

УДК 624.012

С. Д. Семенюк, Д. И. Жилинский

СОЕДИНЕНИЕ КОЛОНН С ПЕРЕКРЫТИЯМИ В СБОРНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СИСТЕМАХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ПОД СОЦИАЛЬНОЕ ЖИЛЬЕ

UDC 624.012

S. D. Semeniuk, D. I. Zhilinsky

JOINING COLUMNS AND FLOOR SLABS IN PRECAST STRUCTURAL SYSTEMS OF RESIDENTIAL BUILDINGS INTENDED FOR SOCIAL HOUSING

Аннотация

Приведены примеры возведения зданий из сборных конструктивных систем. Определены положительные и отрицательные характеристики тринадцати различных серий крупнопанельного и каркасно-панельного домостроения. Произведен сравнительный анализ данных систем. Принято решение изучить напряженно-деформированное состояние эффективных серий и получить симбиоз серий крупнопанельного домостроения, учитывающий все плюсы и минусы ныне существующих. Выбраны конструктивная система для симбиоза серий каркасно-панельного домостроения, способы опирания плит на колонны и материал наружных ограждающих конструкций.

Ключевые слова:

конструктивная система, каркас, железобетон, напряженно-деформированное состояние, каркасно-панельное домостроение, крупнопанельное домостроение, серия, симбиоз.

Abstract

The paper gives examples of the erection of buildings using prefabricated structural systems. Positive and negative characteristics of thirteen different series of large-panel and frame-panel construction are defined. The comparative analysis of these systems has been performed. It has been decided to study stress-strain state of the effective series and to get a symbiosis of the series of large-panel construction, which takes into account all the pros and cons of currently existing ones. The structural system for the symbiosis of the series of frame-panel construction, the way floor slabs rest on columns and the material of external walling have been selected

Key words:

structural system, frame, reinforced concrete, stress-strain state, frame-panel construction, large-panel construction, series, symbiosis.

Введение

В настоящее время в Республике Беларусь остро стоит проблема обеспечения населения доступным жильем. Так как самыми дешевыми являются дома из железобетонных панелей, то исследуется возможность строительства более дешевых и энергоэффективных жилых домов, удовлетворяющих всех: как богатых, так и людей среднего достатка.

На сегодняшний день стоимость 1 м² жилья колеблется от 850 до 1700 долл. США. Причин для такой высокой стоимости много: высокая трудоемкость монтажа, низкий уровень механизации технологических процессов, малоэтажность и высокая материалоемкость и т. д.

В результате было принято решение провести критический анализ существующих серий крупнопанельного до-

мостроения, чтобы получить симбиоз, учитывающий все их плюсы и минусы.

Существующие серии крупнопанельного и каркасно-панельного домостроения

Серия 90-3 ОАО «Могилевский домостроительный комбинат».

Дома этой серии возводятся с 60-х гг. прошлого века. Количество комнат в квартирах колеблется от одной до пяти. Надземная и подземная части здания решены на основе перекрестно-стеновой конструктивной схемы с несущими наружными и внутренними как продольными, так и поперечными стенами из сборных железобетонных панелей и жестким диском плит перекрытий. Перекрытия сборные железобетонные толщиной 160 мм. Внутренние стены

толщиной 160 мм, 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 приходится приблизительно 60 подъемов башенным краном, при этом за одну смену одним краном в среднем производится около 30 подъемов, т. е. при двухсменном режиме производства работ односекционный 10-этажный жилой дом можно смонтировать за 12 рабочих дней с учетом цокольного и технического этажей. Однако в этой серии есть и минусы: несвободная планировка и несовершенство стыков наружных стеновых панелей (рис. 1).

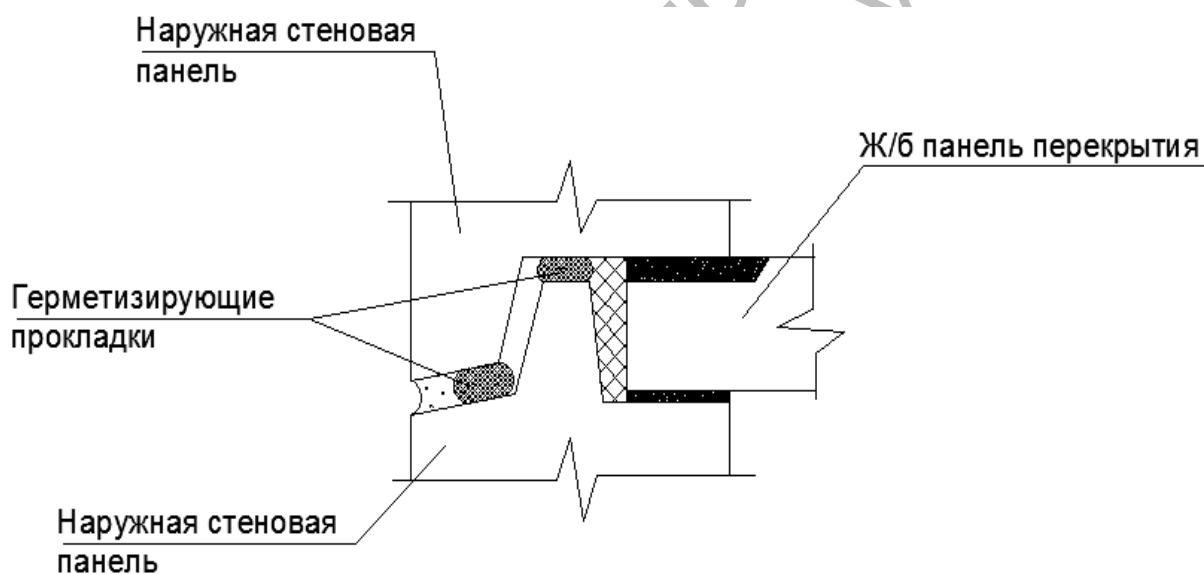


Рис. 1. Узел стыка наружных стеновых панелей

Узел стыка наружных стеновых панелей, представленный на рис. 1, является основным местом промерзания квартир, в результате чего в углах комнат образуется грибок и плесень.

Так как внутренние стены несущие, перепланировку сделать можно только производя их усиление.

К положительным характеристикам данной серии относится низкий ко-

эффициент металлоемкости, который составляет 10 кг/м². В связи с этим серия является самой дешевой.

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

Дома этой серии возводятся с 80-х гг. прошлого века. Количество комнат в квартирах колеблется от одной до пяти. 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, 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 данной серии такие же, как и в серии 90-3, однако рассматриваемая серия содержит большое количество углов, что приводит к дополнительной вероятности промерзания.

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

Дома этой серии возводятся с 70-х гг. прошлого века. Количество комнат в квартирах колеблется от одной до пяти. 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, 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 данной серии такие же, как и в серии 90-3, однако рассматриваемая серия содержит большое количество углов, что приводит к дополнительной вероятности промерзания.

Серия М464-У1 ОАО «МАПИД». Дома этой серии возводятся с 2002 г. Крупнопанельные дома имеют шаг поперечных стен 3,2 и 3,5 м. Решение фасадов основано на сочетании элементов эркеров различных конфигураций со ступенчатой структурой плос-

кости стен, что подчеркивается цветом. 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 м², ванны – 3,23 м² и лоджии – 4 м². В трехкомнатных квартирах, в большинстве случаев, есть кладовые площадью 3...5 м². Плюсы и минусы данной серии аналогичны плюсам и минусам серии 90-3, однако рассматриваемая серия содержит еще больше углов, что приводит к дополнительной вероятности промерзания.

Серия М111-90 ОАО «МАПИД».

Освоена в 1997 г. Модернизация 16-этажных секций серии М111-90. В результате совместного сотрудничества ОАО «МАПИД», ГПО «Минстрой» и ПКУП «Минскпроект» появились новые высотные 16-, 19-этажные дома. Надземная часть здания решена на основе перекрестно-стеновой конструктивной схемы с несущими наружными и внутренними продольными и поперечными стенами из сборных железобетонных панелей и жестким диском плит перекрытий. Наружные стеновые панели трехслойные толщиной 300 мм. Перекрытия сборные железобетонные толщиной 160 мм. Внутренние стены толщиной 160 мм, перегородки – 80 мм. Высота этажа – 264 см. В этих секциях применен шаг осей 3,6 м, что позволило увеличить площадь кухонь до 9,5 м² и ванных комнат до 3,11 м². Лоджии имеют площадь 3,47...4,59 м². Планировка этажей обеспечивает необходимый уровень комфорта в основных помещениях и в местах общего пользования.

К плюсам рассматриваемой серии относится сравнительно низкая метал-

лоемкость ($K = 22 \text{ кг/м}^2$), высотность – 16...19 этажей, быстрый монтаж – 70 подъемов на этаж-секцию.

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

Серия М464-М ОАО «МАПИД».

Дома этой серии возводятся с 2004 г. Архитектурное решение характеризуется развитой конфигурацией плана, обеспечивающей необходимый набор квартир. Решение фасадов основано на сочетании элементов эркеров со ступенчатой структурой плоских стен, что подчеркивается цветом. Здание решено в перекрестно-стеновой конструктивной схеме. Между наружными продольными стенами и внутренней продольной стеной толщиной 160 мм расположены колонны скрытого связевого каркаса здания. Внутриквартирные перегородки выполнены из газосиликатных блоков, что дает возможность для 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 $1 \text{ м}^2 - 3,2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$ и, при необходимости, более. Площадь кухонь в квартирах 10,46...17,69 м^2 . Площадь санитарно-технической зоны 4,64...8,90 м^2 .

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

К минусам 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 г. Архитектурное решение характеризуется развитой конфигурацией плана, обеспечивающей необходимый набор квартир. Решение фасадов основано на сочетании элементов эркеров угловой структурой плоских стен, что подчеркивается цветом. Здание решено каркасно-панельной схемой. Между наружными продольными стенами расположены колонны скрытого связевого каркаса здания. Внутриквартирные перегородки выполнены из газосиликатных блоков, что дает возможность для 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 $1 \text{ м}^2 - 3,2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$ и, при необходимости, более.

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

К минусам рассматриваемой серии можно отнести повышенную металлоемкость ($K = 49 \text{ кг/м}^2$) (рис. 2), а также длительный монтаж, т. к. на одну этаж-секцию идет примерно 120 подъемов башенного крана, и большое количество сварных швов при монтаже колонн.

В настоящее время проведена модернизация серии ШБС и построен жилой дом по этой серии. В 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 креплению плит (рис. 3).

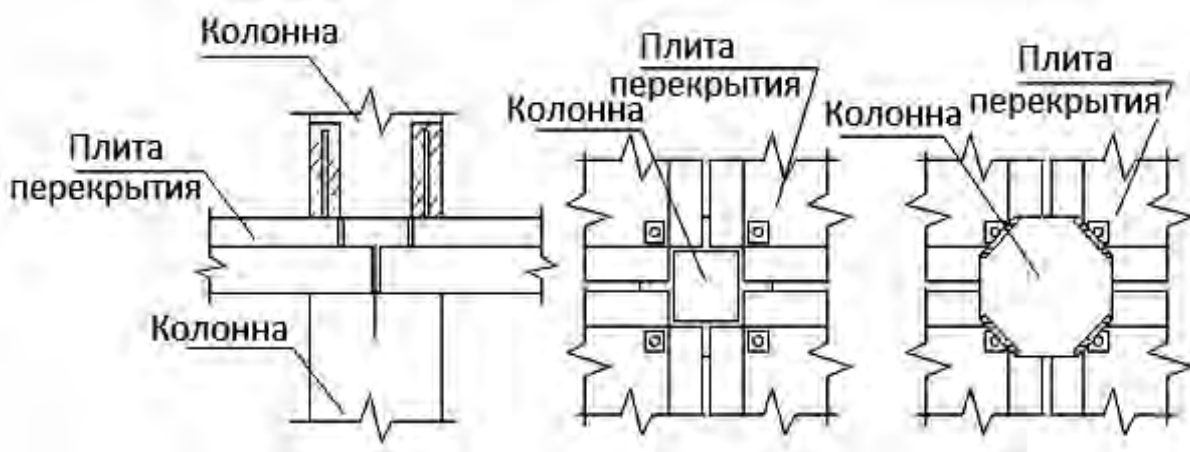


Рис. 2. Узел сопряжения колонн с колоннами и плитами перекрытия

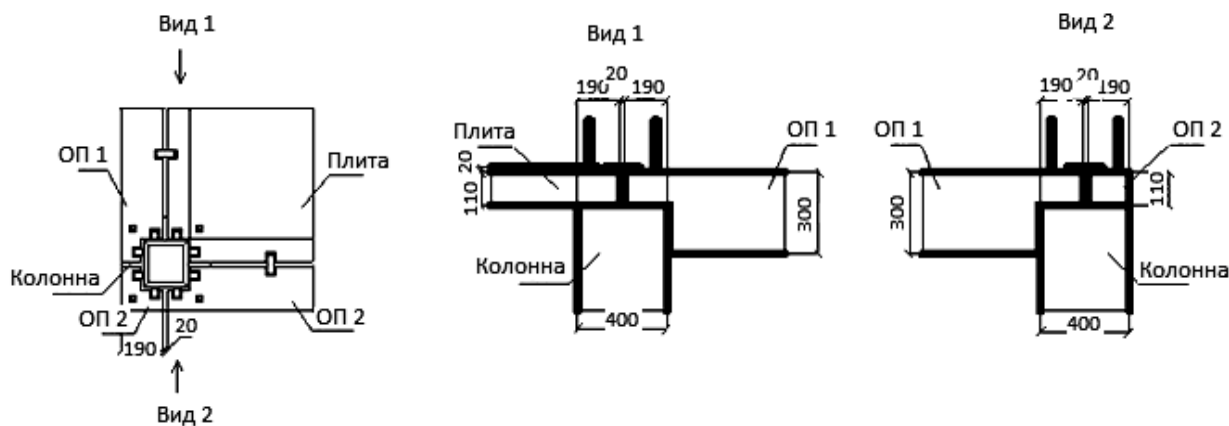


Рис. 3. Узел сопряжения плит перекрытия с опорными вкладышами и колоннами

По данному объекту произведено обследование несущей способности узла стыка колонн, по результату которого рекомендовано выполнить усиление указанных узлов.

Серия монолитного каркасного домостроения.

В г. Могилеве постоянно строятся дома данной серии. В этой серии шаг колонн составляет 3×6 , 3×3 м и позволяет получить помещения практически любого размера. Несущими вертикальными конструкциями являются колонны, диафрагмы жесткости, представленные электропанелями, а также ядро жесткости, состоящее из лестничной клетки, лифтовых шахт и лифтового холла. Высота этажа – 264 мм. Толщина

монолитного перекрытия – 160 мм.

Основным недостатком монолитного домостроения является длительный монтаж и сложность возведения при минусовых температурах. Серия монолитного каркасного домостроения, возводимая в г. Могилеве, ненадежна, т. к. в узлах стыка плит перекрытия с вертикальными конструкциями отсутствует арматурный стык Передерия (рис. 4).

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

Переработанная серия 1-020 для жилищного строительства.

В г. Могилеве в настоящее время строится второй дом по данной серии. Здание решено каркасной схемой. Шаг колонн 3; 4,5; 6 м. 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, относительно низкая металлоемкость ($K = 25 \text{ кг/м}^2$), отсутствие возможности промерзания стен, т. к. наружные стены из газосиликатных блоков, сравнительно быстрый монтаж – 90 подъемов на этаж-секцию.

К отрицательным характеристикам рассматриваемой серии можно отнести наличие открытых ригелей (рис. 5), что требует дополнительных затрат на декорирование помещения при свободной планировке.

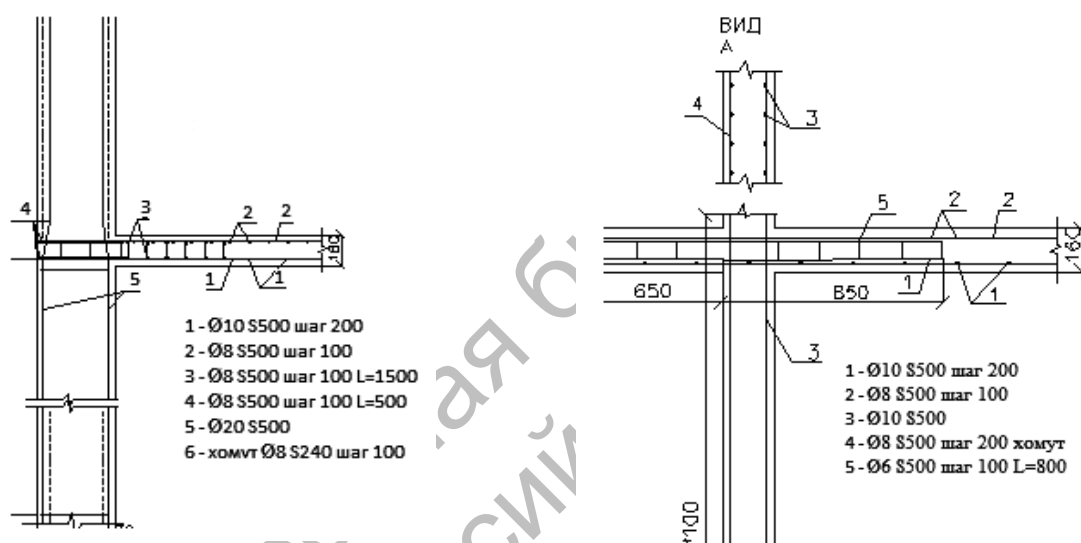


Рис. 4. Узлы сопряжения плиты перекрытия с вертикальными конструкциями

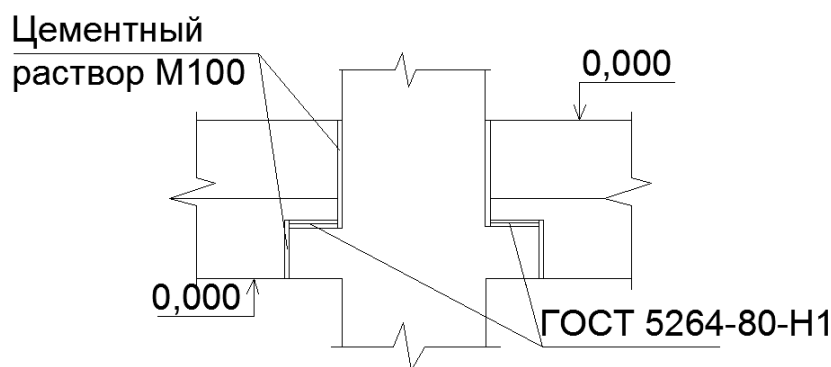


Рис. 5. Узел сопряжения колонны с ригелем

Разработки Полтавского национального технического университета с их серией «КУБ-4».

В 60-х гг. прошлого века была поднята проблема удаления капителей из конструкций каркаса безбалочного перекрытия. Новая революционная конструктивная система получила название «КУБ-1». В 80-х гг. прошлого века появилась серия «КУБ-2» для зданий военного ведомства. Новый вариант системы «КУБ-3» был разработан для быстрого строительства 5-этажных жилых домов, а в 1986 г. 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» (г. 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 6×6 м, и плоских плит с унифицированными размерами 3×3 м. Размер плит принят из условия размещения стыков в зоне минимальных изгибающих усилий. С учетом поэтажной установки наружных стен на перекрытия плиты вдоль крайних осей имеют размер 1,8×3 м.

Проектные решения каркаса «КУБ-2.5», обеспечивающие безопасность зданий, являются предметом отдельного анализа. Здесь важно отметить, что конструктивное благополучие всей системы базируется на качестве выполнения шпоночных стыков «плита – колонна» 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 м³ на один 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 неуравновешенной 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.

По результатам анализа основных недостатков в решениях сборно-монолитных каркасов, применяемых в отечественной практике, возникает логичный

вопрос: за счет чего «живут» и достаточно благополучно эксплуатируются здания, построенные с их использованием? Ответ достаточно прост. Расчетные характеристики всех применяемых в зданиях материалов, в частности бетона и арматуры, а также расчетные «сниповские» нагрузки, их сочетания и расчетный механизм зданий, не учитывающий многоуровневые связи конструкций, имеют обоснованные многолетней практикой запасы. В экстремальных условиях работы, предшествующих исчерпанию несущей способности, материалы и конструкции вынуждены самостоятельно нивелировать и компенсировать проектные и производственные несовершенства и реально использовать все имеющиеся в них резервы. Благополучие этих зданий свидетельствует лишь о том, что в них не реализованы расчетные нагрузки и их сочетания, а условия работы материалов не достигли экстремальных. С этой точки зрения только соблюдение норм, грамотно составленный прогноз и учет в проектах сложной взаимосвязи производственных факторов (особенно в со-

временных условиях) могут обеспечить требуемую надежность зданий.

В настоящее время идет разработка новой серии «КУБ-4», которая будет изготавливаться на старой бортоснастке, что позволит удешевить стоимость 1 м^2 .

Каркас системы Dycore.

В зарубежном строительстве известно решение сборно-монолитного каркаса системы Dycore. Он 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 (рис. 6). В каркасе системы Dycore 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.

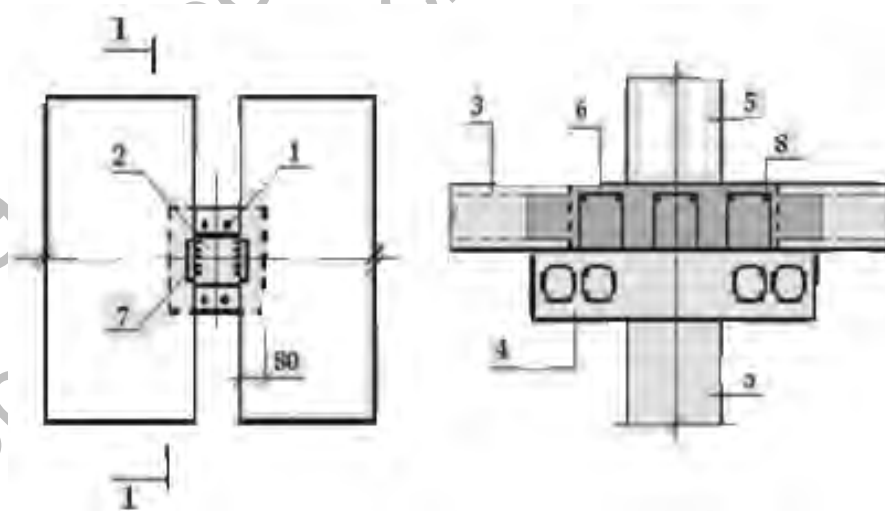


Рис. 6. Стык колонны с плитным ригелем и плитами перекрытия: 1 – выпуски арматуры колонны; 2 – закладная деталь колонны; 3 – пустотная плита; 4 – сборный плитный ригель; 5 – колонна; 6 – бетон замоноличивания; 7 – закладная деталь плитного ригеля; 8 – надпорная арматура плитного ригеля

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 на монолитный бетон, уложенный в уширенный зазор между торцами смежных ригелей. Комплексные плитные ригели в данном решении имеют высокую несущую способность, однако их выступающие части 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 снижают возможность использования в российской практике решений каркаса системы Dусore.

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 трапециевидного 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, изготовленные из листовой стали. Наклонные боковые стенки гнутых профилей, образующих Delta-ригель, снабжены штампованными, дискретно расположенными отверстиями с появлением выступающих кромок. Замоноличивание внутренней полости профилей и торцевых участков пустот осуществляют 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, состоящего из бетона замоноличивания и гнутого металлического профиля. При необходимости повышения несущей способности комплексных сталебетонных ригелей в их полости может быть установлена дополнительная стержневая арматура.

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 цельносварных гнутых профилей трапециевидного сечения со штампованными на боковых 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. специали-

стами ЦНИИЭП при участии НИИЖБа (г. 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. 7).

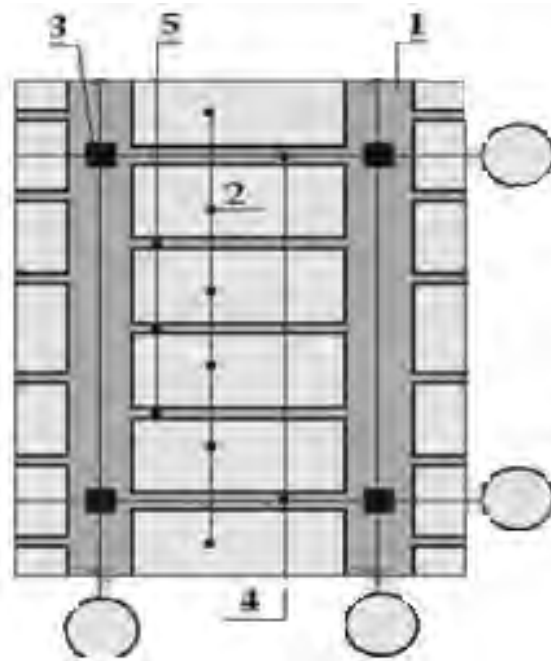


Рис. 7. Стык горизонтальных и вертикальных несущих конструкций: 1 – монолитные ригели; 2 – сборные многопустотные плиты с открытыми пустотами; 3 – сборные железобетонные колонны; 4 – приколонные монолитные балки; 5 – монолитные балки между плитами

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, возникшие при замоноличивании 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 нужны технологические перерывы, снижающие темп строительства. Значителен объем арматурных и монолитных работ, повышающих трудо-

емкость 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 из других известных решений.

Выводы

Изучив положительные и отрицательные характеристики тринадцати различных серий крупнопанельного домостроения РБ и ближнего зарубежья, планируется изучить напряженно-деформированное состояние эффективных серий, в которых будет использована

каркасная схема несущих конструкций в безбалочном исполнении. Это позволит: добиться свободной планировки; наружные стены выполнять из газосиликатных блоков или стекла, что придаст зданиям современный и эстетичный вид и не даст возможности промерзания наружных стен; крепление колонн и плит перекрытия производить при помощи болтовых соединений, что значительно ускорит монтаж; 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 // Зб. наук. пр. (галузеве машинобудування, будівництво) Полтавського нац. техн. ун-ту ім. Ю. Кондратюка. – Полтава, 2009. – Вип. 24. – С. 8–13.
4. **Araujo, D. L.** Strength of shear connection in composite bridges with precast decks using high performance concrete and shear-keys / D. L. Araujo, M. K. El Debs // Materials and Structures. – 2005. – Vol. 38. – P. 173–181.
5. **ВСН 32-77.** Госгражданстрой – М., 1977. – 267 с.

Статья сдана в редакцию 28 ноября 2014 года

Славик Денисович Семенюк, д-р техн. наук, проф., Белорусско-Российский университет. Тел.: +375-222-27-37-43.

Денис Игоревич Жилинский, ассистент, Белорусско-Российский университет. Тел.: +375-297-41-79-29.

Slavik Denisovich Semeniuk, DSc (Engineering), Prof., Belarusian-Russian University. Phone: +375-222-27-37-43.

Denis Igorevich Zhilinsky, assistant lecturer, Belarusian-Russian University. Phone: +375-297-41-79-29.