

УДК 69.057.13 : 624.078

*В.В. ДАНЕЛЬ, канд. техн. наук,
Московский государственный строительный университет*

Способ повышения несущей способности наружных трехслойных стеновых панелей

Предложен способ увеличения несущей способности наружных трехслойных стеновых панелей с помощью изменения граничных условий на их горизонтальных торцах – устройством уступов (бороздок) со стороны внутренней грани несущего слоя. После монтажа бороздки между панелью и плитой перекрытия необходимо заделать низкомарочным раствором. Эти уступы можно использовать для устройства скрытой электропроводки. Уступы позволяют уменьшать сдвиговые и изгибные усилия в связях между слоями, растягивающие усилия в наружных слоях, повышают несущую способность стеновых панелей без увеличения расхода материалов и финансовых затрат.

Ключевые слова: эксцентриситет, контрэксцентриситет, ширина площадки опирания плиты перекрытия, повышение несущей способности панелей, трехслойная наружная стеновая панель, ширина растворных швов, концентрация напряжений на приопорных участках несущих слоев стеновых панелей, армирование приопорных участков и растворных швов, несущая способность платформенного стыка, связи, уступ, бороздка.

В настоящее время имеет место тенденция увеличения этажности крупнопанельных зданий с 9–10 до 18–19 этажей; с 16–18 до 24–25 и более этажей. В связи с этим требуется принятие соответствующих конструктивных решений.

Как правило, вертикальная нагрузка передается через стык с эксцентриситетом в невыгодную для работы панели сторону (рис. 1).

Уменьшить эксцентриситет можно увеличением ширины площадки опирания плиты перекрытия на наружную панель, увеличив ее длину (рис. 2).

Повышение несущей способности панелей увеличением толщины внутреннего несущего слоя в сторону жилых помещений уменьшает жилую площадь и требует изменений в бортовой оснастке.

Увеличение толщины внутреннего несущего слоя в сторону утеплителя увеличивает эксцентриситет.

Включение в работу наружного защитного слоя в качестве несущего повышает несущую способность наружных стеновых панелей. В существующих панелях наружные слои разделены гидроизоляцией, которая одновременно является температурными швами между ними. Внутренний слой панели работает при относительно стабильной температуре. Наружный слой в отличие от него – при значительных перепадах температуры. Вследствие этого, например, при разнице температуры 60°C и высоте этажа 2,76 м разница в перемещениях верхнего и нижнего торцов наружного слоя составит 1,656 мм. Поэтому применение панелей с внутренним и наружным несущими слоями должно быть ограничено только нижним этажом [1, 2]. Панели с внутренним и наружным несущими слоями, обладающие большей устойчивостью и несущей способностью, позволяют более равномерно распределить напря-

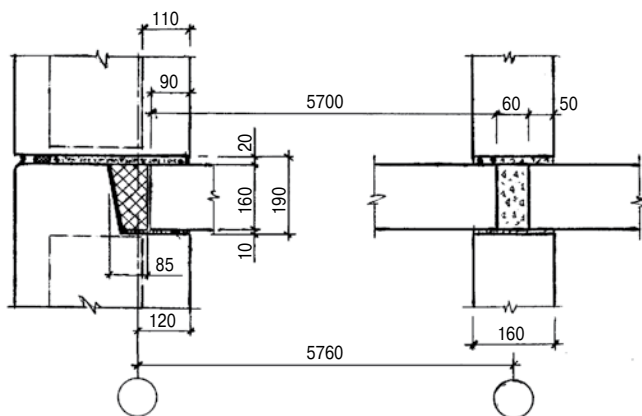


Рис. 1. Пример существующей схемы опирания плит перекрытия на продольные стены; ширина площадки опирания на наружные продольные стены – 90 мм, на наружные поперечные – 70 мм

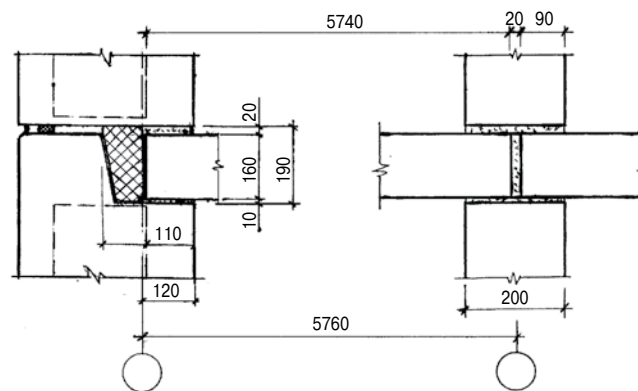


Рис. 2. Пример измененной схемы опирания плит перекрытий на продольные стены

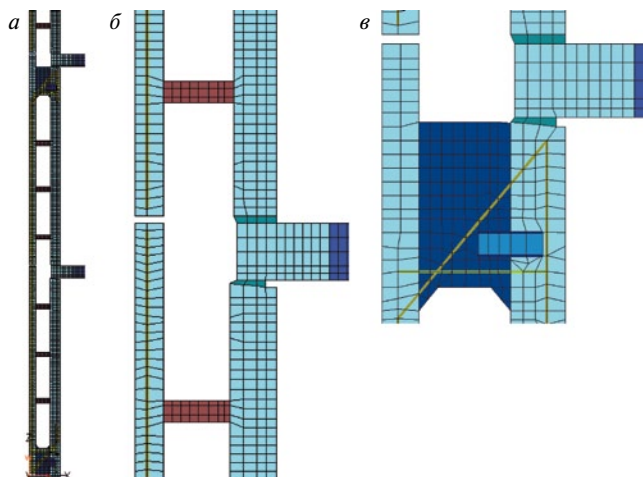


Рис. 3. КЭ-модель с уступами под плитой: а – сечение по наружным панелям цокольного и 1-го этажей; б – стык панелей цокольного и 1-го этажей; в – стык панелей 1-го и 2-го этажей

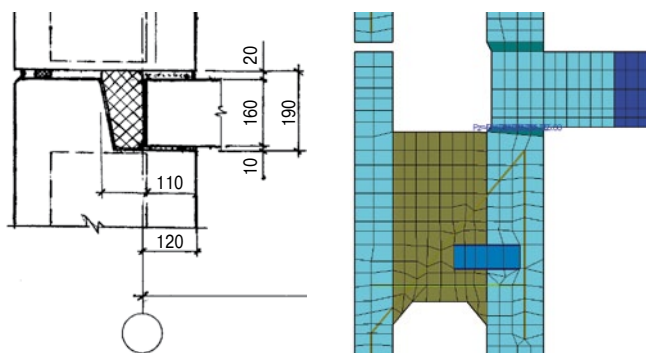


Рис. 4. КЭ-модель без уступов под плитой



Рис. 5. Перемещения наружных трехслойных стеновых панелей: а – уступ отсутствует; б – уступ шириной 1 см; в – уступ шириной 2 см; г – уступ шириной 3 см; высота уступа (бороздки) во всех случаях 3 см

Ширина площадки опирания (глубина уступа), м	Максимальное горизонтальное перемещение внутреннего слоя, мм		
	Цоколь	1-й этаж	2-й этаж
0,11 (0)	0,259	0,564	0,582
0,10 (0,01)	0,163	0,392	0,343
0,09 (0,02)	0,109	0,388	0,278
0,08 (0,03)	0,0189	0,0223	0,0827

жения в месте опирания на фундаментную плиту, уменьшить концентрацию напряжений. Количество этажей с их применением зависит от климатического района, в котором предполагается строительство. Можно увеличить количество нижних этажей с использованием панелей с внутренним и наружным несущими слоями, если утеплить их снаружи. В противном случае температурные деформации могут вызвать недопустимые усилия в наружных слоях и связях.

При внутреннем несущем слое и определенных связях между наружным и внутренним железобетонными слоями нагрузка в пределах панели частично передается с внутреннего слоя на наружный. Возникает дополнительный переменный по высоте панели эксцентриситет. В результате при сжатии панель будет выгибаться в наружную сторону.

Один из способов уменьшения или устранения дополнительного эксцентриситета – устройство уступов с внутренней стороны внутреннего слоя сверху панели под плитой перекрытия. В результате возникает контрэксцентриситет.

С целью определения влияния глубины уступа во внутреннем слое под плитой перекрытия на деформацию внутреннего слоя трехслойной панели были проведены расчеты для панелей цокольного, 1-го и 2-го этажей восемнадцатизэтажного здания. Сравнивались 4 варианта: 1) уступ (бороздка) отсутствует; 2) уступ шириной 1 см и высотой 3 см; 3) уступ шириной 2 см и высотой 3 см; 4) уступ шириной 3 см и высотой 3 см.

Фрагменты конечно-элементной модели показаны на рис. 3, 4.

Толщина наружных слоев 8 см, внутреннего у цокольных панелей 13 см, панелей 1-го и вышележащих этажей – 12 см. Бетон тяжелый В25. Модуль упругости $E=30000$ МПа с учетом ползучести уменьшен в 2,8 раза. Коэффициент Пуассона $\mu=0,2$. Рассматривался участок панели шириной 80 см. Толщина жесткой связи 8 см, высота переменная, от 35 до 40 см. Диаметр гибких связей 7 см. Толщина жесткой связи определена из условия необходимой толщины защитного слоя для швеллера № 5.

Расчет приведенных модулей деформации и коэффициентов Пуассона бетона для плоскоприведенной модели для развитых из плоскости модели элементов выполнен по следующим зависимостям: $E^* = \frac{E}{1-\mu^*2}$; $\mu^* = \frac{1+\mu}{1-\mu^2}$; $\mu = \frac{\mu}{1-\mu}$. К таким элементам относятся оболочки перекрытий, стеновых панелей, растворные швы. Учитывались все соответствующие этажам нагрузки, включая ветровую, изгибающие моменты от плит перекрытий.

Значения максимальных горизонтальных перемещений внутреннего слоя в цокольном, 1-м и 2-м этажах приведены в таблице.

Увеличение уступа с внутренней стороны панели уменьшает результирующий эксцентриситет, выгиб панели в наружную сторону. Следовательно, уменьшается растяжение

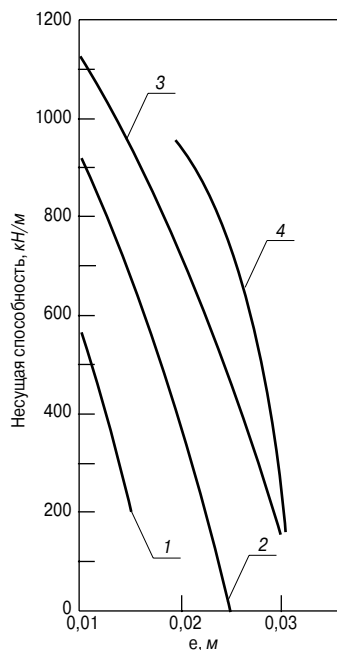


Рис. 6. Несущая способность стеновых панелей с толщиной несущего слоя: 1 – 0,11 м; 2 – 0,12 м; 3 – 0,13 м; 4 – 0,14 м в зависимости от эксцентриситета e при нагрузке 602 кН/м. Бетон тяжелый класса В25. Рабочая высота панелей 2,56 м

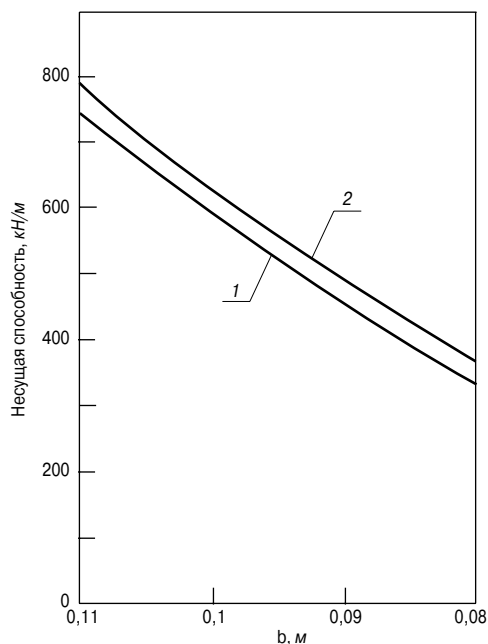


Рис. 7. Несущая способность растворных швов из раствора М150 толщиной 0,02 м (1) и 0,01 м (2) в зависимости от его ширины b

наружного слоя. Повышается несущая способность панелей (рис. 6). Это достигается созданием момента обратного знака по сравнению с моментом при отсутствии уступа. Даже уступ глубиной 1 см дает значительный эффект.

Отрицательным фактором при этом является уменьшение ширины площадки опирания – ширины растворных швов. Как следствие, увеличение концентрации напряжений в приопорных участках несущих слоев стеновых панелей, плит перекрытий, в растворных швах, уменьшение несущей способности растворных швов (рис. 7). Это необходимо учитывать при армировании указанных приопорных участков плит перекрытий и растворных швов. Поэтому использование уступов для злов на рис. 1 и 2 часто не имеет смысла.

Из таблицы видно, что передача в пределах панели части сжимающего усилия через связи на наружный слой даже при равенстве толщины внутреннего слоя и ширины растворных швов создает дополнительный конструкционный эксцентриситет до 2 см и более. Его невозможно измерить – можно только вычислить. Это необходимо учитывать при определении несущей способности наружных стеновых панелей. Так как дополнительный эксцентриситет снижает несущую способность, исчезает смысл в таком перераспределении усилия, если оно является целью. Часто конечно-элементные модели крупнопанельных зданий не учитывают этот фактор, так как используют упрощенные расчетные схемы наружных стеновых панелей.

Гораздо в меньшей степени перечисленные отрицательные факторы влияют при использовании стыка наружных стеновых панелей с монолитным железобетонным поясом [3, 4]. Причинами являются увеличение ширины растворных швов, вовлечение в работу на сжатие кроме бетона плиты перекрытия железобетонного монолитного пояса.

При использовании стыка [3, 4] даже при опирании внутреннего несущего слоя по всей его ширине при наличии связей, передающих часть вертикальной нагрузки на наружный слой, тоже будет иметь место дополнительный эксцентриситет, который невозможно измерить. Определенный вклад вносят изгибающий момент от плит перекрытий, расположение мест передачи усилий от собственного веса наружного слоя на внутренний.

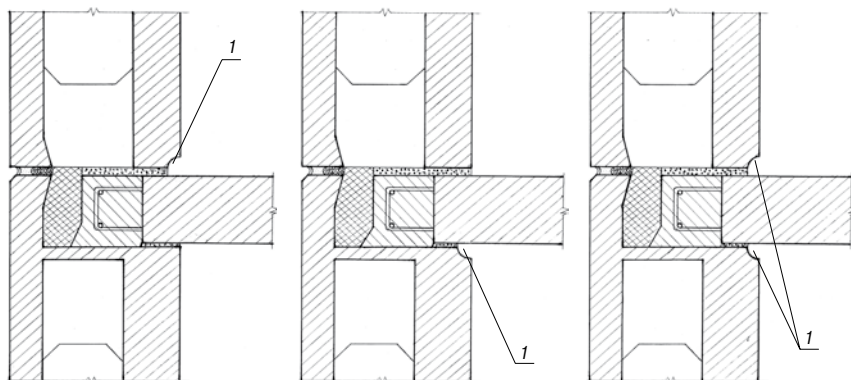


Рис. 8. Уступ над плитой (а); уступ под плитой (б); уступы над и под плитой (в): 1 – уступ

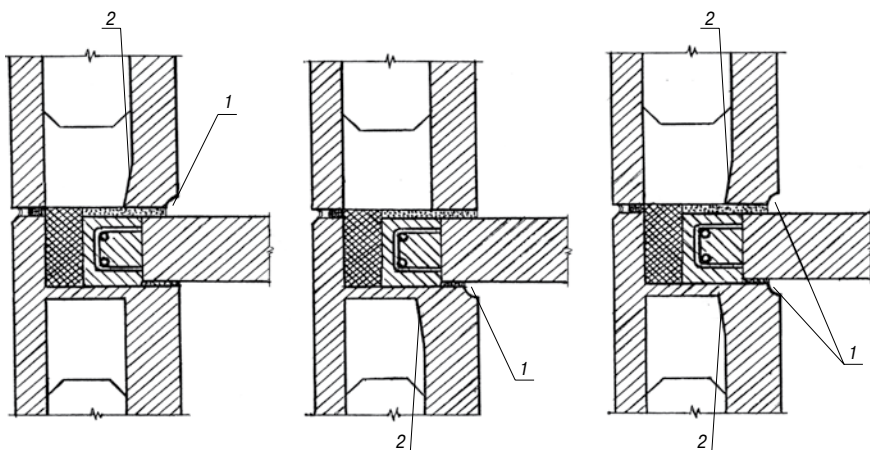


Рис. 9. Стыки с уступами и вутами у горизонтальных торцов внутреннего несущего слоя: 1 – уступ; 2 – вут

В предложенном стыке [4] для уменьшения деформации панели из плоскости можно делать по горизонтальным торцам панели уступы 1 с внутренней стороны несущего слоя: либо только вверху панели (рис. 8, а), либо только внизу (рис. 8, б), либо и вверху и внизу (рис. 8, в) [4].

В результате возникает контрэкссцентриситет. После монтажа образовавшиеся бороздки между панелью и плитой перекрытия необходимо заделать низкомарочным раствором. Их можно использовать для устройства скрытой электропроводки.

При необходимости на внутреннем несущем слое вдоль горизонтальных торцов со стороны утеплителя можно делать вуты (рис. 9).

Уступы позволяют уменьшать сдвиговые и изгибные усилия в связях между слоями, растягивающие усилия в наружных слоях, повышают несущую способность стеновых панелей, надежность панели в целом без увеличения расхода материалов и финансовых затрат.

Список литературы

1. Пат. РФ на полезную модель №100785. Трехслойная стеновая панель / В.В. Данель, А.Р. Соколов, И.С. Муратова. Оpubл. 27.12.2010. Бюл. № 36.
2. Пат. РФ на полезную модель №100790. Трехслойная стеновая панель / В.В. Данель, А.Р. Соколов, И.С. Муратова. Оpubл. 27.12.2010. Бюл. № 36.
3. Данель В.В. Стык наружных стеновых панелей с монолитным железобетонным поясом // Жилищное строительство. 2013. № 7. С. 12–13.
4. Пат. на изобретение № 2478156. Стыковое соединение трехслойных стеновых панелей / В.В. Данель. Оpubл. 27.03.2013. Бюл. № 9.

Официальная поддержка:

Правительство Челябинской области | Министерство строительства, инфраструктуры и дорожного хозяйства Челябинской области | Администрация г. Челябинска | Ассоциация организаций добровольного жилищного строительства в Челябинске

12-15 МАРТА
Челябинск

УРАЛ СТРОЙ ЭКСПО -2014
ЖКХ - новые стандарты

VII СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
УралСтройЭкспо.
Энерго- и РесурсСбережение.
ЖКХ - новые стандарты

- Строительные материалы и оборудование для их производства
- Инженерные сети: водо-, тепло-, газо-, электроснабжение
- Строительство
- Строительно-дорожная, коммунально-уборочная, специальная техника
- Фасадные и кровельные системы
- Энергосберегающие технологии в строительстве и ЖКХ
- Жилищно-коммунальное хозяйство и др.

В РАМКАХ ВЫСТАВКИ:
“IV ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ”

Организатор:
1 Первое Выставочное Объединение регионов

ДС «Юность», Свердловский пр., 51
Тел.: (351) 215-88-77 www.pvo74.ru

12+

СТРОИТЕЛЬСТВО. АРХИТЕКТУРА | **ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ**

12-15 марта

ВЫБИРАЙ ПАРТНЕРОВ СРЕДИ ЛИДЕРОВ!

ВЫСТАВКА СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ

ЛУЧШАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ ВЫСТАВКА 2011–2012 гг. по тематике «Строительство, отделочные материалы и комплектация» в Южном федеральном округе России во всех номинациях.*

* По данным Общероссийского рейтинга выставок 2011–2012 гг., www.exporating.ru

ВЕРТОЛ | ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР | EXPO | РОСТОВ-НА-ДОНУ, ПР. М. НАГИБИНА, 30 | тел. (863) 268-77-68, www.vertolexpo.ru

Генеральный информационный спонсор: Стройка | Почетный информационный спонсор: СтройПром ЭКСПЕРТ