

## **СПОСОБ ПОВЫШЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ НАРУЖНЫХ ТРЕХСЛОЙНЫХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ**

*ЖУМАНОВА С. Б., БАГИТОВА С. Ж.*

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,  
Астана, Казахстан

**Аннотация.** Предложен способ увеличения несущей способности наружных трехслойных стеновых панелей с помощью изменения граничных условий на их горизонтальных троцах – 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.

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).

Увеличение толщины внутреннего несущего слоя в сторону утепления увеличивает эксцентриситет.

Включение в работу наружного защитного слоя в качестве несущего повышает несущую способность наружных стеновых панелей. В существующих панелях наружные стеновые панели. В существующих панелях наружные слои разделены гидроизоляцией, которая одновременно является температурным швами между ними. Внутренний слой панели работает при относительно стабильной температуре. Наружный слой – при значительных перепадах температуры. Вследствие этого, например, при разнице температуры 60 С 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 несущим слоями должно быть ограничено только нижним этажом (1,2).

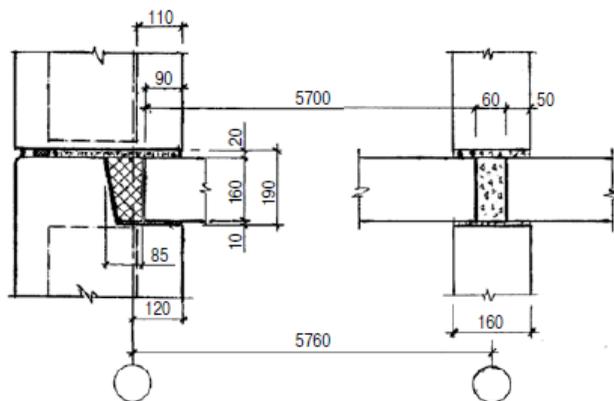


Рис. 1. Пример существующей схемы опирания плит перекрытия на продольные стены; ширина площадки опирания на наружные продольные стены-90 мм, на наружные поперечные- 70мм

Уменьшить эксцентриситет можно увеличением ширины площадки опирания плиты перекрытия на наружную панель, увеличив ее длину. (рис2)

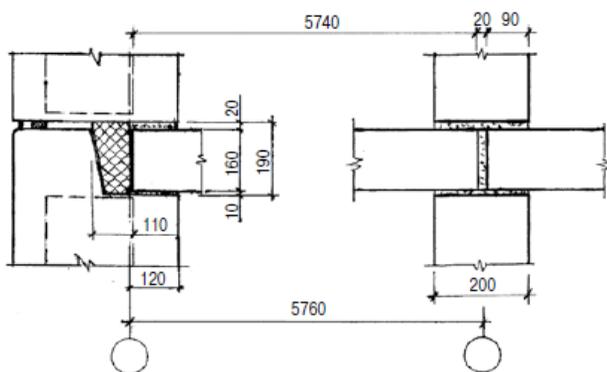


Рис. 2. Пример измененной схемы опирания плит перекрытий на продольные стены

Наружной слой в отличие от него – при значительных перепадах температуры. Вследствие этого, например, при разнице температуры 60 С 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 несущим слоями должно быть ограничено только нижним этажом (1,2).

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

Панели с внутренним и наружным несущими слоями, обладающие большей устойчивости и несущей способностью, позволяют более равномерно распределить напряжения 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[1,2].

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

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

С целью определения влияние 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 показано на рис 3,4.

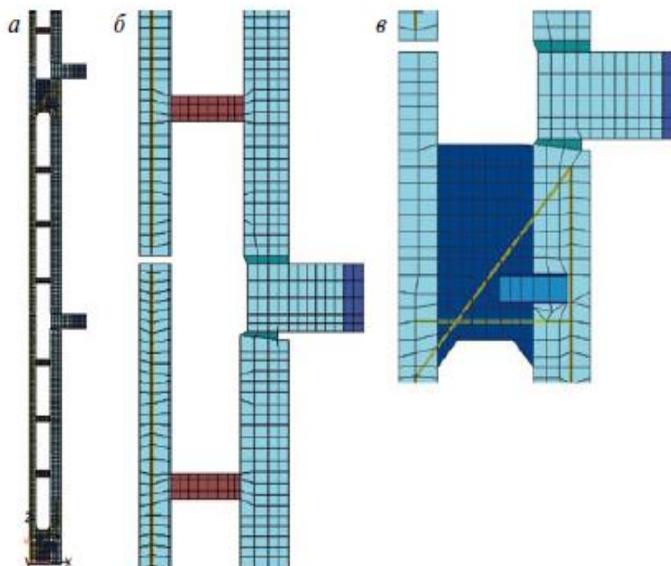


Рис. 3. КЭ-модель с уступами под плитой: а-сечение по наружным панелям цокольного и 1-го этажей; б-стык панелей цокольного и 1-го этажей; в-стык панелей 1-го и 2-го этажей

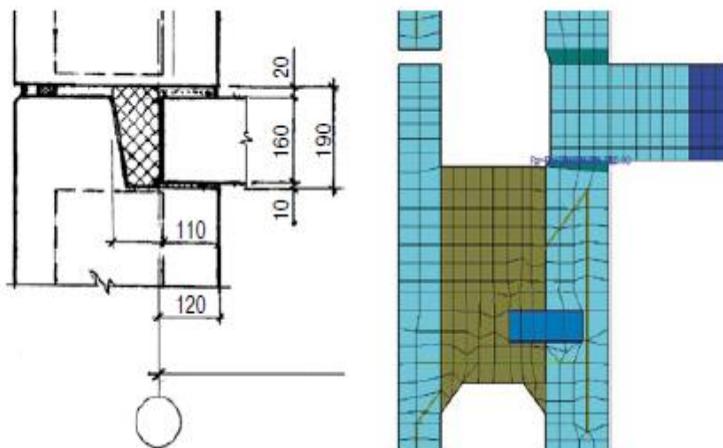


Рис. 4. КЭ-модель без уступов под плитой

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 плоско приведенной модели для развитых из плоскости модели элементов выполнен по следующим зависимостям:  $E^*=E/(1-\mu^{*2})$ ;  $\mu=(1+\mu)/(1-\mu^2)$ ;  $\mu=\mu/(1-\mu)$ . 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.

Таблица 1

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

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

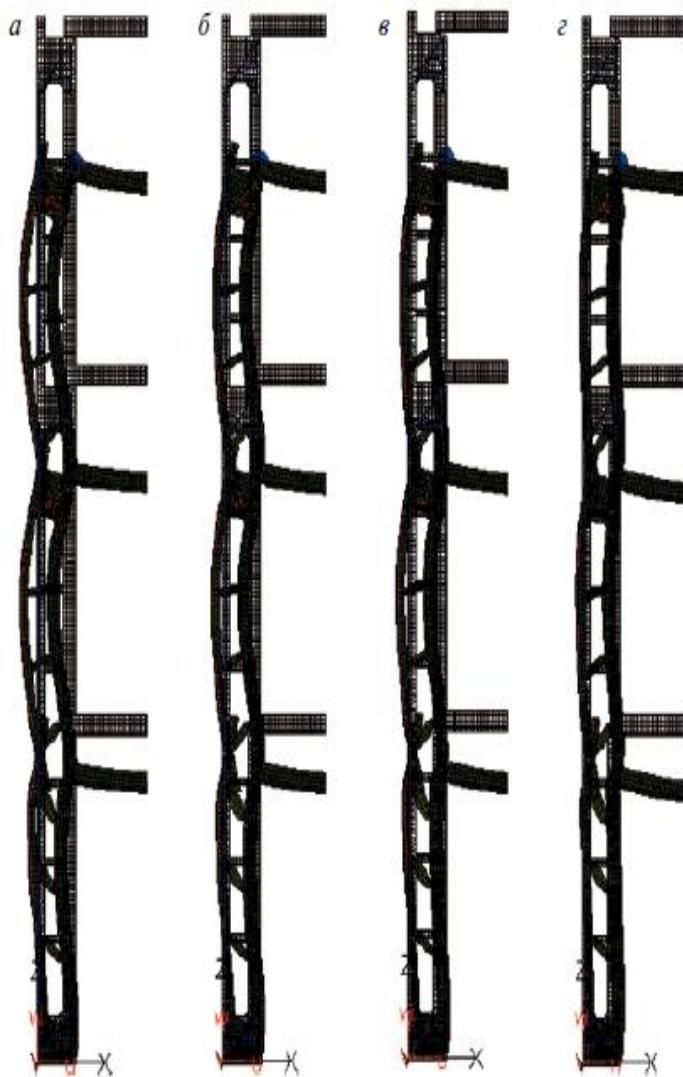


Рис. 5. Перемещения наружных трехслойных стеновых панелей:  
*a* – уступ отсутствует; *б* – уступ шириной 1 см; *в* – уступ шириной 2 см;  
*z* – уступ шириной 3 см; высота уступ (бороздки) во всех случаях 3 см

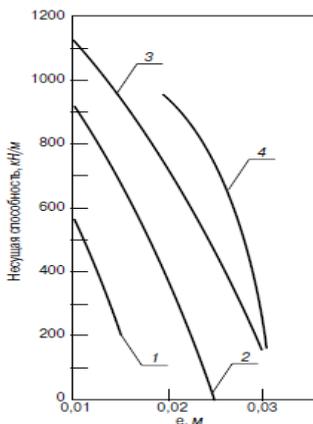


Рис. 6. Несущая способность стеновых панелей с толщиной несущего слоя: 1 – 0,11м; 2 – 0,12м; 3 – 0,13м; 4 – 0,14м зависимости от эксцентриситета  $e$  при нагрузке 602 кН/м. Бетон тяжелый класса В25. Рабочая высота панелей 2,56м

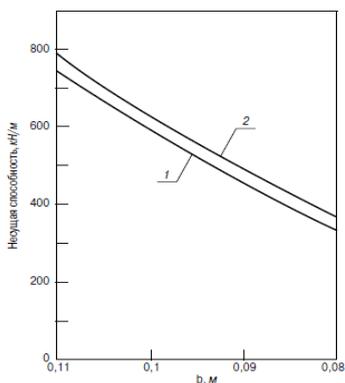


Рис. 7. Несущая способность растворяных швов из растворов М150 толщиной 0,02м (1) и 0,01м(2) в зависимости от его ширины  $b$

Из таблиц видно, что передача в пределах панели части сжимающего усилия через связи на наружный слой даже при равенстве толщины внутреннего слоя и ширины растворяных швов создает дополнительный конструкционный эксцентриситет до 2см и более. Его невозможно замерить – можно только вычислить. Это необходимо учитывать при определении стеновых панелей. Так как дополнительное эксцентриситет снижает несущую способность, исчезает

смысл в таком перераспределении усилия, если она является целью. Часто конечно-элементные модели крупнопанельных зданий не учитывают этот фактор, так как используют упрощённый, расчётный схемы наружных стеновых панелей.

Гораздо меньшей степени перечисленные отрицательные факторы влияют при использовании стыка наружных стеновых панелей с монолитным железобетонным поясом [3,4]. Причиной является 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 дополнительная нагрузка на наружный слой, тоже будет иметь место дополнительная эксцентриситет, которой невозможно измерить. Определённый вклад вносят изгибающий момент от плит перекрытий, расположение мест передачи усилий от собственного веса наружного слоя на внутренние.

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

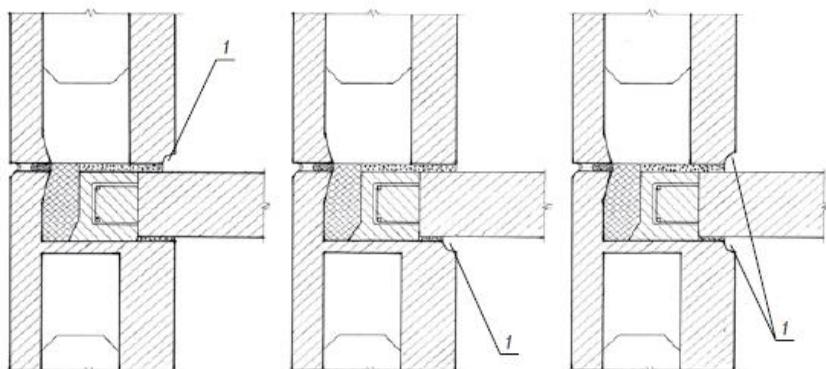


Рис. 8. а – уступ над плитой; б – уступ под плитой; в – уступы над и под плитой:  
1 – уступ; 2 – вут

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).

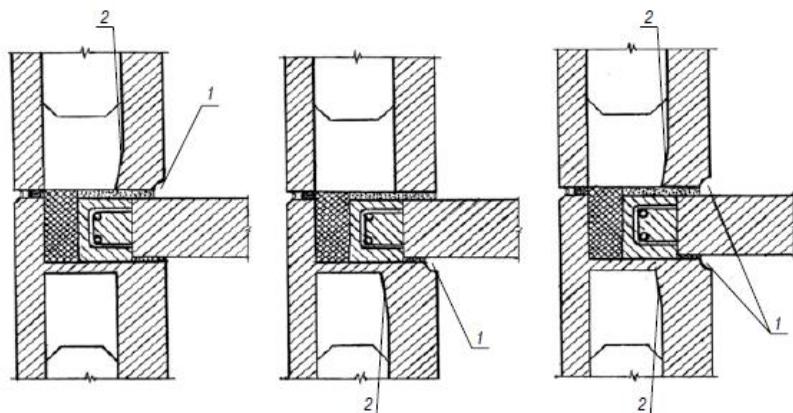


Рис. 9. Стыки с уступами и вутами у горизонтальных торцов внутреннего несущего слоя: 1 – уступ; 2 – вут

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

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ 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.2013г. №7.С.12-13.

4. Пат. на изобретение №2478156. Стыковое соединение трех-слойных стеновых панелей/В.В. Данель. Опубл. 27.03.2013. Бюл.№9

УДК 627.221.13

## **МОРОЗОСТОЙКОСТЬ БЕТОНА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДАХ ИСПЫТАНИЙ**

*МАЛЮК В. В.*

Сахалинский государственный университет  
Южно-Сахалинск, Россия

В настоящее время испытание на морозостойкость является основным методом прогноза стойкости бетона в суровых климатических условиях, где воздействие знакопеременных температур в условиях водонасыщения бетона является преобладающим фактором. Морозостойкость бетона - условная характеристика, предложенная профессором Н.А. Белелюбским, для оценки способности бетона сохранять прочность и другие физико-механические свойства при многократном попеременном замораживании и оттаивании. Данный метод оценки стойкости бетона используется на протяжении более 100 лет. Несмотря на большой объем исследований, выполненных по вопросам долговечности бетона в суровых климатических условиях [1, 2, 6, 7, 9, 16, 17], до настоящего времени отсутствуют научно обоснованные методы, устанавливающие связи между качественными показателями бетона и долговечностью.

Процессы, протекающие при замораживании и оттаивании бетона, обуславливают появление повреждений, которые могут накапливаться и быть причиной разрушения структуры бетона. Степень повреждения бетона при замораживании зависит от многих факторов. Приводятся данные, что на стойкость бетона к воздействию циклов замораживания и оттаивания влияет более 190 факторов. При учете только 25 важнейших факторов и трех интенсивностей каждого из них, число возможных сочетаний имеет порядок 1030 [10], поэтому разрабатывать модель точного расчета морозостойкости для практического применения становится нецелесообразным. Расчетный срок службы конструкций при проектировании соору-