

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

DOI 10.15593/2409-5125/2016.04.09

УДК 691.42

Г.В. Сопегин, Д.Н. Сурсанов, А.Б. Пономарев

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ НА ОСЕВОЕ СЖАТИЕ

Рассмотрена методика и результаты двух натуральных испытаний стеновых панелей из керамических блоков, которые предназначены для использования в зданиях в качестве наружных ограждающих несущих конструкций. Приведено подробное описание конструкции стеновой панели, выделены основные технологические и конструктивные особенности изделия. В результате натуральных испытаний стеновых панелей по методике ГОСТ 8829–94 определены фактические значения разрушающих нагрузок при испытании изделий по прочности, фактические значения прогибов и ширины раскрытия трещин. Представлены графики зависимости относительных деформаций панели от напряжений. В ходе испытаний при максимальных нагрузках наблюдалось разрушение нижних рядов стеновой панели. При этом разрушение стеновой панели наступало в соответствии с четырьмя стадиями работы кладки. На первой стадии в кладке присутствуют напряжения, при которых отсутствуют видимые следы ее повреждения. На второй стадии в отдельных блоках появляются незначительные трещины. Третья стадия характеризуется увеличением ранее образовавшихся трещин, а также появлением новых трещин вследствие действия нагрузки. На четвертой стадии происходит разрушение кладки. Результаты испытаний были сопоставлены с требованиями ГОСТ Р 54257–2010. В ходе сравнения результатов натуральных испытаний с требованиями данного стандарта были установлены предельные значения разрушающей нагрузки, при которой возможна эксплуатация стеновых панелей.

Ключевые слова: волосяные трещины, двухкомпонентный полиуретановый клей, жесткость, керамические блоки или камни, натурные испытания, перемещение, прогиб, состояние разрушения, стеновая панель, трещиностойкость.

Стеновые керамические панели широко применяются в сборном и монолитно-каркасном домостроении для устройства наружных и внутренних стен жилых, общественных и производственных зданий. Для изготовления стеновых панелей чаще всего применяют керамические блоки или камни. Это объясняется тем, что стеновые панели из крупноформатных керамических камней или блоков имеют высокие теплотехнические характеристики, обусловленные высокой степенью пустотности (53,4 %) по сравнению с обыкновенным кирпичом [1, 2].

На одном из предприятий г. Перми открыта автоматизированная линия по производству клееных стеновых панелей из керамических блоков. Блоки соединяются между собой специально разработанным двухкомпонентным клеем на полиуретановой основе, обеспечивающим высокое качество крепления керамических блоков между собой.

Как показывает практика, несмотря на развитие численных методов, основанных на математическом моделировании, натурные испытания изделий остаются наиболее точным способом узнать характер работы конструкции под нагрузкой [3–9, 13–15].

Цель испытаний стеновых панелей заключалась в комплексной проверке обеспечения технологическими процессами производства показателей их прочности, жесткости и трещиностойкости.

Задачи испытаний включали в себя:

- 1) определение фактических значений разрушающих нагрузок по прочности;
- 2) определение прогибов панелей и сопоставление опытных значений с контрольными;
- 3) определение ширины раскрытия трещин и сопоставление опытных значений с контрольными [4].

Для проведения испытаний были изготовлены две стеновые панели одной марки НСН 8.26.38. Методика, порядок, а также результаты проведенных испытаний обработаны в соответствии с ГОСТ 8829–94.

Характеристика изделия. Испытываемая панель марки НСН 8.26.38 склеена по горизонтальным швам двухкомпонентным полиуретановым клеем на автоматической линии из крупноформат-

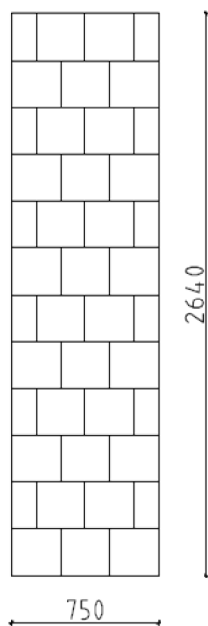


Рис. 1. Внешний вид стеновой панели

ных поризованных керамических камней толщиной 380 мм. Изготовление панели выполнялось в соответствии со стандартом организации СТО 40910396-001-2012. Внешний вид стеновой панели представлен на рис. 1. Изделие предназначено для использования в зданиях в качестве наружной стеновой несущей панели.

Средства испытаний и вспомогательные устройства. При проведении испытаний для нагружения использовалось оборудование, обеспечивающее возможность опирания конструкций и приложения к ним нагрузки по заданной схеме и позволяющее производить нагружение с погрешностью не более $\pm 5\%$ величины контрольной нагрузки.

Для опирания и нагружения панели использовался стенд, состоящий из сварной рамы, основание и стойки которой выполнены из швеллера № 40. Нагружение стенда производилось при помощи гидравлического домкрата ДУ200П300 грузоподъемностью 200 тс. Усилие от домкрата на панель передавалось через сварные распределительные балки. Измерение давления в системе производилось с помощью поверенного манометра с пределом измерений 25 МПа, ценой деления 0,1 МПа.

Для измерения перемещений применялись индикаторы часового типа по ГОСТ 577-68 с ценой деления 0,01 мм [4]. Для фиксации вертикальных перемещений в плоскости панели было установлено 8 индикаторов часового типа в верхней и нижней частях панели; для фиксации горизонтальных перемещений из плоскости панели в середине высоты панели было установлено 2 индикатора часового типа. Схема расположения индикаторов приведена на рис. 2.

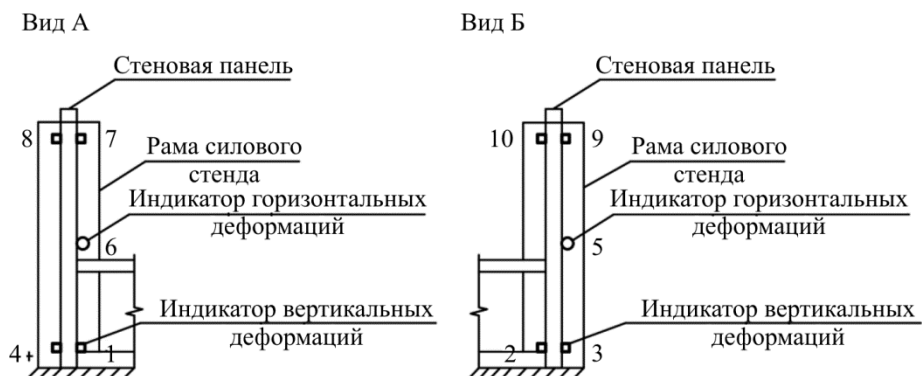


Рис. 2. Схема расположения индикаторов часового типа на испытательном стенде

При проведении испытаний появление трещин регистрировалось при помощи фотофиксации, а ширина раскрытия трещин – при помощи металлических щупов и микроскопа МПБ-2.

Сборка испытательного стенда, схемы нагружений и порядок проведения испытаний. Испытания изделий проводились в вертикальном положении, в котором они эксплуатируются в конструкциях зданий. Методика испытаний была принята в соответствии с требованиями ГОСТ 8829–94 в отношении температуры и отпусковой прочности изделия, применительно к клееной панели [10].

Для фиксации вертикальных перемещений в плоскости панели на нее устанавливались (наклеивались) опорные столики (8 шт.) из металлического уголка $50 \times 50 \times 5$ мм; деформации силовой рамы не учитывались (рис. 3).

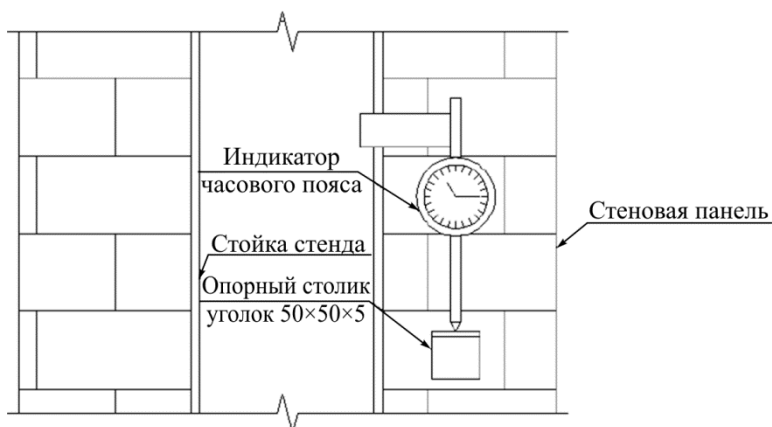


Рис. 3. Схема установки индикатора часового типа

Стойки стенда стягивались шпильками и гайками до плотного контакта упорных балок со стойками. Производилось предварительное поддомкрачивание конструкции для устранения зазоров и обжатия прокладок. После окончания поддомкрачивания были сняты деревянные клинья и установлены измерительные приборы.

В процессе испытаний регистрировались:

- значения нагрузок, при которых появлялись трещины в панелях;
- значения нагрузок и прогибы из плоскости при разрушении и характер разрушения изделий.

Нагружение проводилось ступенями после предварительного обжатия панели. Величина ступени нагружения была обусловлена технологическими особенностями применяемого оборудования и составила 3,055 тс. После приложения каждой ступени испытываемое изделие выдерживалось под нагрузкой не менее 10 мин. Подача и поддержание давления в гидравлической системе производилось при помощи ручной насосной станции.

Во время выдержки под нагрузкой осуществлялся тщательный осмотр поверхностей изделия и фиксировалась величина нагрузки, появившиеся трещины, результаты измерения прогибов панели из плоскости.

При проведении каждого из испытаний панель была доведена до разрушения. Под разрушением подразумевалась полная непригодность конструкции к эксплуатации.

Результаты проведения испытаний. В результате проведения 1-го испытания панель была доведена до разрушения. Появление первых волосяных трещин было зафиксировано при нагрузке 1,51 МПа. В процессе дальнейшего нагружения наблюдалось развитие этих и образование новых трещин. При передаче нагрузки 2,48 МПа ширина раскрытия одной из трещин достигла 1 мм, ширина раскрытия остальных трещин не превышала 0,5 мм. После этого измерительные приборы были сняты, и было произведено дальнейшее нагружение вплоть до разрушения нижних рядов панели при нагрузке около 3,47 МПа (рис. 4). При нагрузке 3,23 МПа наблюдалась максимальная ширина раскрытия трещин, равная 1,3 мм.

График зависимости относительных деформаций панели от напряжений представлен на рис. 5.



Рис. 4. Разрушение нижних рядов стеновой панели при приложении нагрузки 3,47 МПа

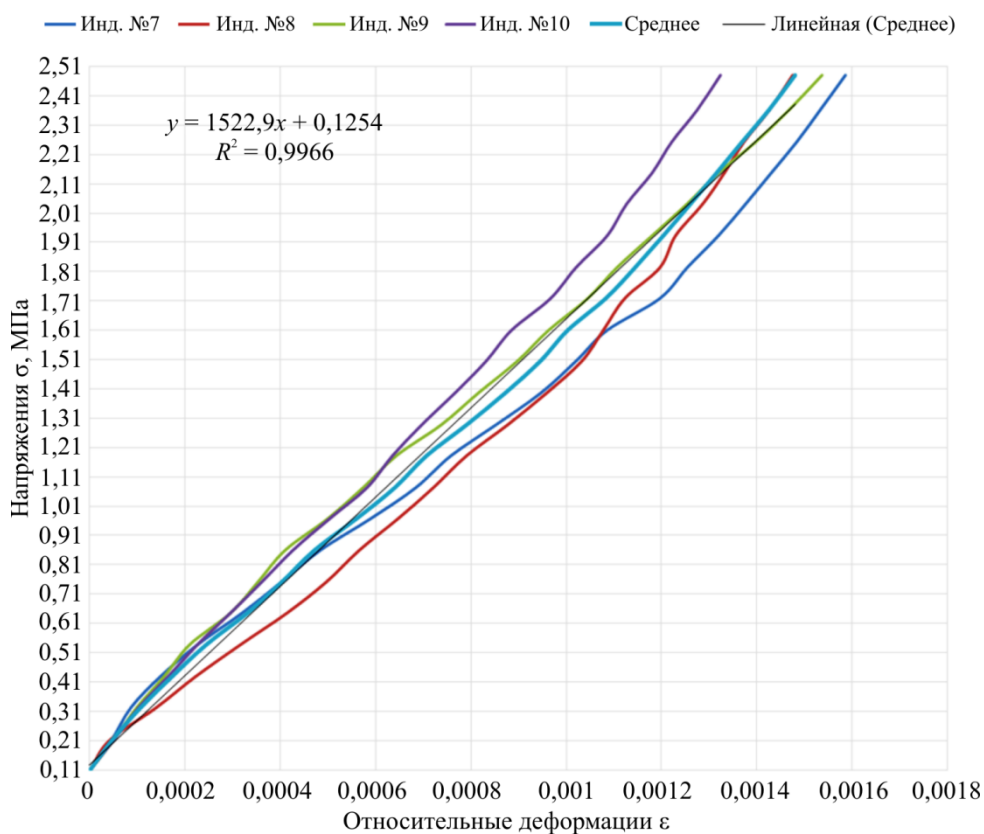


Рис. 5. Зависимость относительных деформаций панели, зафиксированных индикаторами 7–10, от напряжений при испытании № 1

В результате проведения 2-го испытания панель была также доведена до разрушения. Появление первых волосяных трещин было зафиксировано при нагрузке 0,97 МПа. В процессе дальнейшего нагружения наблюдалось развитие этих и образование новых трещин. В данном случае при передаче нагрузки 2,48 МПа был зафиксирован скол камня в нижней части панели, а также максимальная ширина раскрытия трещин – 1,5 мм (рис. 6), ширина раскрытия остальных трещин не превышала 0,7–0,8 мм. После этого измерительные приборы были сняты, и было произведено дальнейшее нагружение вплоть до разрушения нижних рядов панели при нагрузке около 2,98 МПа.



Рис. 6. Вертикальные трещины в камнях стеновой панели, ширина раскрытия до 1,5 мм

График зависимости относительных деформаций панели от напряжений приведен на рис. 7. На графике представлен дополнительный ряд данных, являющийся средним арифметическим полученных значений, по данному ряду построена линия тренда с линейной аппроксимацией.

При проведении испытания № 2 был получен большой разброс значений относительных деформаций. Это может быть связано с несовершенными условиями проведения испытаний: установкой изделия с эксцентриситетом, дефектами при изготовлении самой панели и т.п. На это же указывает и меньшая по сравнению с испытанием № 1 разрушающая нагрузка.

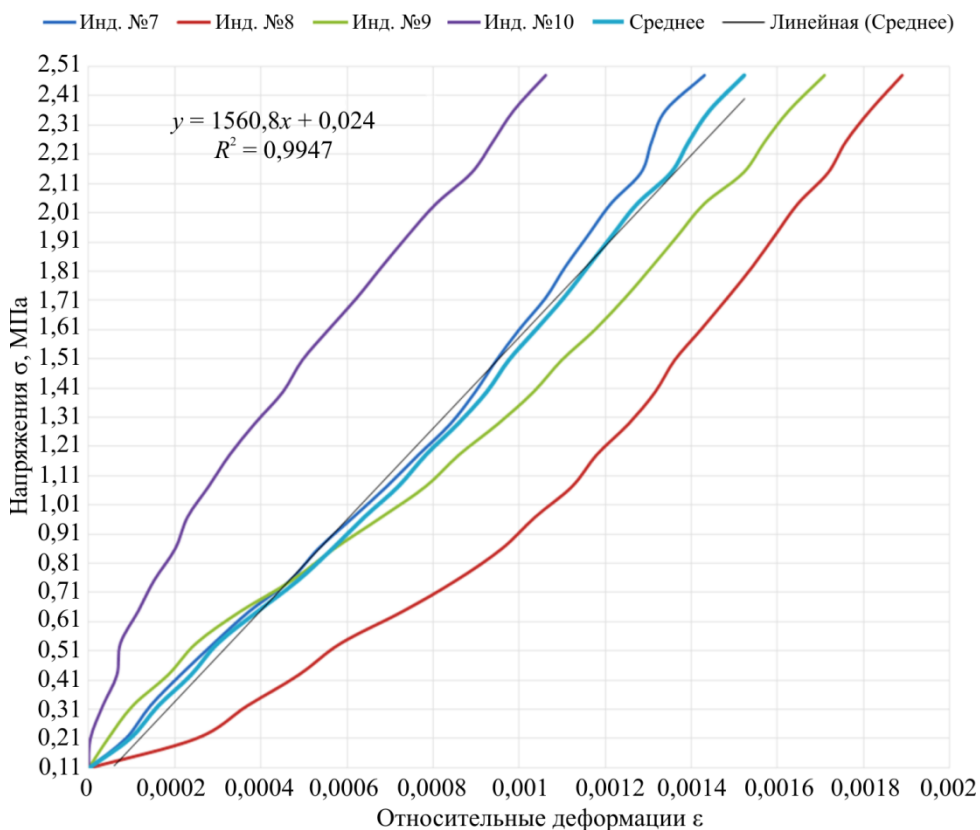


Рис. 7. Зависимость относительных деформаций панели, зафиксированных индикаторами 7–10, от напряжений при испытании № 2

Оценка результатов испытаний. Прочностные характеристики стеновой панели. По результатам 1-го испытания прочность стеновой панели на сжатие составила 3,47 МПа.

По результатам 2-го испытания прочность стеновой панели на сжатие составила 2,98 МПа.

Характер разрушений панели в испытаниях № 1 и 2 соответствует первой группе предельных состояний согласно п. 4.1.1 ГОСТ Р 54257–2010 – предельные состояния строительных объектов, превышение которых ведет к потере несущей способности строительных конструкций. К первой группе предельных состояний относятся разрушения любого характера (например, пластическое, хрупкое, усталостное). В результате испытаний наблюдалось хрупкое разрушение стеновой панели, ведущее к полной непригодности к эксплуатации конструкций. Разрушение панели

наступало в соответствии с четырьмя стадиями работы кладки [11, 12]. Первая стадия работы соответствует присутствию в кладке таких напряжений, при которых пока отсутствуют видимые следы ее повреждения. Вторая стадия работы кладки связана с появлением незначительных трещин в отдельных блоках. Рост нагрузки после образования 1-й трещины приводит как к ее увеличению, так и к возникновению новых трещин, которые, сливаясь друг с другом и с вертикальными швами, постепенно расслаивают каменную кладку на независимые вертикальные ветви, которые оказываются в условиях внецентренного воздействия нагрузки, что характеризует третью стадию работы кладки. Прекращение роста нагрузки после вступления кладки в третью стадию ее работы не останавливает развития трещин. Это развитие прогрессирует и при постоянной нагрузке, что в конце концов приводит к разрушению кладки.

Жесткостные характеристики стеновой панели. По результатам 1-го испытания значения прогибов стеновой панели из плоскости составили $-2,67$ и $0,67$ мм при передаче нагрузки $2,48$ МПа.

По результатам 2-го испытания значения прогибов стеновой панели из плоскости составили $-1,18$ и $-0,35$ мм при передаче нагрузки $2,48$ МПа.

Предельная величина прогиба стеновой панели пролетом $l = 2640$ мм в соответствии с СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» $[f] = l/200 = 13,2$ мм.

Таким образом, прогибы, зафиксированные при всех двух испытаниях, не превышают предельной величины.

Трещиностойкость стеновой панели. По результатам 1-го испытания первые волосяные трещины в камнях панели образовались при нагрузке $1,51$ МПа. Вертикальная трещина с наибольшей шириной раскрытия до $1,3$ мм образовалась при нагрузке $3,23$ МПа, ширина раскрытия остальных трещин при данной нагрузке не превышала $0,5$ мм.

По результатам 2-го испытания первые волосяные трещины в камнях панели образовались при нагрузке $0,97$ МПа. Вертикальная трещина с наибольшей шириной раскрытия до $1,5$ мм образовалась при нагрузке $2,73$ МПа, ширина раскрытия остальных трещин при данной нагрузке не превышала $0,7-0,8$ мм.

Характер разрушений панели в испытаниях № 1 и 2 соответствует второй группе предельных состояний согласно п. 4.1.1 ГОСТ Р 54257–2010 – предельные состояния, при превышении которых нарушается нормальная эксплуатация строительных конструкций, исчерпывается ресурс их долговечности или нарушаются условия комфортности. В результате испытаний наблюдались раскрытия трещин, затрудняющие нормальную эксплуатацию конструкций.

Выводы. В ходе проведения натуральных испытаний стеновых панелей НСН 8.26.38 были получены следующие результаты:

1. Прочностные характеристики на сжатие стеновых панелей находятся в интервале от 2,98 до 3,47 МПа. При этом было зафиксировано хрупкое разрушение стеновой панели, которое ведет к полной непригодности к эксплуатации конструкций.

2. Значения прогибов, характеризующие жесткостные характеристики стеновых панелей, находятся в интервале от –2,67 до 0,67 мм, что не превышает предельной величины прогиба, равной 13,2 мм, согласно СП 20.13330.2011.

3. Нагрузка, при которой образуются волосяные трещины, находится в интервале от 0,97 до 1,51 МПа; максимальная ширина раскрытия трещин, равная 1,5 мм, зафиксирована при нагрузке 2,73 МПа. В ходе испытаний было зафиксировано раскрытие трещин, затрудняющее нормальную эксплуатацию конструкций.

4. Разница в полученных результатах объясняется несовершенством условий проведения испытаний. При получении большего разброса данных по деформациям были получены более низкие результаты по трещиностойкости и прочности панели.

Библиографический список

1. О применении крупноформатных керамических поризованных многопустотных камней при возведении зданий в различных регионах, включая сейсмоопасные / А.В. Грановский, Е.Ю. Кондратьева, Г.М. Иванова, М.Н. Ефименко // Промышленное и гражданское строительство. – 2013. – № 4. – С. 52–55.

2. Грановский А.В., Берестенко Е.И. Оценка монолитности кладки стен из крупноформатных многопустотных керамических камней // Жилищное строительство. – 2013. – № 12. – С. 31–33.

3. Испытание натурального фрагмента сборно-монолитного каркаса системы АРКОС с плоскими перекрытиями / А.А. Карякин, С.А. Сонин, П.В. Попп, М.В. Алилуев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Строительство и архитектура. – 2009. – № 35(168). – С. 16–20.

4. Мордич А.И., Галкин С.Л. Результаты испытания сборно-монолитного перекрытия каркасного здания вертикальной нагрузкой [Электронный ресурс] // Строительная наука и техника. – 2011. – № 3(36). – URL: <http://bsc.by./story> (дата обращения: 15.03.2016).

5. Сурсанов Д.Н., Пономарев А.Б. Определение приведенного сопротивления теплопередаче самонесущей стеновой панели // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2015. – № 4. – С. 144–165.

6. Сурсанов Д.Н., Сазонова С.А., Пономарев А.Б. Анализ результатов натуральных испытаний шпоночного соединения на срез // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2015. – № 2. – С. 7–23.

7. Натурные испытания многопустотной плиты с фибролитовыми пустотообразователями / Д.Н. Сурсанов, С.А. Сазонова, А.Б. Пономарев, А.В. Лысков // Жилищное строительство. – 2014. – № 10. – С. 27–32.

8. Сурсанов Д.Н., Пономарев А.Б. К вопросу определения несущей способности свай, опирающихся на выветрелые скальные грунты // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2013. – № 32(51). – С. 42–48.

9. Бадалова Е.Н. Прочность по нормальному сечению железобетонных многопустотных плит перекрытий, усиленных арматурой из углеродных волокон // Вестник Полоцкого государственного университета. – 2011. – № 16. – С. 60–66.

10. Косых А.А., Сурсанов Д.Н. О необходимости применения современных методов мониторинга в строительстве // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – Т. 4. – С. 173–176.

11. Грановский А.В., Сайфулина Н.Ю., Берестенко Е.И. К вопросу о прочности кладки из крупноформатного керамического пустотелого камня при местном сжатии // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 4. – С. 21–23.

12. Сейсмостойкость стен из крупноформатных керамических поризованных (шлифованных) многопустотных камней на клеевом растворе / А.В. Грановский, Н.Ю. Сайфулина, Г.М. Иванова, М.Н. Ефименко // Промышленное и гражданское строительство. – 2013. – № 6. – С. 67–70.

13. Сурсанов Д.Н., Байдак М.А. Определение расчетного сопротивления грунта под нижним концом сваи при опирании на сильновыветрелые песчаники // Вестник гражданских инженеров. – 2015. – № 6(53). – С. 115–120.

14. Косых А.А., Сурсанов Д.Н. Проблемы мониторинга объектов культурного наследия в условиях нового строительства в соответствии с действующими нормативными документами // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2013. – № 1(9). – С. 75–88.

15. Пономарев А.Б., Безгодов М.А. Несущая способность забивных свай в слабых водонасыщенных грунтах с учетом фактора времени // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2014. – № 1. – С. 7–15.

References

1. Granovskij A.V., Kondratev E.Yu., Ivanova G.M., Efimenko M.N. O primenении krupnoformatnykh keramicheskikh porizovannykh mnogopustotnykh kamnej pri vozvedenii zdaniy v razlichnykh regionakh, vklyuchaya sejsmooopasnye [About application of large-format ceramic porous hollow stones at construction of buildings in various regions, including seismic dangerous]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2013, no. 4, pp. 52–55.
2. Granovskij A.V., Berestenko E.I. Otsenka monolitnosti kladki sten iz krupnoformatnykh mnogopustotnykh keramicheskikh kamnej [Evaluation of solidity laying walls of large-format hollow ceramic stones]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo*, 2013, no. 12, pp. 31–33.
3. Karyakin A.A., Sonin S.A., Popp P.V., Aliluev M.V. Ispytanie naturnogo fragmenta sborno-monolitnogo karkasa sistemy ARKOS s ploskimi perekrytiyami [Test-kind piece precast-monolithic frame of ARCOS with flat ceilings]. *Vestnik Uzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura*, 2009, no. 35 (168), pp. 16–20.
4. Mordich A.I., Galkin S.L. Rezul'taty ispytaniya sborno-monolitnogo perekrytiya karkasnogo zdaniya vertikal'noj nagruzkoj [The test results are prefabricated monolithic frame building overlapping vertical load]. *Stroitel'naya nauka i tekhnika*, 2011, no. 3 (36), available at: <http://bsc.by/story> (accessed 15 March 2016).
5. Sursanov D.N., Ponomarev A.B. Opredelenie privedennogo soprotivleniya teploperedache samonesushchej stenovoj paneli [Determination of the reduced thermal resistance of the self-bearing wall panels]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura*, 2015, no. 4, pp. 144–165.
6. Sursanov D.N., Sazonova S.A., Ponomarev A.B. Analiz rezul'tatov naturnykh ispytanij shponochnogo soedineniya na srez [Analysis of concrete dowel full-scale shearing tests]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura*, 2015, no. 2, pp. 7–23.
7. Sursanov D.N., Sazonova S.A., Ponomarev A.B., Lyskov A.V. Naturnye ispytaniya mnogopustotnoj plity s fibrolitovymi pustotoobrazovateliami [Full-scale tests with hollow core slabs fibrolitovyе inside core]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo*, 2014, no. 10, pp. 27–32.
8. Sursanov D.N., Ponomarev A.B. K voprosu opredeleniya nesushchej sposobnosti svaj, opirayushchikhsya na vyvetrelye skal'nye grunty [To a question of determination of the bearing ability of the piles leaning on weathered rocky soil]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura*, 2013, no. 32(51), pp. 42–48.
9. Badalova E.N. Prochnost' po normal'nomu secheniyu zhelezobetonnykh mnogopustotnykh plit perekrytij, usilennykh armaturoj iz uglerodnykh volokon [The strength of normal section of reinforced concrete hollow core slabs reinforced with carbon fiber reinforcement]. *Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2011, no. 16, pp. 60–66.
10. Kosykh A.A., Sursanov D.N. O neobkhodimosti primeneniya sovremennykh metodov monitoringa v stroitel'stve [The need for application of modern methods of monitoring in construction]. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii "Modernizatsiya i nauchnye issledovaniya v transportnom komplekse"*. Permskij natsional'nyj issledovatel'skij politekhnicheskij universitet, 2012, vol. 4, pp. 173–176.

11. Granovskij A.V. K voprosu o prochnosti kladki iz krupnoformatnogo keramicheskogo pustotelogo kamnya pri mestnom szhatii [To a question of laying durability from a large-format ceramic hollow stone at local compression]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2014, no. 4, pp. 21–23.

12. Granovskij A.V. Sejsmostojkost' sten iz krupnoformatnykh keramicheskikh porizovannykh (shlifovannykh) mnogopustotnykh kamnej na kleevom rastvore [Seismic stability of walls from large-format ceramic the porous (polished) hollow stones on glue solution]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2013, no. 6, pp. 67–70.

13. Sursanov D.N., Bajdak M.A. Opredelenie raschetnogo soprotivleniya grunta pod nizhnim kontsom svaj pri opiranii na sil'novyvetrelye peschaniki [Determination of pile tip resistance based on weathered sandstones]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*, 2015, no. 6(53), pp. 115–120.

14. Kosykh A.A., Sursanov D.N. Problemy monitoringa ob'ektov kul'turnogo naslediya v usloviyakh novogo stroitel'stva v sootvetstvii s deystvuyushchimi normativnymi dokumentami [Problems of heritage buildings monitoring in case of new constructing in compliance with the laws]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika*, 2013, no. 1(9), pp. 75–88.

15. Ponomarev A.B., Bezgodov M.A. Nesushchaya sposobnost' zabivnykh svaj v slabykh vodonasyshchennykh gruntakh s uchetom faktora vremeni [The bearing capacity of piles in soft water-saturated clayey soils considering the time factor]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura*, 2014, no. 1, pp. 7–15.

Получено 7.07.2016

G. Sopegin, D. Sursanov, A. Ponomarev

ANALYSIS OF THE RESULTS FIELD TESTS OF WALL PANELS FOR AXIAL COMPRESSION

The methods and results of two full-scale field tests of wall panels made of ceramic blocks to be used in buildings as external protected bearing structures are presented. A detailed description of the wall panel, technological and structural features of it are presented. According to the State Standard 8829-94 full-scale test methods we have gained the following parameters: actual values of ultimate loads during strength tests for wall panels, actual values of deflections and widths of cracks. Diagrams of dependences between panel relative deformations and tension are submitted. During tests at the maximum loads, the destruction of lower ranks of the wall panel was observed. The destruction of the wall panel occurred according to four stages of the laying operational life. At the first stage there is tension in the laying at which there are no visible traces of damage. At the second stage insignificant cracks appear in separate blocks. The third

stage is followed by an increase of earlier formed cracks and also an emergence of new cracks owing to the action of loading. At the fourth stage there is a destruction of the laying. The test results were compared with of the State Standard R 54257-2010 requirements. The extreme values of an ultimate load at which the operation of wall panels is still possible have been established by comparing the results of full-scale field tests with the requirements of the standard.

Keywords: hair cracks, two-component polyurethane glue, stiffness, ceramic blocks or stones, full-scale tests, displacement, deflection, condition of destruction, wall panel, crack resistance.

Сопегин Георгий Владимирович (Пермь, Россия) – бакалавр кафедры строительного инжиниринга и материаловедения, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: gosha006@yandex.ru).

Сурсанов Дмитрий Николаевич (Пермь, Россия) – старший преподаватель кафедры строительного производства и геотехники, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: sursanov@mail.ru).

Пономарев Андрей Будимирович (Пермь, Россия) – д-р техн. наук, профессор, завкафедрой строительного производства и геотехники, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: spstf@pstu.ru).

Sopegin Georgij (Perm, Russian Federation) – Student of Building Engineering and Materials Science Department, Perm National Research Polytechnic University (614990, 29 Komsomolsky prospekt, Perm, Russia, e-mail gosha006@yandex.ru).

Sursanov Dmitriy (Perm, Russian Federation) – Senior Lecturer, Building Production and Geotechnics Department, Perm National Research Polytechnic University (614990, 29 Komsomolsky prospekt, Perm, Russia, e-mail: sursanov@mail.ru).

Ponomarev Andrej (Perm, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Building Production and Geotechnics Department, Perm National Research Polytechnic University (614990, 29 Komsomolsky prospekt, Perm, Russia, e-mail: spstf@pstu.ru).