мелкозернистым бетоном (рис. 7).



- 1 – колонна;
- 2 – плита;
- 3 – грани плиты;
- 4 – трапециевидные металлические пластины;
- 5 – арматура плиты;
- 6 – ребро плиты;
- 7 – закладная деталь;
- 8 – арматура колонны;
- 9 – бетон замоноличивания.

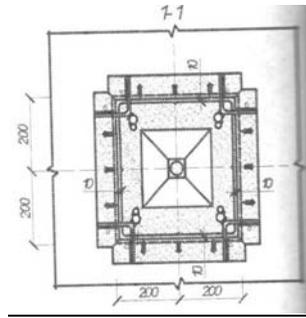
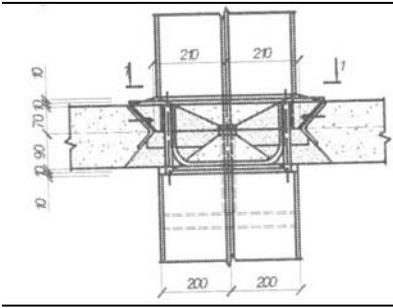


Рисунок 7. Стык колонны с плитой перекрытия серия «КУБ-4»

В системе каркаса рамы образованы колоннами квадратного сечения и плоскими надколонными плитами. По периметру плит установлены арматурные петлевые выпуски, замоноличенные на монтаже и образующие петлевой стык (стык Г. П. Передерия).

Номенклатура колонн предусматривает их одно- и двухъярусное исполнение. Их стык по высоте предусмотрен в уровне перекрытий путем приварки выпусков верхней колонны к арматурным выпускам нижней, с последующим омоноличиванием стыка. В средней части надколонных плит выполнены квадратные отверстия, по периметру которых установлены и приварены к арматуре плит наклонные уголки, образующие незамкнутую в углах опорную обечайку.

Закрепления надколонных плит на колоннах предусмотрены через соединительные элементы, привариваемые к опорным уголкам (обечайке) плит и к вертикальной арматуре колонн. В период эксплуатации зданий их пространственная устойчивость обеспечивается замоноличенными стыками колонн и надколонных плит, образующими рамные узлы, а при необходимости включением в систему здания дополнительных связей или диафрагм жесткости.

Проектные решения каркаса «КУБ 2.5», обеспечивающие безопасность зданий, являются предметом отдельного анализа. Здесь важно отметить лишь то, что конструктивное благополучие всей системы базируется лишь на качестве выполнения ответственных шпироных стыков «плита — колонна» (рис. 7) и других резервов надежности не имеет. Монтаж конструкций требует высокой организации производственного процесса, квалификации и ответственности исполнителей. В процессе монтажа необходим постоянный лабораторный и технологический контроль. Без обеспеченности этих требований надежность и безопасность каркаса трудно прогнозировать. Решение данного стыка, к сожалению, недостаточно учитывает производственные факторы строительства. Кроме того, использование технических решений каркаса «КУБ 2.5» связано с целым рядом других ограничений.

1. Ограниченная величина расчетных пролетов (не более 6 м) снижает планировочные возможности зданий.
2. Этажность зданий лимитируется несущей способностью бетона замоноличивания в стыках колонн и надколонных плит. Качественное замоноличивание бетоном ответственных стыков «плита — колонна» при количестве бетона  $0,024 \text{ м}^3$  на 1 стык практически невозможно, особенно зимой, что подвергает здания большому риску.
3. Петлевой тип стыка (стык Г. П. Передерия) в узлах соединения надколонных и межколонных плит не воспринимает изгибающие усилия, возникающие в нем при неравномерной временной нагрузке на плиты. В период эксплуатации здания это может привести к трещинообразованию в стыке.
4. Конструктивное исполнение надколонных плит, по опыту их выполнения на заводе ЖБИ «Баррикада», сложно, трудоемко и трудно контролируемо даже в условиях хорошо налаженного заводского производства, что неприемлемо для поточного изготовления изделий.

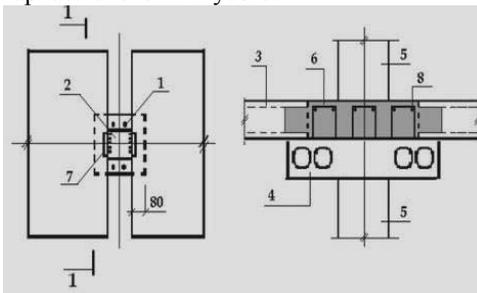
Имеющиеся негативные факты, связанные с бесконтрольностью монтажа и низким качеством работ, в сочетании с проектными несовершенствами каркаса определяют его низкую надежность. Эти недостатки не позволяют рекомендовать решения каркаса «КУБ 2.5» для массового применения, тем более, в сейсмических районах. В настоящее время идет разработка новой серии «КУБ-4», которая будет изготавливаться на старой борт-останке, что позволит удешевить стоимость квадратного метра.

#### Каркас системы Dусоре

В зарубежном строительстве известно решение сборно-монолитного каркаса системы Dусоре. Она состоит из поэтажно расположенных бесконсольных колонн, комплексных плитных ригелей перекрытий,

образованных нижними сборными и верхними монолитными частями, сборных многопустотных плит и бетона замоноличивания. Многопустотные плиты в известном решении выполнены с открытыми пустотами и установлены на сборную часть плитных ригелей (рисунок 8). В каркасе системы Dусоре сборные части плитных ригелей размещены под плитами перекрытий и являются несъемной опалубкой для монолитной части. Их совместная работа обеспечивается силами контактного сцепления бетона и арматурными выпусками. В период монтажа предусмотрена установка сборных элементов на монтажные кондукторы с образованием в пределах колонн уширенного зазора с последующей приваркой закладных изделий на торцах колонн и ригелей. Торцевые участки крайних пустот в сборной части ригелей и в многопустотных плитах замоноличиваются одновременно с бетонированием стыка колонн и ригелей. Поэтажную установку колонн в известном решении выполняют монолитный бетон, уложенный в уширенный зазор между торцами смежных ригелей. Комплексные плитные ригели в данном решении имеют высокую несущую способность, однако выступающие части ригелей ограничивают свободу планировочных решений, что снижает потребительские качества зданий.

Установка многопустотных плит непосредственно на опорные консоли сборных плитных ригелей обеспечивает высокую надежность и безопасность опорных сечений плит. Вместе с тем, ограниченная глубина опирания сборных частей плитных ригелей на колонны недостаточно учитывает производственные факторы строительства, связанные с точностью монтажа. Сборно-монолитное исполнение основного стыка колонн и ригелей имеет пониженную прочность, что ограничивает нагрузку на колонны. Замоноличивание этих стыков продиктовано необходимостью технологических перерывов, что увеличивает сроки строительства. Перечисленные недостатки ограничивают возможность использования в российской практике решений каркаса системы Dусоре.



- 1 – выпуски арматуры колонны, 2 – закладная деталь колонны,
- 3 – пустотная плита,
- 4 – сборный плитный ригель, 5 – колонна,
- 6 – бетон замоноличивания,
- 7 – закладная деталь плитного ригеля,
- 8 – надопорная арматура плитного ригеля

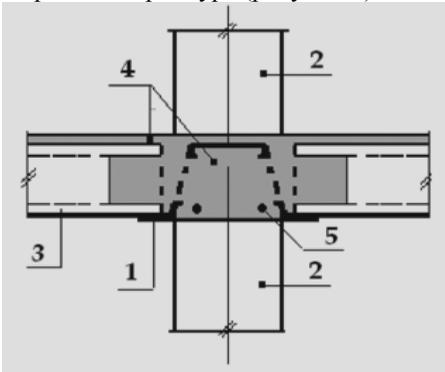
Рисунок 8. Стык колонны с плитным ригелем и плитами перекрытия

### Сборно-монолитный каркас системы Delta

В каркас этой системы включены колонны, сборные многопустотные плиты и сталебетонные ригели. Колонны поэтажно снабжены вырезами, в которых устроены опорные консоли для установки ригелей. Комплексное сечение Delta-ригеля образовано цельносварным гнутым профилем трапецевидного сечения, вписанным в толщину перекрытий, и бетоном замоноличивания.

Многопустотные плиты в известном решении выполнены с открытыми с обеих торцов пустотами. В период монтажа плиты устанавливаются на опорные, консольно выступающие нижние полки ригелей, выполненные из листовой стали. Наклонные боковые стенки гнутых профилей, образующих Delta-ригель, снабжены штампованными, дискретно расположенными отверстиями с образованием выступающих кромок. Замоноличивание внутренней полости профилей и торцевых участков пустот выполняют через эти отверстия и боковые зазоры, образованные наклонными стенками гнутого профиля.

Образованное шпоночное соединение за счет сил контактного сцепления бетона замоноличивания обеспечивает совместную работу комплексного сечения, образованного бетоном замоноличивания и гнутым металлическим профилем. При необходимости повышения несущей способности комплексных сталебетонных ригелей в их полости может быть установлена дополнительная стержневая арматура (рисунок 9).



- 1 – Delta-ригель в системе каркаса Delta,
- 2 – колонна,
- 3 – многопустотные плиты с открытыми пустотами,
- 4 – бетон замоноличивания,
- 5 – дополнительное армирование (по необходимости)

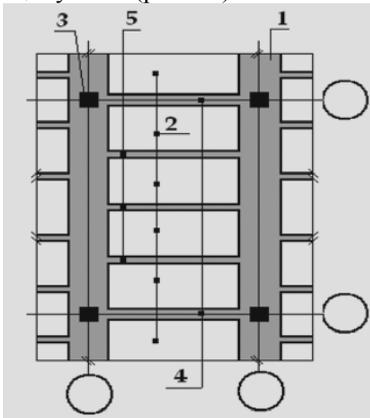
Рисунок 9. Стык колонны с Delta-ригелем и плитами перекрытия

Известная конструкция перекрытия в системе Delta за счет снижения рабочей высоты ригелей, вписанных в толщину перекрытий, обеспечивает увеличение полезного объема зданий.

К недостаткам системы можно отнести высокую металлоемкость сталебетонных ригелей и трудоемкость монтажа, обусловленную большим количеством монтажных элементов в опорных узлах ригелей. Для изготовления цельно-сварных гнутых профилей трапециевидного сечения со штампованными натбоковых гранях дискретно расположенными отверстиями требуется специальное энергоемкое технологическое оборудование. Кроме того, по требованиям пожарной безопасности необходима дополнительная защита открытых нижних металлических поверхностей ригелей, выступающих за плоскость потолка, что, так или иначе, снижает вариативность планировочных решений.

#### Сборно-монолитный каркас сейсмостойкой системы Сочи

Высокой надежностью отличается известное решение сборно-монолитного каркаса сейсмостойкой системы «Сочи», разработанной в 1962 г. специалистами ЦНИИЭП при участии НИИЖБа (Москва). В данную систему включены колонны и сборно-монолитные плиты перекрытий, образованные сборными многопустотными плитами, уложенными с продольными уширенными швами, и монолитными плитными ригелями, вписанными в толщину плит (рис. 10).



- 1 – монолитные ригели,
- 2 – сборные многопустотные плиты с открытыми пустотами,
- 3 – сборные железобетонные колонны,
- 4 – приколонные монолитные балки,
- 5 – монолитные балки между плитами

Рисунок 10. Стык горизонтальных и вертикальных несущих конструкций

Армированные монолитные балки между плитами, приколонные монолитные балки и несущие монолитные ригели образуют перекрестную систему главных и второстепенных балок. Многопустотные плиты с обоих торцов выполнены с открытыми пустотами. Опирание плит на плитные ригели предусмотрено через бетонные шпонки, образованные замоноличиванием торцевых участков пустот. Сборные многопустотные плиты по периметру каждой оконтурены армированным монолитным заполнением, образующим

систему второстепенных балок, что обеспечивает высокую надежность, пространственную жесткость и несущую способность перекрытий.

Недостатки данного решения каркаса связаны с необходимостью выполнения значительного объема работ по установке и демонтажу опалубки для плитного ригеля и межплитных балок. До приобретения бетоном монтажной прочности необходимы технологические перерывы, снижающие темп строительства. Значителен объем арматурных и монолитных работ, повышающих трудоемкость монтажа и стоимость строительства, а также увеличивающих сроки возведения зданий. По этим причинам сборно-монолитные перекрытия системы «Сочи» широкого применения не нашли, хотя принципиальные решения этой системы во многом заимствованы в других известных решениях.

Сравнительная характеристика рассмотренных серий крупнопанельного и каркаснопанельного домостроения:

Серия	Свободная планировка	Металлоемкость, кг/м <sup>2</sup>	Количество изделий на 1 этаж секцию, шт.	Вероятность промерзания стыков наружных стеновых панелей
90-3	-	10	60	+
БО-9/01	-	10	60	+
90 для завода №159	-	10	60	+
ШБС	+	46	125	+
М464-У1	-	10	60	+
М111-90	-	22	70	+
М464-М	+	46	125	+
1-020	+/-	25	75	-
Монолит	+	24	-	-
КУБ-4	+	25	82	-
Ducore	+	23	75	-
Сочи	+	24	73	-
Delta	+	18	70	-
Модернизированная ШБС	+	41	70	+

### Выводы

Изучив положительные и отрицательные характеристики тринадцати различных серий крупнопанельного домостроения РБ и ближнего зарубежья, принято решение разрабатывать новую серию, в которой будет использована каркасная схема несущих конструкций в безбалочном исполнении, что

позволит добиться свободной планировки. Наружные стены выполнять из газосиликатных блоков или стекла, что придает зданиям современный и эстетичный вид, и не дает возможности промерзания наружных стен. Крепление колонн и плит перекрытия производить при помощи болтовых соединений, что позволит значительно ускорить монтаж. А также опирание плит перекрытий производить непосредственно на колонны, чтобы уменьшить количество изделий на этаж-секцию, и избежать дополнительных напряжений в стыке плит перекрытия и увеличения металлоемкости в данных узлах.

### Список литературы

1. Серия КУБ-2,5. Унифицированная система сборно-монолитного безригельного каркаса. Выпуск 1-1. Основные положения по расчету, монтажу и компоновке зданий. – М., 1990. – 54 с.
2. Серия КУБ-2,5. Унифицированная система сборно-монолитного безригельного каркаса. Выпуск 2-1. Панели перекрытий, диафрагмы. – М., 1990. – 28 с.
3. Павліков А.М. Конструювання та розрахунок плит збірно-монолітних конструктивних систем житлових будівель / А.М. Павліков, С.С. Жарий // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво) Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. – Вип. 24. – Полтава, 2009. – С. 8–13.
4. ПолтНТУ. — Полтава, — 2008. — 180 с. 5. Araujo D. L., El Debs M. K. Strength of shear connection in composite bridges with precast decks using high performance concrete and shear-keys. *Materials and Structures*. Vol 38. March 2005, p.p. 173-181.
5. ВСН 32-77 Госгражданстрой/ Государственный комитет по гражданскому строительству и архитектуре при госстрое СССР

### ABSTRACT

The article gives examples of the construction of prefabricated buildings structural systems. A comparative analysis of these systems.

Keywords: structural system, frame, reinforced concrete.

### АНОТАЦІЯ

У статті наведено приклади зведення будівель зі збірних конструктивних систем. Зроблений порівняльний аналіз даних систем.

Ключові слова: конструктивна система, каркас, залізобетон.