

УДК 69.056.52

В.П. БЛАЖКО, канд. техн. наук, ОАО «Центральный научно-исследовательский и проектный институт жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП жилища)» (Москва)

О применении многопустотных плит безопалубочного формования в панельных и каркасных зданиях

Приведены особенности применения многопустотных плит безопалубочного формования при проектировании многоэтажных панельных и каркасных зданий. Рассмотрены платформенный и контактный стыки опирания перекрытий на стеновые панели. Показаны примеры решений узлов опирания и способы армирования перекрытий в опорных зонах. Дано техническое решение плиты перекрытия с элементами усиления и армирования несущих ребер. Приведен пример использования плиты для устройства балконов и эркеров путем консольного выпуска края плиты за плоскость стен и ригелей.

Ключевые слова: многопустотная плита, платформенный стык, контактный стык, консольный выпуск, сантехническая плита, плита эркера.

Сборные предварительно напряженные многопустотные плиты безопалубочного формования (ПБФ) получили широкое распространение. Причина заключается в технологии производства, которая практически полностью автоматизирована; возможности перекрывать большие, по меркам крупнопанельного домостроения, пролеты (7,2–9 м); в экономичном использовании материалов; в возможности перепланировок квартир в процессе эксплуатации. Плиты безопалубочного формования – зарубежный продукт. За рубежом эти плиты применяют в основном для строительства домов высотой до пяти этажей. Основная особенность выпускаемых на зарубежном оборудовании ПБФ – отсутствие поперечной арматуры в вертикальных ребрах и отсутствие продольной рабочей арматуры в верхней зоне плиты. Эти особенности являются решающими при проектировании узлов сопряжения наружных и внутренних стен и плит перекрытий в панельных зданиях.

Рассмотрим двусторонний платформенный стык перекрытий по внутренней стене (рис. 1). В стыке длина опорной зоны плиты принята 60 мм, вертикальный стык между плитами должен быть не менее 40 мм для удобства замоноличивания торцов плиты. Для замоноличивания стыка необходимо применять литой бетон класса не ниже В30 (для качественного заполнения полостей бетонных шпонок). В этом случае коэффициент η_{vac} можно принять равным 0,9 (Пособие по проектированию жилых зданий. Вып. 3. Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01–85) п. 5,24 с. 84). В данном варианте стыка в опорной зоне плиты имеют место перерезывающая сила и опорный изгибающий момент от защемления плиты. Поскольку в опорной зоне плиты нет продольной и поперечной арматуры, рассматривается бетонное сечение. Для недопущения образования трещин в опорном сечении плиты расчет этого сечения должен выполняться в упругой стадии (СП 63.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 52-01–2003 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»). Если рассматривать малоэтажные здания, то, как правило, величина момента в опорном сечении плит не превышает момен-

та образования трещин в бетоне опорной зоны, что связано с относительно небольшой степенью защемления опорного сечения. При увеличении этажности здания нагрузки на торцы плит растут, коэффициент защемления увеличивается, опорные моменты могут превысить предельные значения, в результате образуются трещины в бетоне опорной зоны. Поскольку в бетонных сечениях образования трещин не допускается, необходимо устанавливать арматуру в зону опорного сечения конструктивно – так требуют нормы. Вариантов несколько:

- на заводе в опорных зонах на заданную длину прорезать по сырому бетону верхние полки плит и замоноличивать в пустотах арматурные каркасы;
- на заводе в опорных зонах на заданную длину прорезать по сырому бетону верхние полки плит, а установку и замоноличивание каркасов в пустотах производить уже на строительной площадке;
- закладывать в вертикальные ребра плиты арматурные каркасы в предполагаемые места расположения опорных зон в процессе производства плит.

Первые два варианта применяются, но как производителям, так и строителям такое решение не нравится, потому что возникают дополнительные затраты труда и увеличивается расход бетона. Третий вариант является наиболее оптимальным, но этот прием не нашел применения из-за того, что большинство плит формуется с применением эксгрудеров, которые не допускают устройства каркасов в ребрах или по технологии объемного вибропрессования.

Однако имеются примеры реализации третьего варианта, например в Казахстане, где формовка производится с применением «силипформеров». По этой технологии можно зафиксировать каркас между нижним тросом рабочей арматуры и верхним тросом (или арматурной проволокой), которые устанавливаются конструктивно. На рис. 1, а дано сечение по ребру плиты в опорной зоне, каркас состоит из змейки 6 и продольного стержня, приваренного к змейке 8. Этот каркас размещается между стержнями продольной арматуры плиты 4, 5. Такой вариант удовлетворя-

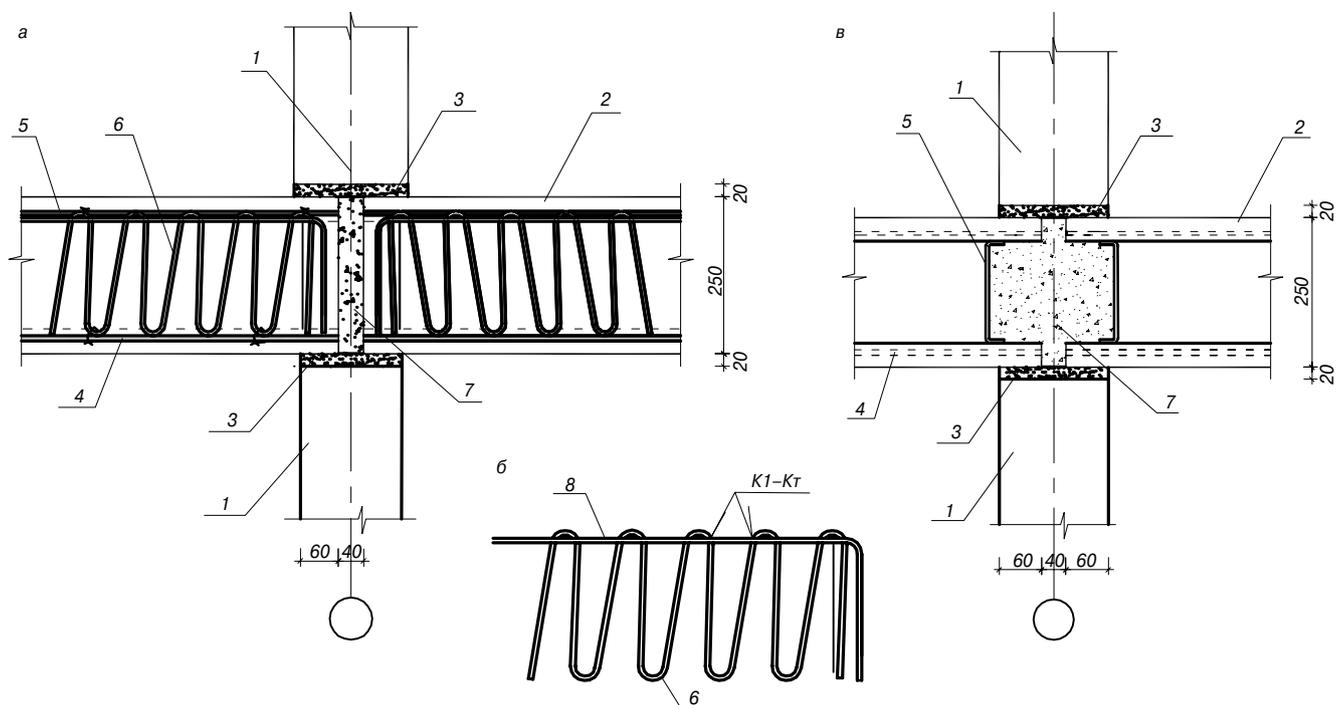


Рис. 1. Стык внутренних стеновых панелей с многопустотными плитами перекрытий: а – сечение по ребру плиты в опорной зоне; б – каркас армирования вертикального ребра плиты в опорной зоне; в – сечение по полке плиты: 1 – внутренняя стеновая панель; 2 – многопустотная плита перекрытия; 3 – растворный шов; 4 – рабочая арматура нижней зоны плиты; 5 – конструктивная арматура верхней зоны плиты; 6 – каркас-змейка; 7 – монолитный бетон; 8 – верхний дополнительный арматурный стержень каркаса

ет требованиям СНиП 52-01–2003 (СП 63.13330.2012) «Бетонные и железобетонные конструкции в части продольного и поперечного армирования опорных зон». Гарантируется качество и надежность работы плиты перекрытия в опорной зоне. Изготовители соответствующего оборудования подтверждают возможность установки каркасов в процессе формирования.

Установка в вертикальных ребрах плит арматурных каркасов с несущей продольной и поперечной арматурой (третий вариант) позволяет реализовать так называемый кон-

тактно платформенный стык (рис. 2). В этом стыке торцы перекрытий вынесены за пределы стены. Монтаж плит осуществляется на монтажные опорные столики, которые демонтируются после набора прочности бетона замоноличивания. Шпонки, на которых подвешиваются перекрытия, армируются каркасами 5, которые устанавливаются в пустоты плиты внизу на монтажной площадке. Каркас 5 фиксируется в стенке пластиковой заглушки 6. Чтобы стержни каркаса 5 при монтаже плит не цеплялись за выпуски арматуры из стены, каркас вместе с заглушкой можно задвинуть внутрь пустоты, а после установки плиты на место вытащить на требуемую величину, так как стык плит доступен, и достаточно широк (от 160 до 240 мм).

Аналог этого способа опирания перекрытий применяется в известной системе «АРКОС» (Серия Б1.020.1-7), а также описан в руководстве по передовой технологии «Особенности проектирования перекрытий из сборных предварительно-напряженных многопустотных плит. Руководство по передовой технологии» (Бюллетень 6. Fib. Январь 2000). Точнее, это не опирание, а подвеска перекрытия на бетонные шпонки, которые образуются в результате затекания монолитного бетона в пустоты при бетонировании стыка. При таком способе соединения перекрытия с ригелем разрушение стыка может происходить не только от разрушения шпонки, но и от разрушения части ребра плиты по горизонтальному и наклонному сечениям, расположенному в зоне подвески. В Альбоме проектных решений «Серия Б1.020.1-7. Сборно-монолитная каркасная система МВБ-01 с плоскими перекрытиями для зданий различного назначения. Выпуск 0-1» об этом сказано и даны методики расчета шпонок и ребер плиты. Эта схема была подвергнута в [1] серьезной критике как не удовлетворяющая требованиям российских норм. В частности, указывалось на отсутствие продольной и поперечной арматуры

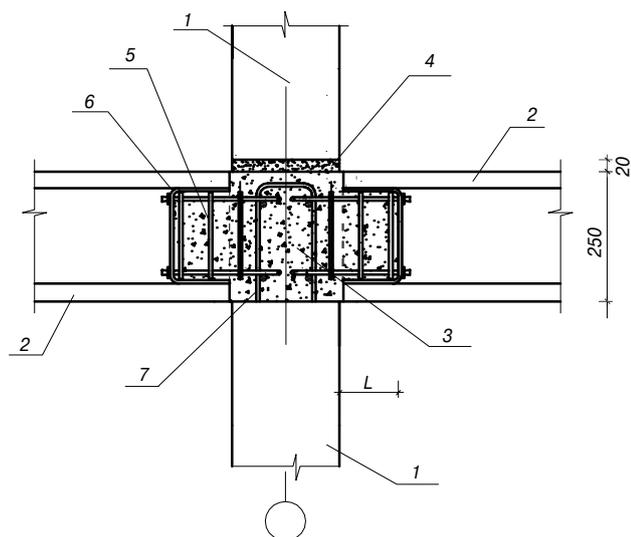


Рис. 2. Контактно-платформенный стык сборных стен с вынесенными за плоскость стены зонами опирания многопустотных плит: 1 – стеновая панель; 2 – плита перекрытия; 3 – монолитный бетон; 4 – цементно-песчаный раствор; 5 – каркас армирования шпонки; 6 – пластиковая заглушка; 7 – арматурные выпуски из стеновых панелей; L – участок подвески перекрытия (расчетная величина)

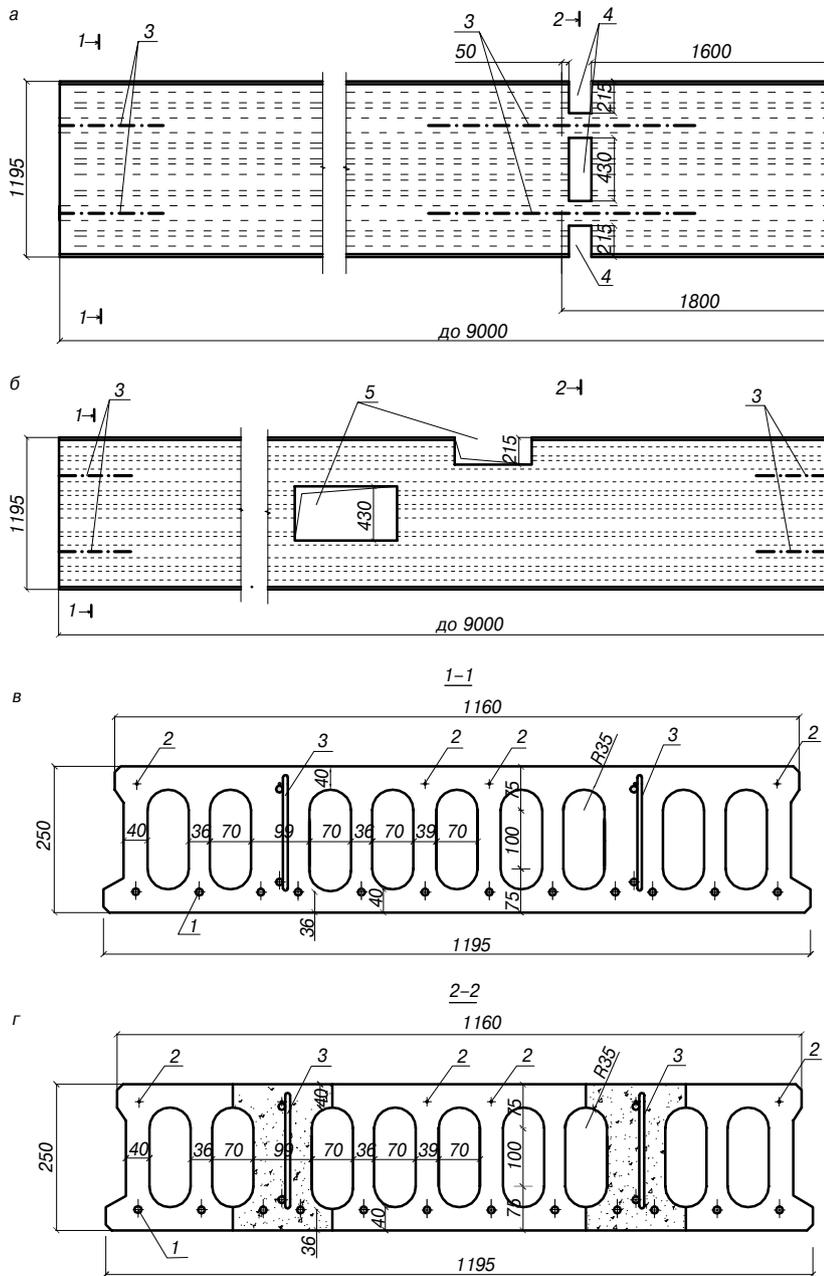


Рис. 3. Многопустотная плита перекрытия безопалубочного формирования с усиленными ребрами: а – плита с вырезами для терморазъемов, вид сверху (1800 мм балконная консоль); б – плита перекрытия с вырезами для прокладки инженерного оборудования; в – сечение плиты по опорной зоне; г – сечение плиты в месте расположения терморазъемов; 1 – предварительно напряженная рабочая арматура; 2 – верхняя конструктивная арматура; 3 – арматурный каркас; 4 – вырез в плите под терморазъем; 5 – вырезы под инженерные коммуникации

в шпонках, на которых подвешена плита и которая должна воспринимать возникающие в шпонке изгибающие моменты и поперечные силы. Отсутствие арматуры в ребрах плиты является проблемой, поэтому должно быть отдельно оговорено. В соответствии с п. 7 СП 63.13330.2012 применять бетонные изгибаемые элементы допускается, только когда «их разрушение не представляет непосредственной опасности для жизни людей и сохранности оборудования». Поскольку возможность устройства в вертикальных ребрах арматурных каркасов имеется, проблем с установкой каркасов в шпонки также нет, рассматриваемые элементы стыка перемещаются в категорию железобетонных,

относительно которых в нормах нет запрещающих пунктов. Кроме того, для снижения величины момента в шпонке достаточно расположить на нижней полке упругую прокладку, которая гасит момент. Эту прокладку можно совместить с вкладышем для предотвращения затекания бетона в полость пустот. Если применить в системе «АРКОС» перекрытия с армированными ребрами, а также предусмотреть армирование шпонок, то самые проблемные вопросы, которые были упомянуты в [1], снимаются.

Контактно-платформенный стык обладает большей несущей способностью, чем платформенный, и поэтому толщина несущих стен при применении такого стыка будет меньше, чем в зданиях с платформенными стыками. Это актуально для зданий повышенной этажности. Вместе с тем монтаж перекрытий насухо на выверенные по вертикали монтажные уголки позволяет получать достаточно ровную поверхность потолков, без клавиш и перекосов. В принятой технологии установка и фиксация каркасов в полостях шпонок перекрытия осуществляется на монтажной площадке. Количество армированных шпонок и сечения арматуры определяются расчетом. При проектировании панельных и каркасных зданий, а также в комбинированных системах, – так называемых панельно-каркасных, с многопустотным настилом, работающим по балочной схеме, требуется решать вопросы, связанные с устройством балконов лоджий, эркеров, устройством проемов для вентиляции и др. Имеющиеся на рынке плиты в этом плане обладают весьма скромными возможностями. Так устройство балкона путем выпуска плиты консольно за пределы стены потребует прорезки верхних полок плит и замоноличивания в пустотах каркасов, при этом для образования терморазъемов в опорной зоне придется вырезать часть ребер, что приведет к ослаблению сечения, а последнее ограничивает возможность устройства балконов с большим вылетом консоли (в зарубежных проектах применяются вылеты балкона до 2 м). То же самое относится к возможности

устройства эркеров и лоджий, располагаемых нерегулярно по плоскости фасада, например через этаж. Такие решения реализованы за рубежом. Особый вопрос с проемами для вентиляции. Размеры этих проемов достаточно большие, для их устройства применяют вставки из доборных плит, получаемых путем продольного реза плит стандартной ширины 1,2 м. В каркасных зданиях традиционных схем требуется наряду с плитами безопалубочного формирования применять так называемые связевые плиты, которые делаются по стендовой технологии в стационарных формах. В ЦНИИЭП жилища в процессе разработки конструктивных систем панельных зданий с продольными и поперечными несущими

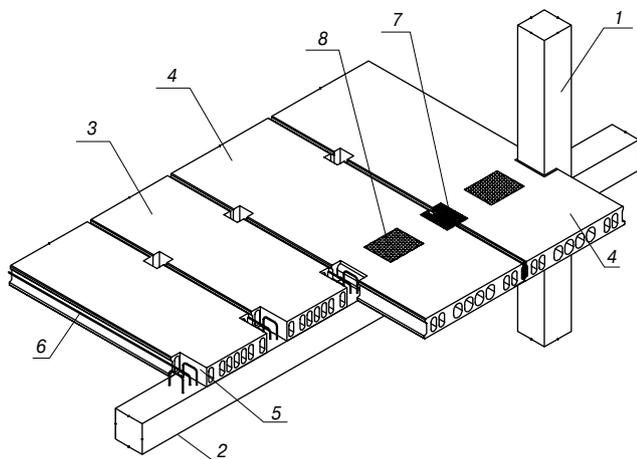


Рис. 4. Фрагмент опирания плит перекрытий на ригель каркаса: 1 – колонна; 2 – ригель; 3 – плита перекрытия рядовая; 4 – плита перекрытия балконная; 5 – вырез в угловой зоне плиты для образования шпонки; 6 – продольная арматура в шве между плитами; 7 – замоноличенная шпонка; 8 – терморазъемы

стенами, а также панельно-каркасных зданий рассмотрена конструкция многопустотной предварительно-напряженной плиты перекрытия (рис. 3) позволяющая упростить решение перечисленных выше проблем. Высота плиты принята равной 250 мм, для того чтобы можно было делать консольные выпуски для образования балконов и эркеров с вылетом до 2 м. В сечении плиты выделяются две несущих балки с увеличенной толщиной стенки. Остальные ребра имеют меньшую толщину. Размещение балок в плане и их привязка к краям плиты приняты с учетом возможности вырезов на торцах плиты с целью образования проемов для размещения колонн. В принятой конфигурации сечения можно делать вырезы от краев плиты до несущей балки и между несущими балками. Таким образом, образуются терморазъемы в местах опирания плиты на внутренний несущий слой наружной стены, а также проемы для вентиляции. На рис. 3, а показана балконная плита с терморазъемами; на рис. 3, б показана плита с проемами под вентиляцию. На рис. 3, в–г показаны сечения плиты перекрытия. На рис. 4 приведен фрагмент опирания перекрытия на ригель каркаса. Для связи перекрытий с ригелем на углах плит предусматриваются вырезы, в ригелях в местах расположения вырезов предусматриваются выпуски арматуры, в швах между плитами перекрытий располагаются арматурные стержни, которые входят в шпонки, образуемые вырезами в плитах перекрытий. Эти стержни располагаются по всей длине стыка плит, шпонки бетонятся.

Такая система позволяет создать надежную связь между ригелями и перекрытиями, а также объединить плиты перекрытия с ригелями в единый жесткий диск. Приведем основные характеристики плиты под расчетную нагрузку 8 кПа: пролет плиты в осях здания 7200 мм; высота плиты 250 мм; класс бетона по прочности на сжатие В30; приведенная толщина 158 мм; расчетная нагрузка (сверх собственного веса) 8 кПа; арматура нижней зоны К1500 14 Ф12; величина начального предварительного натяжения нижних канатов 1050 МПа; передаточная прочность бетона в процентах на момент разрезки плит должна составлять от прочности на сжатие не менее 80%; величина вылета консоли 1,8 м.

Для уменьшения расхода бетона рекомендуется в перекрытиях комбинировать два вида плит: рядовые с ребра-

ми одинаковой толщины и усиленные с утолщенными ребрами. Плиты с утолщенными ребрами применяются в местах устройства балконов, эркеров, лоджий, сантехнических плит, а также в каркасах в качестве связевых плит между колоннами. Плита высотой 250 мм разрабатывалась под конкретный проект каркасного здания с вылетом консолей до 2 м. Обычно применяются вылеты 1,2 м. Для таких случаев вполне достаточно высоты плиты 220 мм. Для армирования вертикальных ребер в опорных зонах был применен каркас в виде змейки. Поперечная арматура согнута змейкой, а дополнительные стержни продольной арматуры, которые располагаются в верхней зоне, привариваются к стержням змейки контактной сваркой. Такой каркас располагается между продольной арматурой нижней и верхней зон в ребре и может присоединяться к этой арматуре с помощью пластиковых самозаклинивающихся хомутов, которые применяются для монтажа электрокабелей.

Проемы и вырезы в плитах производятся на предприятии-изготовителе по свежему бетону, применяя вакуум-оборудование, которое поставляется фирмами – производителями формующих машин. Открывшуюся после вакуумирования бетона напряженную арматуру по возможности лучше не вырезать. Если этого невозможно избежать, то резку арматуры в проемах необходимо выполнять газовыми горелками, чтобы динамического удара в момент резки и, как следствие, образования продольных трещин в нижней полке плиты не произошло.

В настоящее время в РФ нет отдельного нормативного документа, в котором бы регламентировались вопросы проектирования плит безопалубочного формования. Подробные рекомендации по проектированию даются в СТБ EN 1168-2012. Стандарт Белоруссии «Изделия сборные железобетонные. Плиты многопустотные», но пользоваться формулами, которые там приведены, затруднительно из-за невозможности найти приведенные в этих документах коэффициенты, а также из-за отличия применяемых методик от российских норм. Принятый в Белоруссии СТБ EN 1168–2012 не адаптирован к российским нормативным документам и по сути повторяет EN 1168–2012. Возникают вопросы: как учитывать деформацию перекрытий плит безопалубочного формования, которая неизбежно возникает при опирании перекрытия одной стороной на ригель, а другой – на диафрагму жесткости; как защитить ребра и полки у опорных зон от образования трещин без армирования; как избежать деформации сечения при складировании, транспортировке и монтаже таких плит? Перечисленные и другие вопросы указывают на необходимость разработки российских нормативных документов или адаптации EN 1168 к российским условиям.

Список литературы

1. Гуров Е.П. Анализ и предложения по конструктивной надежности и безопасности сборно-монолитных перекрытий в каркасе серии Б1.020.1-7 (в системе «Арко») // Бетон и железобетон. 2012. № 2. С. 6–11.
2. Блажко В.П. Тенденции развития конструктивных систем панельного домостроения // Жилищное строительство. 2012. № 4. С. 43–46.
3. Николаев С.В. Панельные и каркасные здания нового поколения // Жилищное строительство. 2013. № 8. С. 2–9.