

УДК 69.056.52

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

Прочность горизонтальных стыков панелей и многопустотных плит перекрытий в крупнопанельных зданиях

Рассмотрены вопросы повышения прочности горизонтальных платформенных стыков панельных стен в крупнопанельных зданиях с широким шагом несущих конструкций – 7,2 м и более и многопустотными плитами перекрытий. Даны предложения по усилению опорных зон серийных многопустотных плит, выпускаемых некоторыми заводами ДСК, и многопустотных плит безопалубочного формования.

Ключевые слова: многопустотные плиты перекрытий, плиты безопалубочного формования, платформенный стык, платформенно-монолитный стык, несущая способность стыка.

В основу конструктивных решений крупнопанельных зданий нового поколения (система СПКД) принят широкий шаг несущих конструкций. Например, при шаге 7,2 м возникают новые возможности «свободного» планировочного решения квартир. При конструктивной системе здания с поперечными несущими стенами становится реальным на стадии проектирования варьировать набором квартир на типовых этажах без переработки конструктивной схемы здания, а на стадии эксплуатации – выполнять перепланировку внутри квартир в пределах конструктивной ячейки здания. Конструктивная система зданий с продольными несущими стенами позволяет еще более освободить внутреннее пространство от несущих конструкций. Перекрытия в зданиях с широким шагом стен проектируются из узких преднапряженных многопустотных плит. Задача проектировщиков:

– с помощью монтажных узлов и соединительных связей объединить узкие плиты в единый жесткий диск перекрытия, способный распределять ветровые нагрузки между несущими вертикальными конструкциями здания;

– обеспечить пространственную жесткость здания и устойчивость против прогрессирующего обрушения в случае локальных аварийных воздействий.

Эта задача решается в зависимости от типа применяемых многопустотных плит. Одним из решений плит являются предварительно напряженные плиты с круглыми пустотами (ПК) по серии 1.141-1, 1.241-1 и 1.090.1-1/88, которые выпускаются некоторыми домостроительными комбинатами, например ОАО «Домостроительный комбинат» (Ярославль), ЗАО «ДСК» (Псков) и др. Отличительной особенностью серийных многопустотных плит ПК является то, что кроме рабочей преднапрягаемой арматуры в нижней зоне они имеют конструктивную арматуру – верхнюю арматурную сетку, приопорные каркасы и корытообразные сетки. Установка конструктивной арматуры позволяет применять плиты в стеновых конструктивных системах зданий (панельных, кирпичных и др.), не опасаясь образования тре-

щин в опорных зонах плит при их частичном защемлении в стенах, что является положительным фактором. Однако наличие пустот в опорной зоне стен значительно снижает прочность платформенных стыков, которая определяет прочность панелей. Коэффициент снижения прочности зависит от диаметра, шага пустот и способа заделки пустот на опорах. При заделке пустот свежееотформованными бетонными пробками в заводских условиях по ГОСТ 9561–91 «Плиты перекрытий железобетонные многопустотные для зданий и сооружений» понижающий коэффициент определяется по «Пособию по проектированию жилых зданий. Выпуск 3. Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01–85)» и для серийных плит ПК равен $\eta_{vac}=0,683$. Учет этого коэффициента при расчете прочности стен снижает их несущую способность примерно на 30% по сравнению со сплошными плитами перекрытий. В табл. 1 приведена несущая способность двустороннего платформенного и одностороннего контактно-платформенного стыков панельных стен и серийных многопустотных плит (по сер. 1.241-1 и 1.090.1-1/88) перекрытий с заделкой пустот на опорах бетонными свежееотформованными вкладышами. В соответствии с табл. 1 при шаге несущих конструкций 7,2+7,2 м толщина внутренних панельных стен в 17-этажных зданиях будет составлять 240 мм, а в 10-этажных – 180 мм.

Увеличить несущую способность платформенных стыков можно исключив пустоты в плитах в опорной зоне или уменьшив их диаметр. Варианты усиления опорных сечений многопустотных плит приведены в табл. 2. В данном случае возможны как конструктивные меры, так и технологические приемы. К конструктивным мерам относится замена диаметра пустотообразователей в плитах с диаметра 159 мм на диаметры 140 или 127 мм, что позволит увеличить коэффициент снижения прочности до соответственно $\eta_{vac}=0,862$ (вариант 3) и $\eta_{vac}=0,905$ (вариант 4). К технологическим усовершенствованиям можно отнести:

– механизированную заделку пустот на опорах в момент формования плит путем добетонирования пустот с пригру-

Таблица 1

Несущая способность на сжатие 1 п. м опорных сечений стен крупнопанельных зданий
с многпустотными плитами перекрытий по серии 1.241-1 и 1.090.1-1/88

Тип стены	Тип стыка	Схема стыка	Толщина стен t, мм	Класс бетона	Несущая способность 1 п. м или простенка, кН	Рекомендации по применению		
Внутренние поперечные стены (несущие)	Двусторонний платформенный, опирание плит перекрытий вдоль короткой стороны		240 (200)*	B25	1367 (1578)*	17 эт.		
				B30	1551			
			180 (160)*	B25	940 (1163)*	10 эт.		
				B30	1077			
Внутренняя продольная стена (частично несущая)	Двусторонний платформенный, опирание плит перекрытий вдоль длинной стороны		160	B25	1160	10-17 эт.		
Торцевые стены (несущие)	глухие (блок-секции эконом- и коммерческого класса)		180	B25	1004	17 эт.		
			200	B25	1174			
			160	B25	746	10 эт.		
	B30			870				
	с проемами при простенках шириной не менее 2,5 м (блок-секции бизнес-класса)		Контактно-платформенный с односторонним опиранием многпустотных плит перекрытий вдоль короткой стороны		200	B25	1298	17 эт.
						3245 на простенок шириной 2,5 м		
B30		1551						
160	B25	820	10 эт.					
		2050 на простенок шириной 2,5 м						

* В скобках даны значения при $\eta_{vac}=1$.

Варианты усиления опорных сечений многопустотных плит

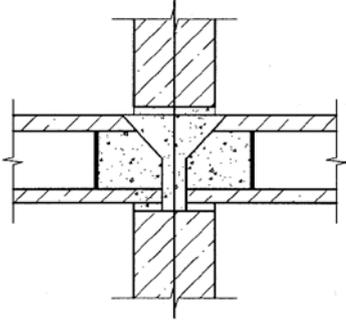
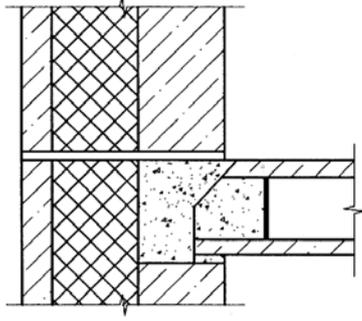
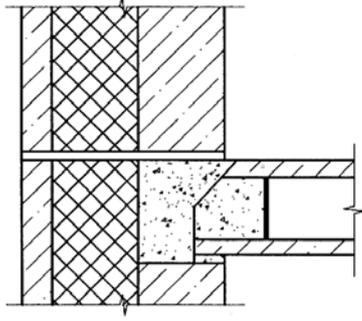
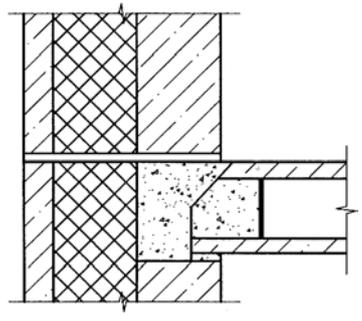
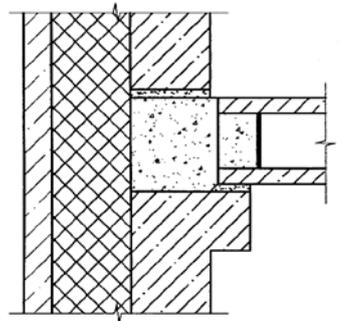
Таблица 2

Варианты плит перекрытий	Способ заделки пустот	Конструкция многопустотных плит		Коэффициент снижения прочности стен $\eta_{\text{вас}}$	Приведенная толщина бетона плит, мм	Нагрузка от собственного веса 1 м ² плиты, кг/м ²
		ПК-72.12				
Многопустотные плиты серии 1.241-1 в.27, 1.090.1-1/88 в5-1, в5-2, ГОСТ 9561-76	Бетонные вкладыши			0,683	120	300
Многопустотные плиты серии 1.241-1 в.27, 1.090.1-1/88 в5-1, в5-2, ГОСТ 9561-76	Добетонирование с пригрузом опорных участков. Крайние пустоты не устраиваются			0,9	153	382
Плиты с пустотами диаметром 140 мм	Бетонные вкладыши. Крайние пустоты не устраиваются			0,783 (0,862)	168	420
Плиты с пустотами диаметром 127 мм	Бетонные вкладыши. Крайние пустоты не устраиваются			0,838 (0,905)	177	443,5
Плиты с пустотами диаметром 159 мм	Пустотообразователи заводятся с двух противоположных концов. Крайние пустоты не устраиваются			1	153	382

* В скобках даны значения η при раздвижке пустотообразователей.

Таблица 3

Несущая способность на сжатие 1 п. м опорных сечений стен крупнопанельных зданий с многпустотными плитами перекрытий безопалубочного формирования

Тип стены	Тип стыка	Класс бетона стен	Класс бетона плит перекрытий	Класс бетона замоноличивания стыка	Марка раствора в швах	Толщина стены, мм	Несущая способность кН				
Внутренние стены (шаг стен 7,2+7,2 м)	Вариант 1 Двусторонний платформенно-монолитный стык 	В30	В30	В30	М200	180	1850				
						200	2100				
						220	2350				
	Вариант 2 Двусторонний монолитный стык 	В30	В30	В30	М200	160	1730				
						180	1960				
						200	2260				
Вариант 2 Двусторонний монолитный стык 	В30	В30	В30	М200	220	2550					
					Вариант 1 Односторонний платформенно-монолитный стык 	В30	В30	В30	М200	160	1580
										200	2060
					Вариант 2 Односторонний монолитный стык 	В30	В30	В30	М200	160	1700
200	2230										

зом в соответствии с рекомендациями «Пособия по проектированию жилых зданий. Выпуск 3. Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01–85)», коэффициент $\eta_{vac}=0,9$ (вариант 2);

– заведение пустообразователей с двух противоположных концов, образуя таким образом в опорной зоне усиленные бетонные участки, коэффициент $\eta_{vac}=1$ (вариант 5).

Самым эффективным решением является вариант 5, позволяющий при $\eta_{vac}=1$ иметь прочность платформенных стыков с многопустотными плитами, равную прочности аналогичных стыков со сплошными плитами перекрытий. Для сравнения, толщина несущих внутренних панелей в этом случае в 17-этажных зданиях при шаге стен 7,2+7,2 м составит 200 мм, в 10-этажных – 160 мм. В табл. 1 в скобках приведены значения несущей способности опорных сечений панельных стен при отсутствии пустот в опорной зоне стен (по варианту 5). Выбор варианта (конструктивного или технологического) остается в каждом конкретном случае за ДСК, он может быть реализован при реконструкции технологической линии.

При применении серийных многопустотных плит перекрытий в крупнопанельных зданиях жесткость перекрытия и пространственная жесткость здания могут быть обеспечены с помощью традиционно применяемых в крупнопанельном домостроении монтажных узлов со сварными соединительными связями. Для объединения плит ПК в единый диск перекрытия оптимальным размещением закладных деталей в плитах будет их установка вдоль длинных граней плит. Количество связей в обоих направлениях принимается по расчету, но не менее величин, приведенных в «Пособии по проектированию жилых зданий. Выпуск 3. Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01–85)». Закладные детали должны устанавливаться до бетонирования плиты, а для надежной их анкерки крайние пустоты в плитах рекомендуется не устраивать. Рекомендации по совершенствованию серийных многопустотных плит для применения в крупнопанельных зданиях с широким шагом несущих стен приведены в табл. 2.

Другим альтернативным решением в крупнопанельных зданиях с широким шагом несущих конструкций может быть применение в качестве перекрытия преднапряженных многопустотных плит безопалубочного формования (ПБ) в сочетании со сборно-моноконтинными конструкциями горизонтальных и вертикальных стыков. В нашей стране действует более 100 технологических линий по изготовлению плит безопалубочного формования, применяется несколько зарубежных технологий. Изготавливаемые на длинных стендах с помощью непрерывного безопалубочного формования плиты ПБ являются современными дешевыми, высокотехнологичными конструкциями пустотных настилов, которые могут применяться в жилых, общественных и производственных зданиях. При ширине 1,2 и 1,5 м, высоте 220 мм и длине 7,2 м они могут служить перекрытиями и в крупнопанельных зданиях с широким шагом стен. Однако в отличие от серийных многопустотных плит ПК плиты ПБ не имеют ни конструктивной арматуры, ни закладных деталей для соединения с другими сборными конструкциями. Учитывая специфику плит ПБ для крупнопанельных стеновых систем вместо платформенных разработаны два варианта горизонтальных стыков, определяющие несущую способность панельных стен. В табл. 3 приведена несущая способность 1 п. м опорных сечений стен крупнопанельных зданий с много-

пустотными плитами перекрытий безопалубочного формования:

– вариант 1 – платформенно-моноконтинный стык со срезаемыми в опорной зоне верхними полками плит и замкнутой стеной опиранием плит перекрытий и с передачей всей вертикальной нагрузки в стыке осуществляется через платформенные в нижней зоне и моноконтинную в верхней зоне площадки;

– вариант 2 – моноконтинный стык с вынесенным за пределы стены опиранием плит перекрытий и с передачей всей вертикальной нагрузки через моноконтинную площадку; в этом варианте внутренние несущие панели и внутренний слой наружных панелей должны иметь одну или две полки для опирания плит перекрытий.

Результаты расчета прочности таких стыков при сжатии приведены в табл. 3. Несущая способность 1 п. м моноконтинных и платформенно-моноконтинных горизонтальных стыков стен по вариантам 1 и 2 значительно выше несущей способности сборных решений платформенных стыков в табл. 1. Для сравнения, при горизонтальных стыках по вариантам 1 и 2 толщина несущих внутренних панелей в 17-этажном здании при шаге стен 7,2+7,2 м будет составлять 180–200 мм. Применение плит безопалубочного формования в крупнопанельных конструктивных системах требует разработки специальной системы узлов и соединительных связей между сборными конструкциями, обеспечивающей жесткость диска перекрытия и пространственную жесткость здания в целом. За основу этой системы могут быть приняты:

– сборно-моноконтинные и моноконтинные горизонтальные стыки несущих стеновых панелей, позволяющие применять плиты безопалубочного формования в крупнопанельных системах;

– петлевые соединения между панельными стенами в вертикальных стыках с последующим поэтажным их замоноконтинированием бетоном;

– создание единого диска перекрытия из плит безопалубочного формования путем устройства армированных межплитных швов, моноконтинных поясов, железобетонных шпорок и арматурных связевых стержней;

– устройство междуэтажных вертикальных связей-подвесок в шпорок стеновых панелей и плит перекрытий с последующим замоноконтинированием их бетоном.

Принципы проектирования петлевой системы соединительных связей изложены в [1].

Таким образом, перекрытия в крупнопанельных зданиях с широким шагом несущих конструкций могут проектироваться как из серийных преднапряженных многопустотных плит ПК, так и из плит безопалубочного формования ПБ. Для обоих случаев могут применяться эффективные решения горизонтальных стыков стен и плит перекрытий, определяющие несущую способность и параметры внутренних и наружных панелей. Применение плит безопалубочного формования ПБ в сочетании с моноконтинными конструкциями горизонтальных и вертикальных стыков является современным эффективным решением для системы панельно-каркасного домостроения (СПКД), разработанной ЦНИИЭП жилища для перспективного строительства.

Литература

1. Киреева Э.И. Крупнопанельные здания с петлевыми соединениями конструкций // Жилищное строительство. 2013. № 9. С. 47–51.