

13. Шестоपालов В. Керована коеволюція як стратегія подолання глобальної екологічної кризи / В. Шестоपालов // Вісн. НАН України. – 2008. – № 5. – С. 3 – 9.

14. Юрченко Л. І. Екологічна культура в контексті екологічної безпеки: моногр. / Л. І. Юрченко. – К. : ПАРАПАН, 2008. – 296 с.

УДК 691.327.3

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КЕРАМЗИТОБЕТОННЫХ ОБРАЗЦОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ АРМИРОВАННЫХ ШПОНОК

Н. Н. Махинько, асс., Н. В. Савицкий, д. т. н., проф.

Ключевые слова: керамзитобетон, армированные шпонки со скобой, штраба, крупнопанельные здания, напряженно-деформированное состояние

Введение. Стыковые соединения панелей являются наиболее ответственными элементами несущей системы панельного здания и прежде всего их соединения на металлических закладных деталях, которые чаще всего подвержены коррозии. При коррозионных разрушениях этих конструктивных элементов снижается прочность и пространственная жесткость конструкций и здания в целом, ухудшаются теплотехнические характеристики вследствие разрушения материала ограждающих конструкций. [1 – 3].

Целью исследования являются экспериментальные испытания образцов из легкого керамзитобетона класса В10 на сдвиг с применением армированных шпонок со скобой и сравнение результатов экспериментальных исследований с результатами численного эксперимента.

Проведение испытаний. Для проведения экспериментальных исследований в лаборатории кафедры ЖБК ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры» были изготовлены 12 опытных образцов – призм из легкого керамзитобетона класса В10, размерами 30 × 30 × 40 см. Образцы изготавливались в три этапа по четыре образца в каждом этапе. Один этап состоял из двух замесов, в котором изготавливалось по два образца. В каждом образце были предусмотрены специальные штрабы для устройства закладной детали – арматурного стержня (скобы) диаметром 12 мм (ДСТУ 3760-06) с высаженными головками и без них (рис. 2). Штрабы в образцах были выполнены по середине стороны в 40 см, с помощью применения Г-образных закладных вкладышей из пенополистирольных плит поперечным сечением 4 × 4 см и длиной 19 см от грани образца, высотой 8 см, размещенных в опалубочной форме до процесса бетонирования (рис. 1).



Рис. 1. Опалубочная форма с вкладышем из пенополистирола



Рис. 2. Закладные детали

Для изготовления опытных образцов применялся керамзитобетон следующего состава:

- цемент ПЦ 11/Б-Ш-400 (ДСТУ Б В.2.7-46-96) – 380 кг/ м³;
- песок, модуль крупности 1,5 (ДСТУ Б В.2.7-32-95) – 415 кг/ м³;
- керамзит, фракция 5 – 10 мм (ДСТУ Б В.2.7-14-94) – 470 кг/м³;
- вода – 220 л/м³

Прочность керамзитобетона на сжатие определялась путем отбора с каждого замеса бетона для изготовления трех призм размером 15 × 15 × 15 см.

Изготовление образцов выполнялось в следующем порядке:

- 1) Изготовили опалубочные формы $30 \times 30 \times 40$ см из лакированного ДСП.
- 2) К дну форм с помощью саморезов прикрепили пенополистирольные Г-образные вкладыши.
- 3) В лаборатории кафедры материаловедения и обработки материалов ГВУЗ «ПГАСА» подобрали состав легкого керамзитобетона, который бы соответствовал классу В10.
- 4) Керамзитобетонную смесь укладывали в форму (внутренние поверхности форм должны быть предварительно смазаны) слоями не более 10 см. Каждый слой уплотняли штыкованием стальным стержнем. Число нажимов стержня рассчитывается из условия, чтобы один нажим приходился на 10 см^2 верхней открытой поверхности образца. Излишек раствора срезали ровень с краями и заглаживали поверхность.
- 5) Образцы разопалубливали через 48 ч после укладки смеси.
- 6) Твердение образцов происходило в помещении при относительной влажности воздуха $65 \pm 10 \%$ в течение 28 суток до испытаний (рис. 3).
- 7) После разопалубливания пенополистирольные вкладыши удаляли.
- 8) Для моделирования условий реального напряженно-деформированного состояния стыка панелей между двумя образцами оставляли зазор в 2 см, в который помещали деревянную пластину размерами $26 \times 40 \times 2$ см.
- 9) Для предотвращения премещения соединяемых образцов и повреждения материала шпонки до начала проведения испытаний, перед укладкой арматурного стержня, было принято решение закрепить две призмы между собой, с помощью стягивания их полипропиленовой лентой (рис. 4).



Рис. 3. Образцы в опалубочной форме



Рис. 4. Общий вид образца без закладной детали

10) С целью увеличения адгезионных свойств ремонтной смеси и бетона образцов, перед укладкой арматурного стержня грани штрабы смазывали разбавленным раствором ремонтной смеси ТИНК-93.

11) После помещения арматурного стержня в штрабу образца (рис. 5), штрабу и стык между образцами замоноличивали ремонтной смесью для железобетонных конструкций ТИНК-93 (рис.6).



Рис. 5. Размещение арматуры штрабы



Рис. 6. Общий вид образца после заделки в штрабе образца

На момент проведения испытаний всем образцам исполнилось 28 суток. Соединение образцов между собой осуществляли при помощи армированной шпонки со скобой.

Состыкованные образцы испытывали на сдвиг в вертикальном положении. Одна часть образца жестко защемлялась гидравлическим прессом ИПС-500, а к другой части при помощи маслостанции и домкрата ДГ-10 передавалось сдвигающее усилие.

Для предотвращения взаимных перемещений частей образца относительно друг друга до начала испытаний и моделирования условий реального напряженно-деформированного состояния в стыке стеновых панелей дополнительно образец стягивали металлической обоймой. С целью уменьшения влияния силы трения между обоймой и образцом, возникающей во время деформации, под уголки свободной части образца были помещены два металлических цилиндра диаметром 40 мм.

Сдвигающая сила прикладывалась к нижней грани свободной части образца на расстоянии 140 мм от места защемления. Нагрузку на образец увеличивали поэтапно – 169,56 кгс за один этап.

Взаимное вертикальное смещение образцов призм в стыках и деформации бетона измерялись с помощью индикаторов часового типа ИЧ-10 с ценой деления 0,01 мм на базе 200 мм, прогибомером 6-ПАО с ценой деления 0,01 мм и линейкой с ценой деления 1 мм. Отсчет по приборам производился после каждого этапа загрузки. Момент образования трещин в опытных образцах определялся визуально. Схема испытаний образцов показана на рисунке 7.

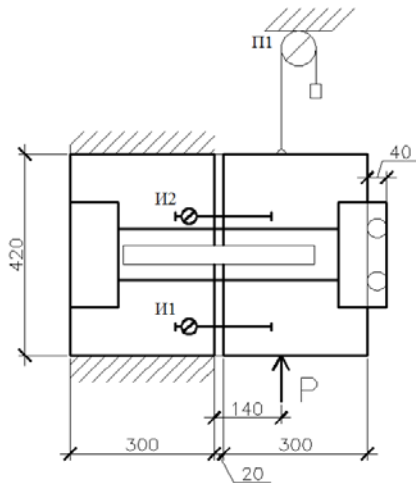


Рис. 7. Схема проведения испытаний



Рис. 8. Образование трещин по контакту растворного шва

Разрушение состыкованных образцов призм из легкого керамзитобетона произошло в результате среза бетона при нагрузке 2,8 кН. При нагрузке составляющей 0,8 – 0,9 от разрушающей происходило образование трещин по контакту растворного шва с бетонным образцом, а при нагрузке, составляющей свыше 0,9 от разрушающей, происходило образование и развитие трещин в бетонных призмах и одновременно образование в результате усилий сдвига вертикальных волосяных трещин в армированной шпонке со скобой (рис. 8).

Как видно из рисунка 9, деформации образца до нагрузки, составляющей 60 % от разрушающей, были упругими и незначительными по величине, с увеличением же нагрузки они носили упруго-пластичный характер.

Напряжения в ремонтном составе шпонки и примыкающей к нему части бетона распределялись неравномерно по длине шпонки. Наибольшая концентрация напряжений сосредоточена на участке сдвигающих усилий в стыке, при этом различная величина напряжений в ремонтной смеси слева и справа от стыка объясняется различным напряженным состоянием состыкованных призм при принятой схеме испытаний на сдвиг.

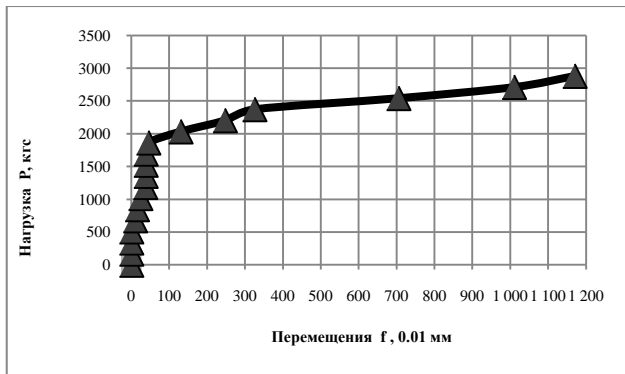


Рис. 9. Залежність деформацій сдвига образців від навантаження



Рис.10. Утворення тріщин в бетонних призмах

Результати випробувань і порівняння з даними чисельного моделювання. В програмному комплексі SCAD Office 11.3 були смодельовані зусилля, що виникають у зовнішніх стінових панелях крупнопанельного житлового будинку серії 1-480. В результаті чисельного моделювання встановлено, що в якості посилення місць розташування закладних деталей стінових панелей з першого по четвертий поверх включительно, для сприйняття діючих зусиль достатньо установки одного арматурного стержня 12-го діаметра А400С в кожній шпонці. Для посилення закладних деталей п'ятого поверху, де виникають максимальні зусилля, 1Ø12 А400С буде достатньо тільки при 30 % корозії закладної деталі. При 50 і 70 % посилення потрібно виконувати 1Ø20 А400С і 1Ø25 А400С відповідно. Арматуровані шпонки розташовувалися зверху і знизу стінової панелі тільки з зовнішньої сторони, в місцях розташування закладних деталей. Зусилля, що виникають в закладній деталі посилення п'ятого поверху, склали 1,37 т при 30 % корозії закладної деталі.

При проведенні експериментальних досліджень зразки з'єднувалися за допомогою арматурованої шпонки з одним арматурним стержнем Ø12 А400С, т. є. не враховувалося наявність в панелях прокорродированих закладних деталей. Арматурний з'єднання зразків, виконаний з одного стержня Ø 12 А400С, сприйняв максимальне зсувну зусилля, рівне 2,88 т, що більше значення зусилля в закладній деталі посилення, отриманого шляхом аналітичних розрахунків. При проведенні випробувань відключення роботи арматури не спостерігалося, відбувалося руйнування зразків по межі бетону і арматурної шпонки.

Таким чином, варіант посилення з'єднань стінових панелей крупнопанельного житлового будинку серії 1-480 при корозії закладних деталей до 30 % з допомогою арматурованої шпонки з скобою можливо і дасть позитивний ефект.

Висновки. 1. На основі теоретичних розрахунків і чисельного моделювання були виконані експериментальні дослідження роботи арматурованих шпонок з скобою на зсув. Досліджено спільну роботу при зсуві комплексної конструкції арматурованої шпонки з бетоном – розподіл зусиль в бетоні, деформації з'єднання, характер руйнування шпоночного з'єднання.

2. Встановлено, що арматурний з'єднання зразків, виконаний з одного стержня Ø 12 мм, сприйняв максимальне зусилля, рівне 2,88 т, що більше зусилля, рівного 1,37 т в закладній деталі посилення, отриманого при аналітичних розрахунках. Таким чином несуча здатність з'єднання стінових панелей крупнопанельного житлового будинку серії 1-480 після посилення арматурованої шпонкою з скобою забезпечена.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендації по відновленню і посиленню крупнопанельних будинків полімеррастворами. – Тбілісі : Ротапринт ТбілЗНІІЕП, 1984. – 195 с.
2. Морозов Ю. Б. Дослідження міцності і деформацій горизонтальних з'єднань панелей / Ю. Б. Морозов, Г. Ф. Седловець // Дослідження міцності і розрахунок конструкцій багатопверхових будинків. – М. : МНІІТЭП, 1971. – 253 с.
3. Колманок А. С. Дослідження міцності і стійкості елементів внутрішніх

несущих сплошных легкобетонных стеновых панелей и узлов крупнопанельных зданий / А. С. Колманок. – М, 1950. – 255 с.

4. Уваров В. С. Исследование вертикальных стыков наружных стен крупнопанельных зданий, возводимых в обычных условиях / В. С. Уваров : Работа конструкций жилых зданий из крупнопанельных элементов, труды ЦНИИЭП жилища – М. : Госстройиздат, 1963. – С.134 – 145.

УДК 692.231.3

РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩЕЙ СТЕНОВОЙ ПАНЕЛИ С ПРИМЕНЕНИЕМ КАРКАСА ИЗ ГНУТЫХ ОЦИНКОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ

А. А. Несин, м. н. с., Н. В. Савицкий, д. т. н., проф.

Ключевые слова: гнутые оцинкованные профили, стеновые панели, ограждающие конструкции

Введение. Критическая ситуация в топливно-энергетической отрасли Украины предполагает поиск новых путей экономического роста и качества жизни при одновременном уменьшении использовании энергоресурсов.

Актуальность. Значительное удорожание энергоносителей привело к существенному увеличению затрат как на строительство, за счет увеличения себестоимости производства строительных материалов и конструкций, так и на эксплуатацию зданий. Сегодня в условиях жесткой экономии энергоресурсов вопросы энергоэффективности крайне актуальны.

Анализ проектных решений ограждающих конструкций, с учетом требований ДБН В.2.6-31: 2006 «Теплова ізоляція будівель» [1], показывает, что устройство традиционных однослойных сплошных ограждающих конструкций экономически нецелесообразно. Решением проблемы является использование в ограждающих конструкциях технологии легких стальных тонкостенных конструкций.

Суть этой технологии заключается в использовании панелей, изготовленных из легких стальных оцинкованных профилей с заполнением межпрофильного пространства эффективным утеплителем. Для снижения теплопроводности гнутых профилей на их стенках в процессе прокатки выполняется перфорация в виде продольных просечек. Перфорированные профили, так называемые термопрофили (рис. 1), обладают меньшей теплопроводностью, благодаря увеличению пути прохождения теплового потока между полками профиля.

Анализ публикаций. Изучению вопроса разработки и применения ограждающих конструкций с каркасом из термопрофилей посвящены работы российских специалистов [2; 3].

Целью исследований является определение минимального сечения профиля ограждающей панели для условий г. Днепропетровска.

Изложение основного материала. Ограждающая панель с каркасом из термопрофилей представляет собой новую альтернативу при строительстве наружных стен современного многоэтажного здания. Панели имеют небольшой вес, малую толщину и допускают применение различных материалов для наружной и внутренней отделки.

Основными элементами ограждающей стеновой панели являются вертикальные несущие стойки с поперечным сечением ТС (или ТН) (рис.1). Горизонтальные элементы с поперечным сечением ТН применяется на верхней и нижней кромке каркаса и над оконными проемами (рис. 2). Жесткость термопрофильного каркаса обеспечивается облицовочными плитными материалами, покрывающим каркас с обеих сторон.

Термопрофили направляющие для строительных конструкций

ТН

Термопрофили стоечные для строительных конструкций

ТС

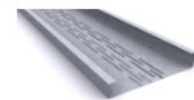
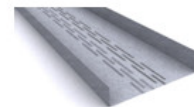
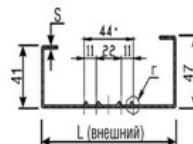
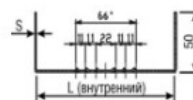


Рис. 1. Профили с перфорированной стенкой – термопрофили ТН, ТС