

УДК 69.056.52

*Э.И. КИРЕЕВА, канд. техн. наук, ОАО «Центральный научно-исследовательский и проектный институт жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП жилища)» (Москва)*

## Крупнопанельные здания с петлевыми соединениями конструкций

*Рассмотрена возможность устройства петлевых соединительных связей в многоэтажных крупнопанельных зданиях в обычных условиях строительства с применением как арматурных выпусков, заанкеренных в панелях, так и закладных тросовых петель производства западных фирм. При применении тросовых петель фирм HALFEN, PHILIPP (Германия), REIKKO (Финляндия) следует учитывать их несущую способность на растяжение, усилия от которого возникают в горизонтальных связях между панелями при случайных аварийных воздействиях.*

**Ключевые слова:** крупнопанельные здания, соединительные связи, петлевые выпуски, вертикальные и горизонтальные стыки, случайные аварийные воздействия.

Конструкции крупнопанельных зданий, проектируемые на основе стеновых конструктивных систем, в обычных условиях строительства должны иметь горизонтальные и вертикальные соединительные связи между сборными элементами.

В эксплуатационных условиях связи должны воспринимать усилия от ветровых нагрузок, неравномерных осадок основания и температурно-влажностных воздействий. При чрезвычайных ситуациях (взрыве, пожаре и т. д.) связи должны обеспечивать устойчивость здания против прогрессирующего обрушения.

В отечественной практике крупнопанельного домостроения устройство связей осуществляется в соответствии с «Пособием по проектированию жилых зданий. Выпуск 3. Конструкции жилых зданий (к СНИП 2.08.01–85)», «Рекомендаций по предотвращению прогрессирующих обрушений крупнопанельных зданий» (Москомархитектура, 1999), «Рекомендаций по защите жилых зданий стеновых конструктивных систем при чрезвычайных ситуациях» (Москомархитектура, 2000).

В соответствии с «Пособием по проектированию жилых зданий. Выпуск 3. Конструкции жилых зданий (к СНИП 2.08.01–85)» связи между сборными конструкциями допускается проектировать в виде:

- «свариваемых» арматурных выпусков или закладных деталей;
- замоноличиваемых бетоном арматурных петлевых выпусков, соединяемых без сварки;
- болтовых соединений.

Наибольшее распространение в нашей стране получили сварные соединения крупнопанельных конструкций, однако попытки применения петлевых и болтовых соединений неоднократно возникали.

В качестве примера можно привести конструкцию петлевого стыка, запроектированного ЦНИИЭП жилища для сейсмостойких крупнопанельных домов на Кубе.

В зарубежной практике крупнопанельного домостроения соединения панелей при помощи петлевых выпусков применялись в сейсмических районах Франции, Румынии и др. странах. Конструкция вертикальных стыков панелей в таких решениях аналогична конструкции «стыка Передерия», который используется для стыков отдельных сборных железобетонных элементов в промышленном и гражданском строительстве. Суть этого стыка заключается в устройстве петлевых выпусков по торцам сборных конструкций при их формовании, сквозь которые при монтаже пропускается продольная арматура и стык замоноличивается бетоном. Преимущество такой конструкции стыка заключается в резком сокращении или вообще исключении сварочных работ на монтаже.

В настоящее время за рубежом все чаще применяют петлевые соединения сборных железобетонных конструкций для обычных условий строительства – стен, элементов каркаса в гражданских и промышленных зданиях (Германия, Финляндия, Эстония и др.). На строительном рынке появились специальные закладные петли из канатной или тросовой арматуры, устанавливаемые в форму сборных изделий в виде компактных «коробочек», например закладные петли фирм HALFEN, PHILIPP (Германия), REIKKO (Финляндия) [1]. Они устанавливаются по вертикальным граням железобетонных изделий для их последующего соединения на монтаже. Фирмой HALFEN предлагаются в основном соединения двух железобетонных элементов: колонны со стеной или двух стеновых конструкций. Соединения трех-четырех сборных элементов в одном петлевом стыке применяются при строительстве малоэтажных крупнопанельных и панельно-каркасных зданий, включая школы, в Эстонии. При этом используются закладные петли фирмы REIKKO (Финляндия).

Представляется целесообразным рассмотреть вопрос о применении петлевых соединений крупнопанельных конструкций в многоэтажных жилых и общественных зда-

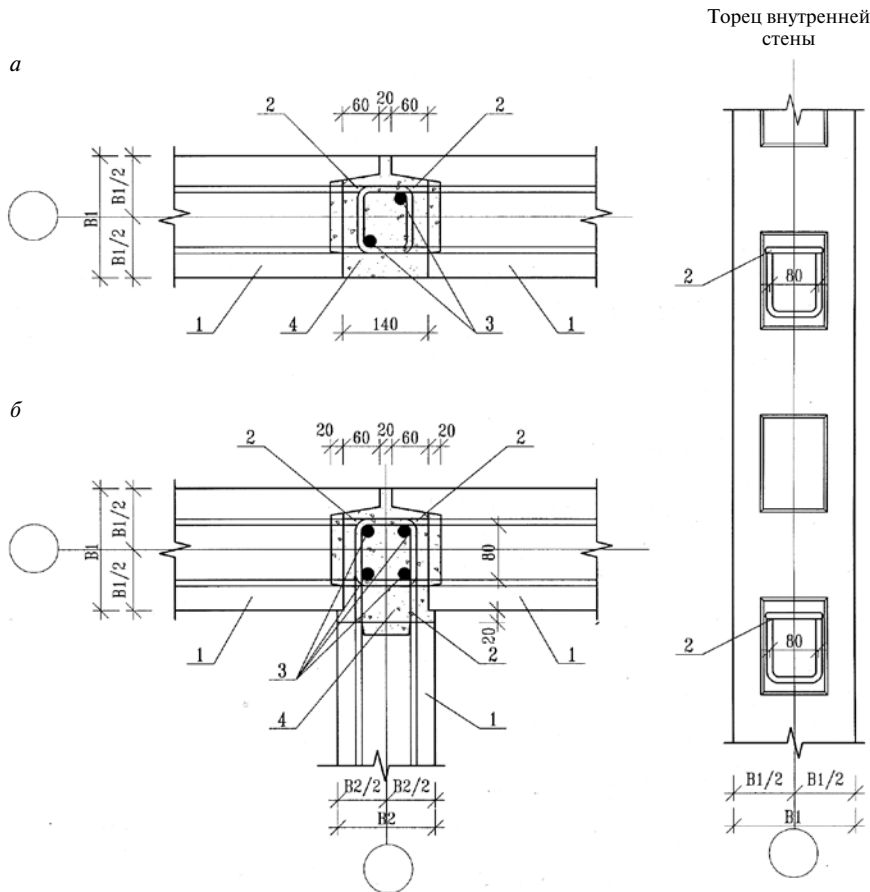


Рис. 1. Монтажные узлы внутренних панелей с петлевыми выпусками из обычной арматуры: а – два соединяемых элемента; б – три соединяемых элемента; 1 – внутренняя стеновая панель; 2 – арматурный петлевой выпуск; 3 – арматурные стержни (по расчету); 4 – мелкозернистый бетон кл. В25–В40

ниях для обычных условий строительства с учетом требований отечественных норм и сложившейся практики проектирования крупнопанельных зданий. Это позволит при разработке новых проектов иметь выбор между сварными и петлевыми соединениями в стыках. Аргументами в пользу бессварочных стыков являются зачастую плохое качество сварки соединительных связей и недостаточная их антикоррозионная защита. А от этих факторов зависит надежность и долговечность соединений и здания в целом.

Для устройства петлевых связей в наружных и внутренних стеновых панелях во время изготовления вдоль вертикальных граней предусматриваются петлевые выпуски, которые могут быть либо из обычной арматуры, заанкеренной в бетоне панели, либо в виде закладных «коробочек» с петлями из тросовой или канатной арматуры.

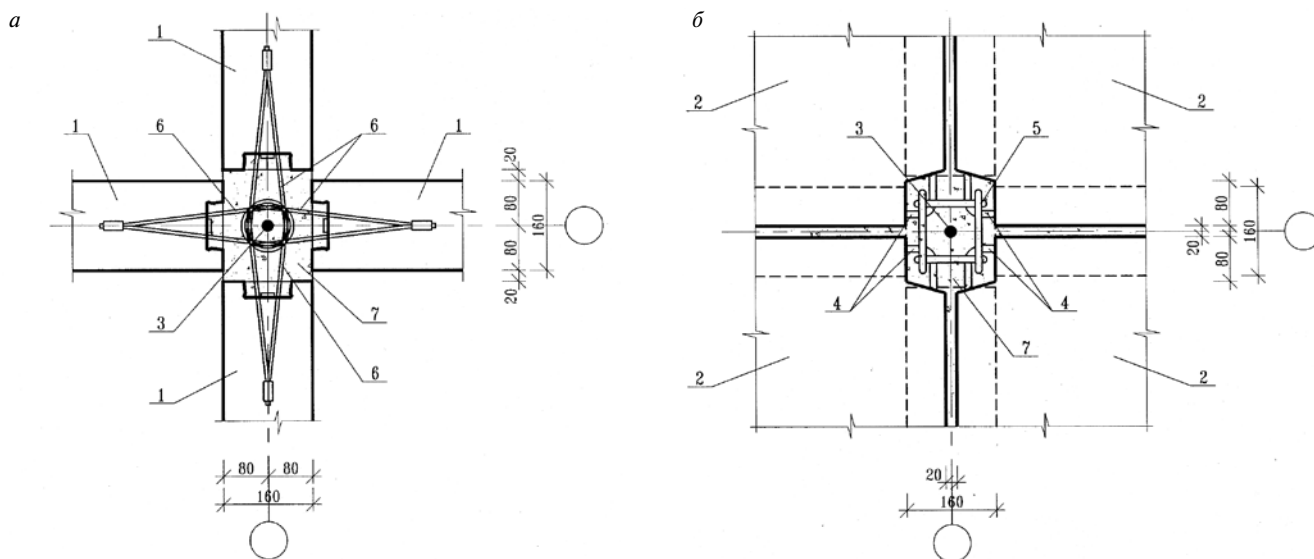
Конструкция петель позволяет в местах стыковки стеновых панелей устраивать сквозные по высоте здания вертикальные стыки – бетонные «колодцы», в которых сборные элементы соединяются с помощью вертикальных стержней, пропускаемых через петлевые выпуски панелей. Количество петель на высоту этажа и диаметр вертикальных стержней определяются расчетом здания на устойчивость против прогрессирующего обрушения и зависят от действующих сдвигающих и растягивающих усилий в петлевых связях. Рациональное проектирование связей между крупнопанельными конструкциями предполагает совмеще-

ние ими функций при монтаже, в период эксплуатации и при аварийных воздействиях. В соответствии с результатами исследований специалистов в ЦНИИЭП жилища (Разработка принципов проектирования многоэтажных зданий и рекомендаций, обеспечивающих их живучесть при локальных разрушениях. Научно-технический отчет, ЦНИИЭП жилых и общественных зданий. М, 2005) и опыта проектирования крупнопанельных зданий с учетом аварийных воздействий между несущими конструкциями должны предусматриваться следующие соединительные связи:

- горизонтальные связи между внутренними панелями, внутренними и наружными панелями, плитами перекрытия, преимущественно работающие на сдвиг и растяжение;
- вертикальные связи между несущими конструкциями в горизонтальных стыках панелей, преимущественно работающие на растяжение.

Петлевые соединения в вертикальных стыках (рис. 1, 2) при локальном разрушении одной панели испытывают сложное напряженное состояние: в них возникают усилия от продольного и поперечного срезов и усилия растяжения при отрыве. Порядок усилий зависит от конструктивной системы здания (с продольными или поперечными несущими стенами), типа

наружных стен (из железобетонных панелей или мелкоштучных материалов), шага несущих конструкций (узкий или широкий). При петлевых соединениях из обычной арматуры расчетом на худшие условия работы определяются диаметр арматуры петлевых выпусков, количество петель по высоте, диаметр и необходимая площадь вертикальной арматуры. При использовании в соединениях тросовых петель (РЕИККО, PHILIPP и др.), имеющих в основном диаметр 6 мм, следует учитывать, что они рекомендуются в соединениях элементов, испытывающих вертикальные и горизонтальные (поперечные) срезающие нагрузки, и не рекомендуются для применения в соединениях, испытывающих значительные растягивающие усилия (Рекомендации по проектированию железобетонных конструкций с использованием изделий РЕИККО, Р 5.03.090.11, Минск, 2011.). При восприятии срезающих усилий тросовые петли работают совместно с бетоном шва. Что касается растягивающих усилий, то в соответствии с нагрузочными испытаниями соединений из петель PVL фирмы РЕИККО, проведенными Центром технических исследований Финляндии, предельная нагрузка на растяжение при диаметре троса 6 мм составила 36,5–45,1 кН, при этом трос при испытаниях либо разрывался, либо ослаблялись анкеры (Нагрузочные испытания соединительных петель PVL и подъемного приспособления Jenka JL. Отчет об исследованиях № VTT-S-08562-09). Близкие показатели несущей способности на растяжение петлевого соединения из тро-



**Рис. 2.** Монтажный узел внутренних панелей с тросовыми петлями: а – в уровне стен; б – в уровне перекрытий; 1 – внутренняя стеновая панель; 2 – плоская плита перекрытия; 3 – продольная арматура  $\varnothing 16-20$  А400 (по расчету); 4 – арматурный выпуск  $\varnothing 12$  А240 из плиты перекрытия; 5 – каркас КР-1 (надеть на продольную арматуру и привязать к арматурным выпускам плиты перекрытия); 6 – петли из стального каната (фирм HALFEN, PHILIPP, PEIKKO и др.); 7 – мелкозернистый бетон кл. В25–В40

совых петель  $\varnothing 6$  мм представлены фирмой HALFEN – примерно 10 кН на одну тросовую петлю, в то время как петлевые выпуски из обычной арматуры могут иметь требуемые диаметр и анкеровку. Возникновение в горизонтальных связях между панелями усилий растяжения может ограничивать область применения тросовых петель. Потребуется либо увеличение диаметра тросовой арматуры и усиление ее анкеровки, либо применение петель из обычной арматуры. В каждом конкретном случае следует выполнить расчет здания на аварийные воздействия, провести анализ возникающих усилий в горизонтальных связях и учесть конструктивные требования. При этом следует также учитывать, что усилия растяжения распределяются по высоте стыка неравномерно, а максимальные усилия приходятся на верхнюю (или нижнюю) треть его высоты (рис. 3).

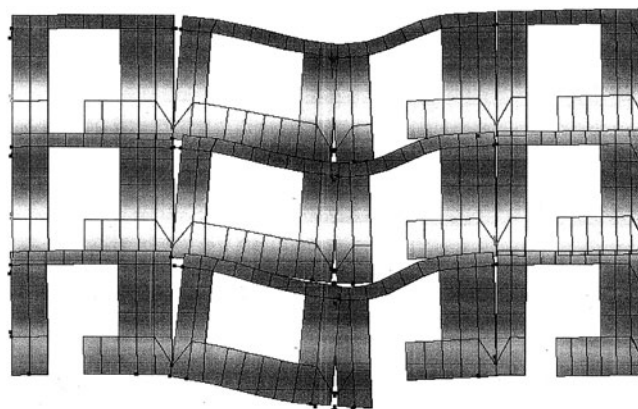
В уровне перекрытий в плитах, примыкающих к вертикальным стыкам, устраиваются шпонки с петлевыми арматурными выпусками для устройства горизонтальных связей между соседними плитами и вертикальных связей – креплений плит к стеновым панелям. После этого вертикальные стыки на этаже замоноличиваются мелкозернистым бетоном классов В25–В40.

Таким образом, в вертикальном стыке обеспечивается соединение всех примыкающих конструкций на этаже: наружных и внутренних стеновых панелей и плит перекрытий.

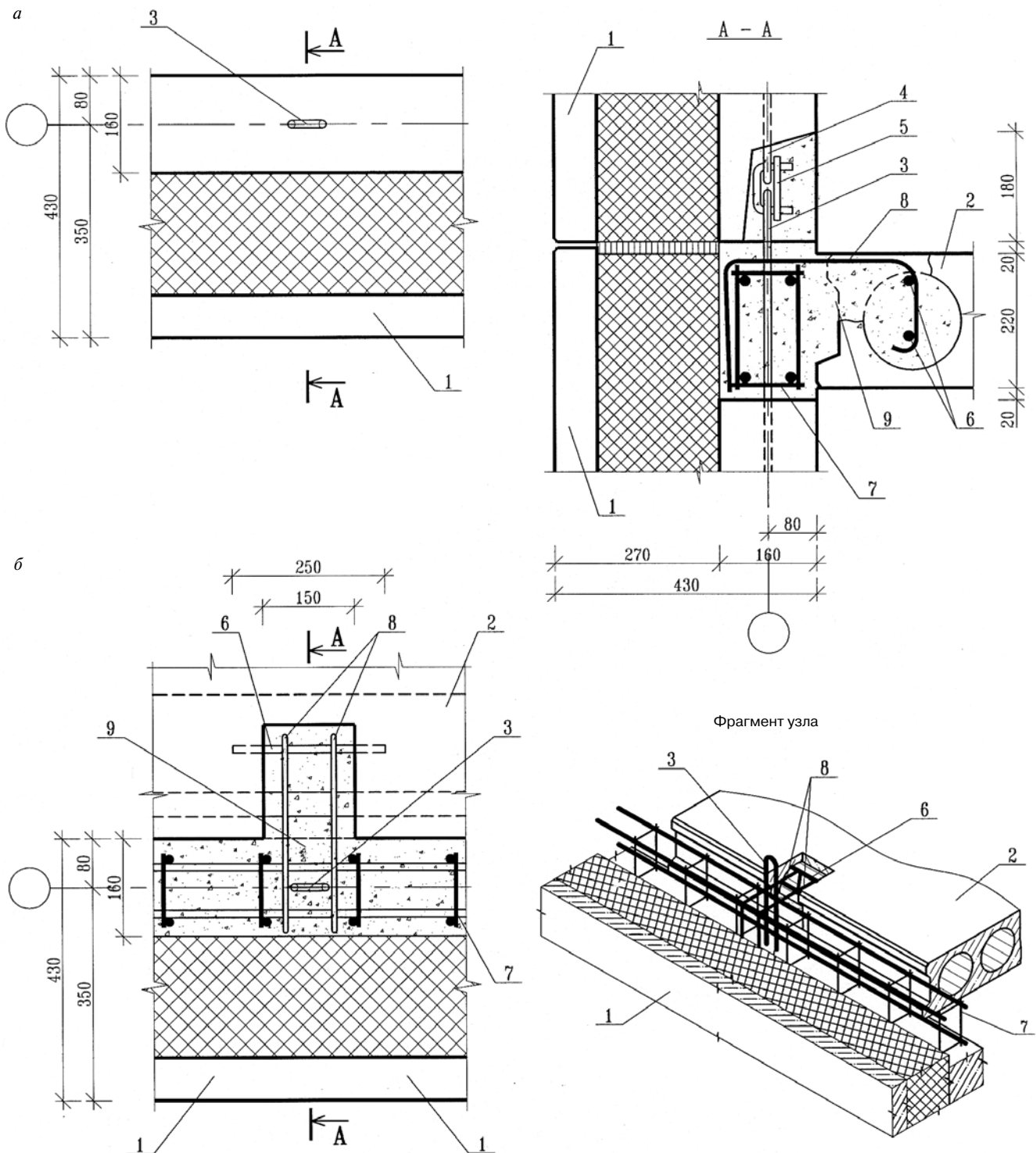
Вертикальные связи-«подвески» устраиваются, как правило, в уровне перекрытий для крепления соседних по высоте несущих стеновых панелей и примыкающих плит перекрытий. Для устройства этих связей вверху и внизу стеновых панелей предусматриваются арматурные выпуски, а в плитах перекрытий и верхних стеновых панелях – шпонки. Усилия в связях-«подвесках» преимущественно растягивающие, сечение связей назначается с учетом площади вертикальной арматуры, принимаемой в петлевых соединениях панелей в вертикальных стыках, но не менее 12 мм. Общая площадь вертикальных связей с учетом площади вертикальных стержней в бетонных «колодцах» должна быть не менее рекомендуемой в «Рекомендациях по пре-

дотвращению прогрессирующих обрушений крупнопанельных зданий». Арматурные выпуски из панелей могут быть в виде одиночной арматуры или в виде арматурных петель. На рис. 4 приведен пример устройства вертикальной связи в наружной стене в виде петлевых выпусков. Соединения петлевых выпусков может осуществляться, например, специальными замковыми скобами, но это не исключает другие варианты. В случае выпусков из одиночной арматуры частично может применяться сварка для крепления выпуска к закладной детали верхней панели. Заполнение шпонок мелкозернистым бетоном осуществляется в два этапа. Сначала одновременно с вертикальными стыками заполняются бетоном шпонки перекрытия, затем после монтажа панелей следующего этажа и устройства вертикальных связей-«подвесок» заполняются бетоном шпонки стен.

Современные требования к жилым зданиям все больше выражаются в необходимости гибкости планировочных решений, увеличения шага несущих стен и пролетов плит перекрытий до 7,2–9 м. В этом случае становится актуальным применение в крупнопанельных зданиях преднапряженных многопустотных плит безопалубочного формования



**Рис. 3.** Деформации наружной стены при аварийных воздействиях

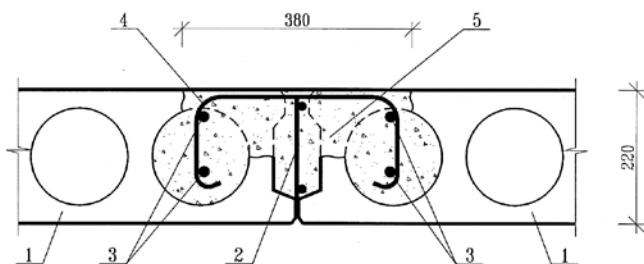


**Рис. 4.** Монтажный узел наружных панелей с вертикальными связями-«подвесками»: а – в уровне стен; б – в уровне перекрытий; 1 – наружная стенная панель; 2 – многопустотная плита перекрытия; 3 – петлеобразный выпуск В-1  $\varnothing$  12 А240; 4 – петлеобразный выпуск В-2  $\varnothing$  12 А240; 5 – соединение двух выпусков: замковая скоба; 6 – 2  $\varnothing$  12 А240  $l=250$  мм; 7 – каркас КП-2 – 4  $\varnothing$  12 А240; 8 –  $\varnothing$  8 А240 (привязать к КП-2 и к арматуре поз. б в шпонке плиты перекрытия); 9 – мелкозернистый бетон В25–В40

в сочетании с петлевыми монтажными соединениями сборных конструкций. При отсутствии конструктивной арматуры и закладных деталей в плитах безопалубочного формования совместная работа многопустотных плит в составе перекрытия и восприятие сдвигающих и растягивающих усилий могут обеспечиваться следующими конструктивными мерами (рис. 4, 5):

- профильным очертанием боковых граней плит с армированием и последующим замоноличиванием межплитных швов мелкозернистым бетоном;
- устройством железобетонных шпонок по длине плит;
- устройством монолитных железобетонных поясов по периметру стен с анкеркой в них арматуры межплитных швов и железобетонных шпонок;





**Рис. 5. Монтажный узел многопустотных плит перекрытий:**  
1 – многопустотная плита перекрытия; 2 – каркас К-1 – 2  $\varnothing 8$  А240; 3 – 4  $\varnothing 12$  А240  $l=250$  мм; 4 – 2  $\varnothing 8$  А240 (привязать к К-1 и к арматуре поз. 3 в шпонке плиты перекрытия); 5 – мелкозернистый бетон В25–В40

– использованием пустот плит с предварительно выполненными на заводе прорезями для устройства горизонтальных связей на опорах в виде каркасов, объединенных с арматурой монолитных железобетонных поясов с последующим заполнением пустот бетоном.

Пространственная жесткость здания в этом случае обеспечивается с помощью системы омоноличиваемых бетонном горизонтальных и вертикальных соединительных связей, включающей:

– горизонтальные связи между стеновыми панелями в виде петлевых выпусков, объединяемые вертикальными стержнями, с последующим замоноличиванием бетонном вертикальных стыков по типу рассмотренных выше;

– вертикальные связи-«подвески» между смежными по высоте панелями в виде арматурных одиночных или петлевых выпусков, соединяемых в шпонках с последующим их замоноличиванием; шаг связей-«подвесок» не более 2 м; пример решения приведен на рис. 4.

Выводы. При разработке петлевой системы соединительных связей конструкций в крупнопанельных зданиях следует учитывать следующее:

1. Надежность и безопасность крупнопанельных зданий с петлевыми связями не должны уступать зданиям со сварными соединительными связями; при увеличении шага несущих конструкций до 7,2–9 м и применении многопустотных плит эти показатели не должны быть ниже аналогичных показателей систем с узким шагом несущих конструкций.

2. При выборе типа петлевого соединения (из тросовой, канатной или арматурной стали), назначения диаметра петель следует учитывать растягивающие усилия, возникающие в горизонтальных связях панельных стен от случайных аварийных воздействий; несущую способность тросовых петель на сдвиг и растяжение по нагрузочным испытаниям фирм-изготовителей.

#### Литература

1. Сурр-Аскола П. Технологически усовершенствованный продукт от компании Реикко – тросовая петля PVL // Жилищное строительство. 2013. № 3. С. 12–23.



# ОСЕННИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ

## 6-8 ноября 2013 г. Сургут

**ТЕМАТИКА ВЫСТАВКИ - ФОРУМА:**

**СТРОИТЕЛЬСТВО И ПРОЕКТИРОВАНИЕ. СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
**ИНСТРУМЕНТ И ОБОРУДОВАНИЕ. ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ. ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ**  
**ВОДОСНАБЖЕНИЕ. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**  
**ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. УМНЫЙ ДОМ**  
**ДИЗАЙН И ОФОРМЛЕНИЕ ИНТЕРЬЕРА. ЗАГОРОДНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО**  
**БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИЙ. ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ**  
**СПЕЦОДЕЖДА. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ. ФИНАНСОВЫЙ СЕКТОР. РИЭЛТЭКСПО**

**WWW.YUGCONT.RU; MANAGER2@YUGCONT.RU; ТЕЛ: (3462) 32-34-53; 32-04-32**