

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 ЖБиКК 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 × 30 × 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 см² верхней открытой поверхности образца. Излишек раствора срезали вровень 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 × 40 × 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).

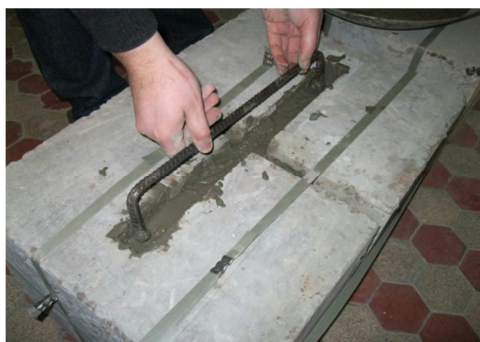


Рис. 5. Размещение арматуры штрабы



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 сдвигающие 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 заземления. 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.

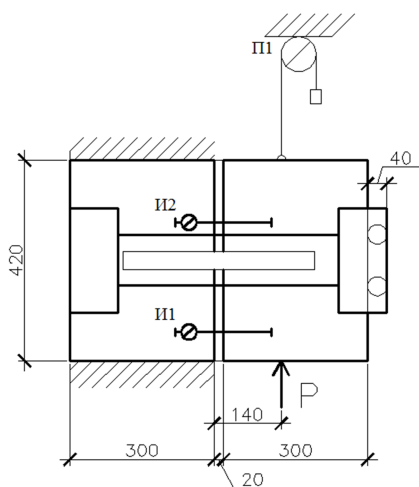


Рис. 7. Схема проведения испытаний



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.

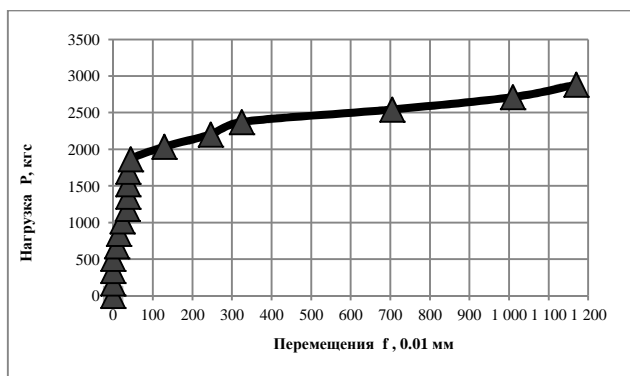


Рис. 9. Зависимость деформаций сдвига образцов от нагрузки



Рис.10. Образование трещин в бетонных призмах

Результаты испытаний и сравнение с данными численного моделирования. В программном комплексе SCAD Office 11.3 были смоделированы усилия, возникающие во внешних стеновых панелях крупнопанельного жилого здания серии 1-480. В результате численного моделирования установлено, что в качестве усиления мест расположения закладных деталей стеновых панелей с первого по четвертый этаж включительно, для восприятия действующих усилий достаточно установки одного арматурного стержня 12-го диаметра А400С в каждой шпонке. Для усиления закладных деталей пятого этажа, где возникают максимальные усилия, 1Ø12 А400С будет достаточно только при 30 % коррозии закладной детали. При 50 и 70 % усиление нужно выполнять 1Ø20 А400С и 1Ø25 А400С соответственно. Армированные шпонки располагались сверху и внизу стеновой панели только с наружной стороны, в местах расположения закладных деталей. Усилия, возникающие в закладной детали усиления пятого этажа, составили 1,37 т при 30 % коррозии закладной детали.

При проведении экспериментальных исследований образцы стыковывались при помощи армированной шпонки с одним арматурным стержнем Ø12 А400С, т. е. не учитывалось наличие в панелях прокорродированных закладных деталей. Арматурный стык образцов, выполненный из одного стержня Ø 12 А400С, воспринял максимальное сдвигающее усилие, равное 2,88 т, что больше значения усилия в закладной детали усиления, полученного путем аналитических расчетов. При проведении испытаний выключение работы арматуры не наблюдалось, происходило разрушение образцов по границе бетона и арматурной шпонки

Таким образом, вариант усиления стыков стеновых панелей крупнопанельного жилого здания серии 1-480 при коррозии закладных деталей до 30 % с помощью армированной шпонки со скобой возможен и даст положительный эффект.

Выводы. 1. На основании теоретических расчетов и численного моделирования были выполнены экспериментальные исследования работы армированных шпонок со скобой на сдвиг. Изучена совместная работа при сдвиге комплексной конструкции армированной шпонки с бетоном – распределение усилий в бетоне, деформации стыка, характер разрушения шпоночного соединения.

2. Установлено, что арматурный стык образцов, выполненный из одного стержня Ø 12 мм, воспринял максимальное усилие, равное 2,88 т, что больше усилия, равного 1,37 т в закладной детали усиления, полученного при аналитических расчетах. Таким образом несущая способность стыка стеновых панелей крупнопанельного жилого здания серии 1-480 после усиления армированной шпонкой со скобой обеспечена.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по восстановлению и усилению крупнопанельных зданий полимеррастворами. – Тбилиси : Ротапринт ТбилЗНИИЭП, 1984. – 195 с.
2. Морозов Ю. Б. Исследование прочности и деформаций горизонтальных стыков панелей / Ю. Б. Морозов, Г. Ф. Седловец // Исследование прочности и расчет конструкций многоэтажных зданий. – М. : МНИИТЭП, 1971. – 253 с.
3. Колманок А. С. Исследование прочности и устойчивости элементов внутренних

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 691.327.3

Экспериментальные исследования керамзитобетонных образцов с применением армированных шпонок / Н. Н. Махинько, Н. В. Савицкий // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Д. : ПГАСА, 2013. – № 1 – 2. – С. 43 – 47. – рис. 10. – Библиогр.: (6 назв.).

Приведены результаты испытаний керамзитобетонных образцов с применением армированных шпонок со скобой. В программном комплексе SCAD Office 11.3 смоделированы усилия, возникающие во внешних стеновых панелях крупнопанельного жилого здания серии 1-480, и сравнены с результатами экспериментальных исследований.

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

Експериментальні дослідження керамзитобетонних зразків із застосуванням армованих шпонок / М. М. Махінько, М. В. Савицький // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Д. : ПДАБА, 2013. – № 1 – 2. – С. 43 – 47. – рис. 10. – Бібліогр.: (6 назв.).

Наведено результати випробувань керамзитобетонних зразків із застосуванням армованих шпонок зі скобою. У програмному комплексі SCAD Office 11.3 змодельовано зусилля, що виникають у зовнішніх стінових панелях великопанельного житлового будинку серії 1-480, і порівняно з результатами експериментальних досліджень.

Ключові слова: керамзитобетон, армовані шпонки зі скобою, штраба, великопанельні будівлі, напружено-деформований стан.

Experimental studies with the use of lightweight aggregate concrete specimens reinforced with dowels / N. N. Machinko, N. V. Savitsky // Visnyk of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture. – D. : PSACEA, 2013. – № 1 – 2. – P. 43 – 47. – pic. 10. – Bibliogr.: (6 names).

The results of tests using aggregate concrete specimens reinforced with dowels guard using SCAD Office 11.3, were modeled forces arising in the external wall panels of large residential building series 1-480, and compared with experimental results.

Key words: claydite reinforced, keys reinforced with bar, indent, large-building, stress-strain state.