



ISSN 1993-3517 online

**МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ
МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ
METAL CONSTRUCTIONS**

2019, ТОМ 25, НОМЕР 3, 99–112
УДК 621.643.412.00124(031)

(19)-0396-1

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ЖИЛОГО КИРПИЧНОГО ЗДАНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕРАВНОМЕРНЫХ ОСАДОК

В. В. Губанов¹, А. Н. Миронов², А. В. Пчеленко, Я. А. Зикий

*ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,
2, ул. Державина, г. Макеевка, ДНР, 86123.*

E-mail: ¹ ap-r_@mail.ru, ² andreypch@mail.ru

Получена 05 августа 2019; принята 27 сентября 2019.

Аннотация. Данная работа включает в себя результаты исследования численных моделей кирпичного жилого здания, приводится описание создания аналитической объемной модели здания в программном комплексе ЛИРА-САПР 2013. Показаны особенности моделирования неравномерных осадок грунтового основания, вызванных вследствие нахождения здания на подрабатываемых территориях первой и второй группы. Проведен расчет величины перемещений основания в зависимости от длины здания и радиуса кривизны мульды сдвижения. Описано влияние неравномерных осадок на напряженно-деформируемое состояние несущих стен здания. Выполнен расчет ширины раскрытия трещин, при котором использовались данные о расположении и величине напряжений в стенах здания. В итоге выполнен анализ зависимости уровня подработки на НДС здания и условной осадки здания на процент пораженных трещинами несущих стен кирпичного здания.

Ключевые слова: здание, реконструкция, кирпичная кладка, объёмные конечные элементы, численное моделирование, фундамент, неравномерные осадки.

МОДЕЛЮВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙ ЖИТЛОВОГО ЦЕГЛЯНОГО БУДИНКУ В УМОВАХ НЕРІВНОМІРНИХ ОСІДАНЬ

В. В. Губанов¹, А. М. Миронов², А. В. Пчеленко, Я. О. Зікій

*ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»,
2, вул. Державіна, м. Макіївка, ДНР, 86123.*

E-mail: ¹ ap-r_@mail.ru, ² andreypch@mail.ru

Отримана 05 серпня 2019; прийнята 27 вересня 2019.

Анотація. Дана робота включає в себе результати чисельних досліджень моделі цегляного житлового будинку, надано опис створення аналітичної об'ємної моделі в програмному комплексі ЛИРА-САПР 2013. Показані особливості моделювання нерівномірних осідань ґрунтової основи, викликаних внаслідок перебування будівлі на підроблюваних територіях першої та другої групи. Виконано розрахунок величини переміщень основи залежно від довжини будівлі і радіуса кривизни мульди зрушення. Описано вплив нерівномірних осідань на напружено-деформований стан (НДС) несучих стін будівлі. Виконано розрахунок ширини розкриття тріщин, при якому використовувалися дані про розташування і величину напружень в стінах будівлі. В результаті виконано аналіз залежності рівня підроблюваних територій на НДС будівлі і умовного осідання будівлі на відсоток уражених тріщинами стін цегляного будинку.

Ключові слова: будівля, реконструкція, цегляна кладка, об'ємні кінцеві елементи, чисельне моделювання, фундамент, нерівномірне осідання.

MODELING OF DEFORMATIONS OF A RESIDENTIAL BRICK BUILDING IN CONDITIONS OF UNEVEN PRECIPITATION

Vadim Gubanov¹, Andrey Mironov², Alina Pchelenko, Yana Zikii

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,

2, Derzhavin Str., Makeevka, DPR, 83123.

E-mail: ¹ ap-r_@mail.ru, ² andreyexp@mail.ru

Received 05 August 2019; accepted 27 September 2019.

Abstract. This paper includes the results concerning studies of numerical models of a brick residential building. Description for creating an analytical volumetric model in the LIRA-SAPR 2013 is given. The features of modeling uneven settlement of a subsoil base caused in consequence of located building on first and second group of undermining territory are shown. The calculation of the displacement of the base as a function of the length of the building and the radius of curvature of displacement trough was made. The influence of uneven settlements on the stress-strain state of the bearing walls of a building are describe. The calculation of the width of the cracks opening was carried out using data on the location and magnitude of the settlement in the walls of the building. As a result, the analysis depending on the level part on the VAT building and conditional precipitation of the building on the percentage of affected cracks load-bearing walls of a brick building has been made.

Keywords: building, refurbishment, bricks, 3D FEM elements, numerical modeling, foundation, uneven settlement.

Формулировка проблемы

Вопрос об увеличении несущей способности существующей кирпичной кладки в жилых домах Донбасса сейчас стоит особенно остро наряду с критическим состоянием конструкций из-за ветхости, причиной разрушения становятся неравномерные осадки. Проблема заключается в том, что существует значимый объём работ по усилению кирпичных зданий и их реконструкции.

Анализ последних исследований и публикаций

Повышение надёжности зданий всегда является актуальным вопросом. Изучением дефектов зданий занимались такие авторы, как В. В. Белов, В. Т. Гроздов, А. И. Физдель [4, 5, 6]. Работы В. Н. Деркача [15] посвящены учету анизотропии каменной кладки в условиях работы ма-

териала на растяжение при раскалывании. В данных работах модель кладки рассматривается с использованием обобщенных характеристик и параметров прочности кладки на сжатие. Расчёт и устранение дефектов приведены в работах таких авторов, как В. Э. Величкин, А. И. Мураховский и др. В исследованиях Л. И. Онищика, А. В. Улыбина, С. В. Зубкова, С. В. Полякова, М. О. Павловой, Д. Н. Лозовского [11,12, 13, 14] рассмотрены вопросы прочности и декоративности каменных конструкций.

Результаты по многочисленным испытаниям и заключениям о прочностных характеристиках приведены в научно-технических отчётах ЦНИИСК им. Кучеренко [9, 10]. В нормативных документах, как ДБН В.1.1-5-2000 «Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах» [2] и ДБН В.3.2-2-2009 «Жилые здания. Реконструкция и капитальный

ремонт» [3] содержатся рекомендации по устранению тех или иных повреждений в зависимости от их источника, но отсутствуют комментарии или ссылки к проведению расчёта усиления.

При эксплуатации зданий с кирпичными стенами достаточно часто встречаются случаи, когда происходят деформации стен и создается предаварийная ситуация. Деформации стен проявляются в виде трещин и разрушений несущих межкомнатных простенков и других участков стен, в отклонениях или выпучиваниях стен по вертикали, а также в смещениях отдельных участков здания. Одной из основных причин подобных деформаций являются неравномерные осадки грунтов оснований при карстовых образованиях в грунтах, просадочных грунтах и подработках. При неравномерных осадках оснований в стенах зданий возникают растягивающие напряжения и, как следствие, в силу того, что материал стен обычно имеет малую прочность на растяжение, образуются трещины. Как показал анализ литературы, для данных явлений отсутствует количественное описание.

Цели

Исследование влияния неравномерной осадки на напряжённо-деформируемое состояние (НДС) жилого здания с помощью программного комплекса ЛИРА-САПР 2013. В соответствии с указанной целью были поставлены следующие задачи исследования:

- создание аналитической 3D модели кирпичного здания в ПК ЛИРА-САПР 2013;
- моделирование постоянных, временных и аварийных нагрузок на здание;
- анализ влияния аварийных нагрузок на НДС кирпичных стен здания.

Основной материал

Для определения усилий в несущих элементах при расчёте строительных конструкций обычно используют пластинчатые и стержневые элементы. Их использование позволяет определить внутренние усилия в элементах. Но есть большое количество задач, в которых отражена работа кирпичной кладки, где пластинчатые элементы не дают достаточное описание НДС конструкции. Программные комплексы, библиотека которых содержит и объёмные

конечные элементы в виде параллелепипедов и тетраэдров, дают возможность изучить более детально НДС кладки. В данных исследованиях используется ПК Лира-САПР 2013, библиотека которого включает стержневые, пластинчатые и объёмные конечные элементы, что позволяет решить значительный объём задач, которые стоят перед проектированием и реконструкцией.

Конструктивная схема представляет собой бескаркасное кирпичное здание с продольными несущими стенами (рис. 1 и 2). Наружные стены здания выполнены толщиной 510 мм, внутренние – 380 мм из кирпича марки М100 на растворе марки М50. Стены моделировались объёмными конечными элементами с соответствующими жесткостями. Здание трёхэтажное с подвалом и вальмовой кровлей. Высота этажа составляет 2,7 м. Цоколь выступает над грунтом на 800 мм, стены подвала выполнены из ФБС, высота подвала составляет 2,5 м, также моделировались с помощью объёмных конечных элементов. Фундаменты ленточные с подушками высотой 300 мм. Под подушками введены пластины с очень малой толщиной для задания коэффициентов жёсткости основания C_z , которые рассчитывались в соответствии с [2]. По углам здание было закреплено, это значит, что запрещались перемещения по оси X и Y, а также поворот по оси Z. Перекрытия и покрытие выполнены из многослойных плит перекрытия толщиной 220 мм – в модель задавались с характеристиками бетона плит и эквивалентной толщиной, которая составляет 117 мм. Кровля и лестницы не моделировались КЭ, но нагрузка от них рассчитана и введена в модель в виде постоянной нагрузки.

При конструировании схемы использовались различные типы КЭ. Кирпичные стены, блоки и подушки фундаментов выполнены с помощью объёмных КЭ № 34 (универсальный пространственный шестиузловой) и 36 (универсальный пространственный восьмиузловой). Плиты перекрытий, покрытий, балконные плиты моделировались плоскими КЭ № 41 (универсальный прямоугольный оболочка), 42 (универсальный треугольный оболочка) и 44 (универсальный четырёхугольный оболочка). Основание моделировалось стержнями с эквивалентной жёсткостью основания. Длина стержней составляет 0,1 м, тип КЭ 10. Данные для

расчёта, используемых жесткостей и сам расчёт проводился на основании [2].

Нагрузки на здание рассчитаны в соответствии с действующими нормативными документами [1] и были разделены на отдельные загрузки.

Загрузка № 1: собственный вес, который и включает в себя: вес кирпичных стен, вес стен подвала, вес перекрытий и покрытий, а также фундаментных блоков.

Загрузка № 2: постоянная нагрузка, включает в себя вес крыши и кровли, а также вес лестниц. На пластинчатые конечные элементы перекрытия и покрытия введена полезная нагрузка в виде покрытия полов и кирпичных перегородок. В это загрузку входит нагрузка на стены подвала в виде бокового давления грунта.

Загрузка № 3: временные полезные нагрузки, рассчитаны по нормативным документам отдельно для чердачного покрытия, жилых комнат, коридоров, лестничных клеток и балконов, введены в виде равномерно распределённой нагрузки на пластинчатые конечные элементы плит. Снеговая нагрузка рассчитана в соответствии [1].

Загрузка № 4 и 5: ветровая нагрузка. Рассчитана на главный фасад и боковой фасад отдельно.

В качестве аварийных нагрузок принято, что здание расположено на подрабатываемых территориях. Для исследования выбрана первая и вторая группа подрабатываемых территорий с радиусами кривизны 1, 3 и 7 км, соответственно.



Рисунок 1. Главный фасад здания.

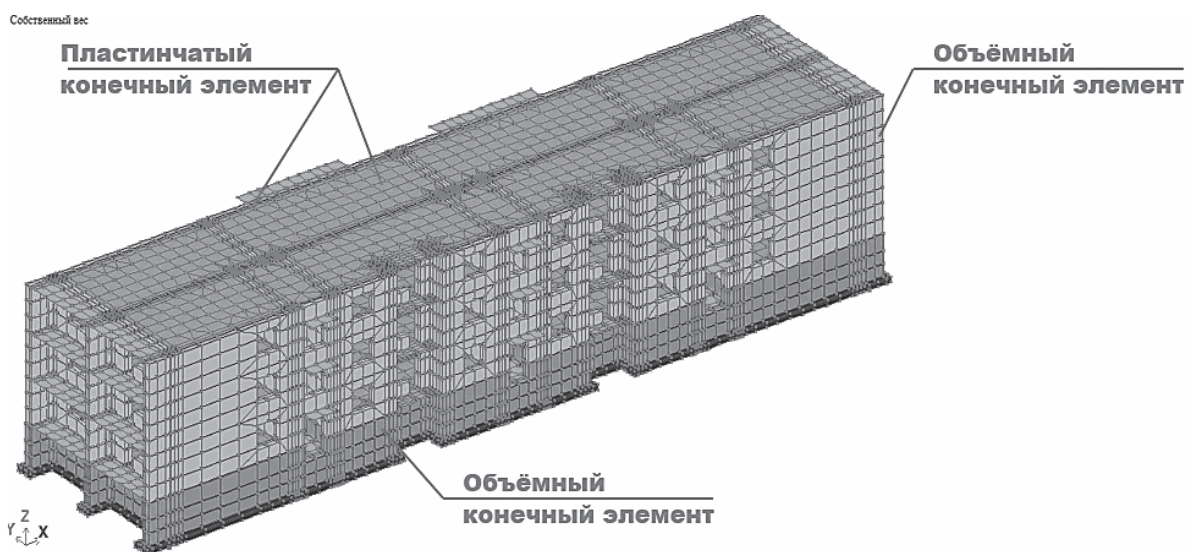


Рисунок 2. Общий вид модели здания.

Различают выпуклые и вогнутые мульды сдвижения, в соответствии с этим созданы 6 загрузок по 2 типа мульды на каждый радиус. Нагрузка моделировалась с помощью перемещений. Величина перемещений y в соответствии с [2] рассчитывается по формуле:

$$y = \frac{n_p \cdot m_p \cdot x^2}{2 \cdot R}, \quad (1)$$

где x – расстояние от точки, что располагается, до центральной оси здания или его отсека;
 R – радиус мульды сдвижения;
 n_p – коэффициент кривизны ожидаемых деформаций, равняется 1,4;
 m_p – коэффициент условий работы, зависит от длины здания, при длине здания больше 30 м, принимается равным 0,5.

Действие наклона земной поверхности на сооружение учитывается как горизонтальная нагрузка, что равняется горизонтальной составляющей вертикальной нагрузки (веса), которое возникает в результате наклона сооружения. Горизонтальную нагрузку W_i этаж здания весом G , возникает вследствие равномерного наклона i земной поверхности, определяется по формуле:

$$W_i = n_i \cdot m_i \cdot i \cdot G, \quad (2)$$

где n_i – коэффициент возможных деформаций наклона, принимается 1,2;
 m_i – коэффициент условий работы грунта при наклоне, принимается 0,7 для зданий длиной более 30 м;

i – наклон мульды сдвижения при $R=1$ км – 20 мм/м, $R=3$ км – 10 мм/м; $R=7$ км – 7 мм/м. Одновременно на здание могут действовать разные нагрузки в разных сочетаниях. Поэтому были созданы сочетания загрузок, в которые входили аварийные нагрузки. Таким образом постоянные и аварийные нагрузки вводились с коэффициентом 1, а временные и полезные с коэффициентом 0,8.

По результатам расчёта были получены распределения усилий по стенам здания (рис. 3). На основании главных напряжений σ_1 были рассчитаны размеры раскрытия трещин. Поскольку в исследовании рассматриваются укрупнённые показатели распространения трещин без детального анализа конкретных траекторий их распространения, то использовался закон Гука:

$$\Delta l = \frac{\sigma_1 \cdot l}{E}, \quad (3)$$

где Δl – ширина раскрытия трещины, мм;
 σ_1 – главные растягивающие напряжения, МПа;
 l – длина участка, где распространяется напряжение, мм;
 E_0 – начальный модуль упругости кирпичной кладки при растяжении.

$$E_0 = \alpha \cdot k \cdot R = 1\,000 \cdot 2 \cdot 1,8 = 3\,600 \text{ МПа}, \quad (4)$$

где R – расчетные сопротивления сжатию кладки 1,8 МПа;

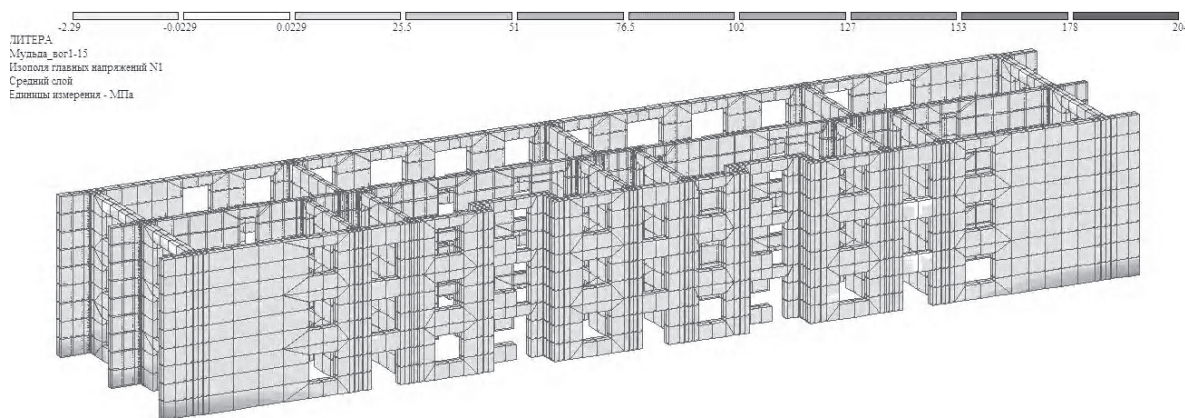


Рисунок 3. Распределение усилий по стенам здания.

k – коэффициент для стен из кирпича 2,0;
 α – упругая характеристика кладки 1 000.

Модуль упругости кладки при растяжении в соответствии с [17] определяется по формуле:

$$E = 0,8 \cdot E_0 = 0,8 \cdot 3\,600 = 2\,880 \text{ МПа}, \quad (5)$$

где 0,8 – коэффициент, который определяет деформации кладки, которая работает совместно с элементами из других материалов.

После анализа расположения изополей, а также проведения расчётов было обнаружено, что трещины располагаются в основном в нижних волокнах здания, а также в местах соединения продольных и поперечных стен.

При радиусе кривизны 7 км выпуклой мульды сдвига наблюдается наибольшее раскрытие трещин до 7 мм, которые располагаются в поперечных стенах. В продольных стенах трещины раскрываются не более, чем на 5 мм (рис. 4–

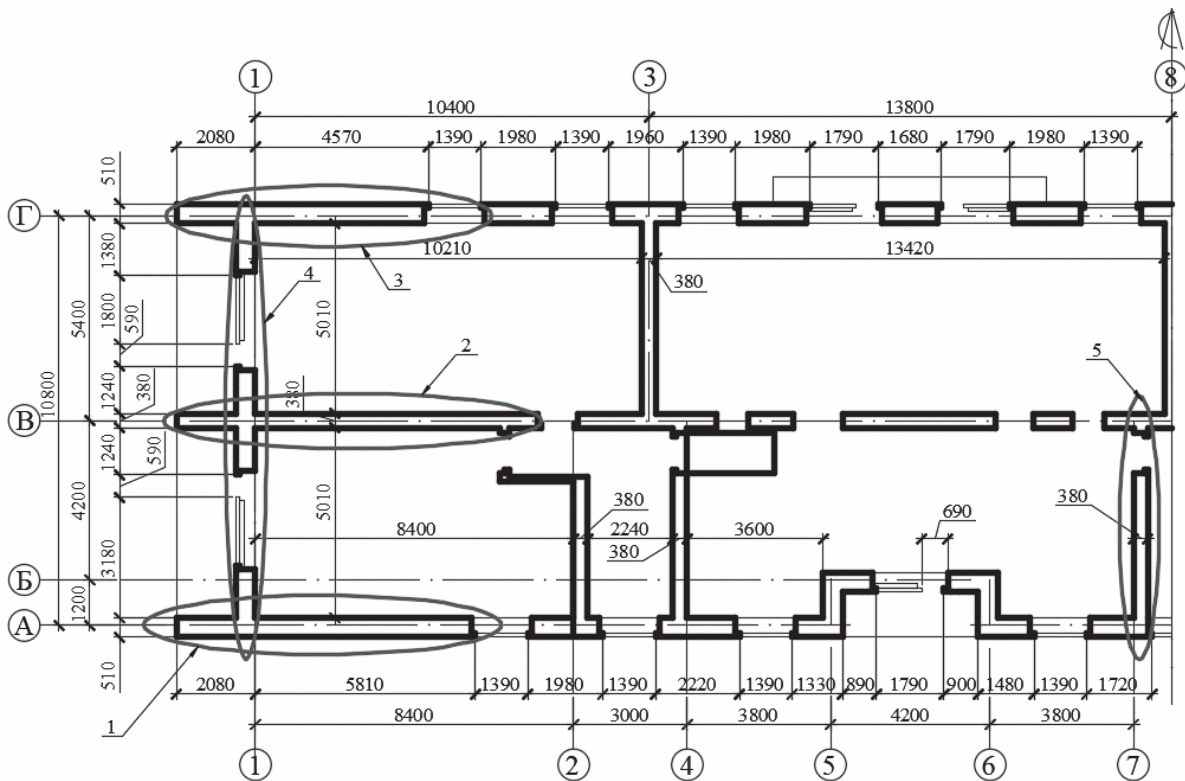
6). При радиусе 3 км расположение деформаций несколько изменяется, максимальное раскрытие трещин составляет 10 мм и наблюдается не только в поперечных, но и в продольных стенах (рис. 7). При радиусе кривизны в 1 км наблюдается раскрытие трещин в размере более 3 см (рис. 8).

Результаты выполненных расчетов систематизированы на рис. 9–11, где показано максимальное раскрытие трещин по участкам в зависимости от кривизны мульды сдвига и площади повреждения стен.

Выводы

По результатам численных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Ширина раскрытия трещин с уменьшением радиуса мульды сдвига от 7 до 1 км увеличивается в 4,2 раза, при этом площадь стен,



Рисинк 4. Расположение деформаций кирпичной кладки здания.

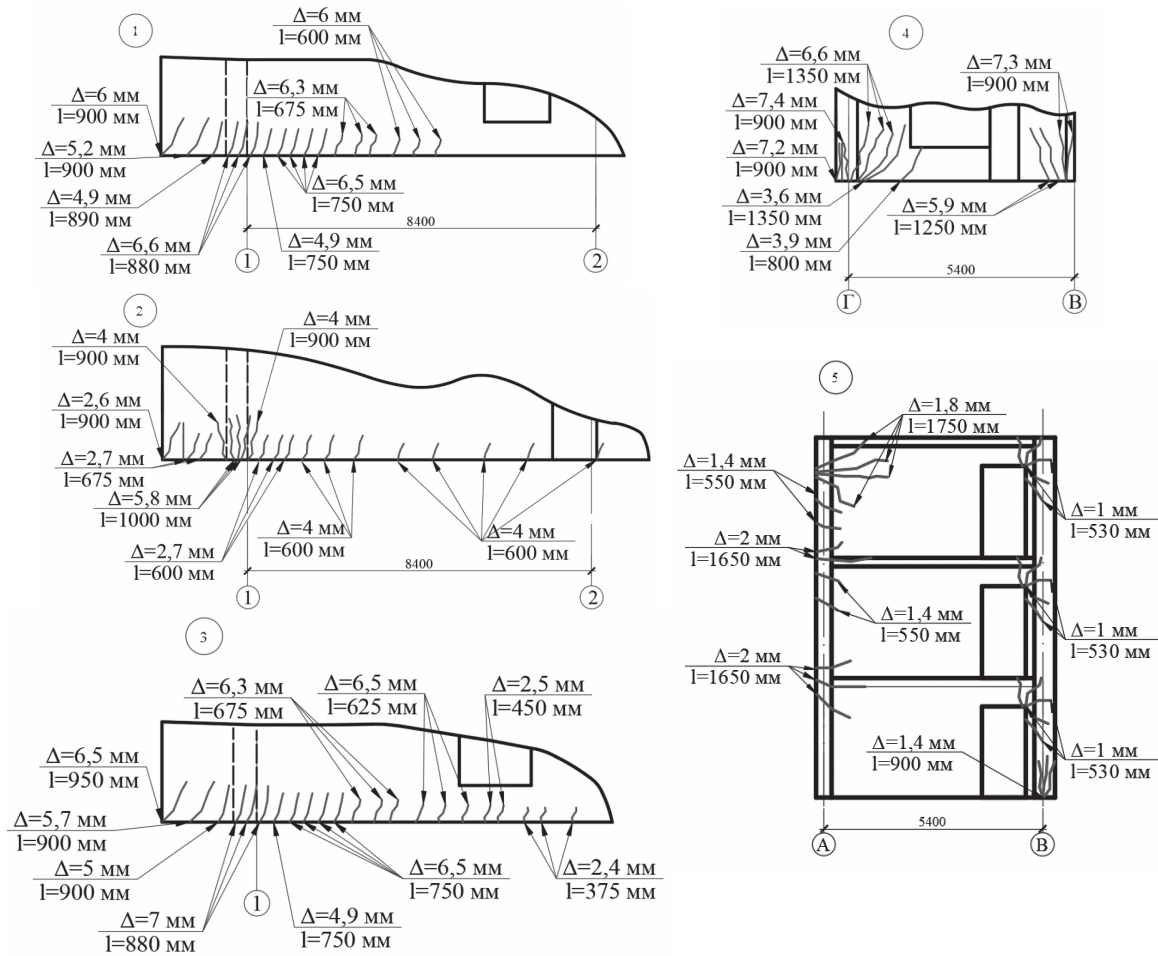


Рисунок 5. Узлы (рис. 4).

поражённых трещинами, увеличилась с 19,8 до 31,3 % в процессе увеличения неравномерных осадок.

2. Данные результаты являются необходимыми для прогнозирования изменения технического состояния зданий на подрабатываемых территориях и планирования мероприятий по их техническому обслуживанию.

3. Полученные данные позволяют в дальнейшем выполнить сравнительную оценку эффективности мероприятий по выполнению усиления кирпичных стен и оснований для зданий, работающих в условиях неравномерных осадок оснований.

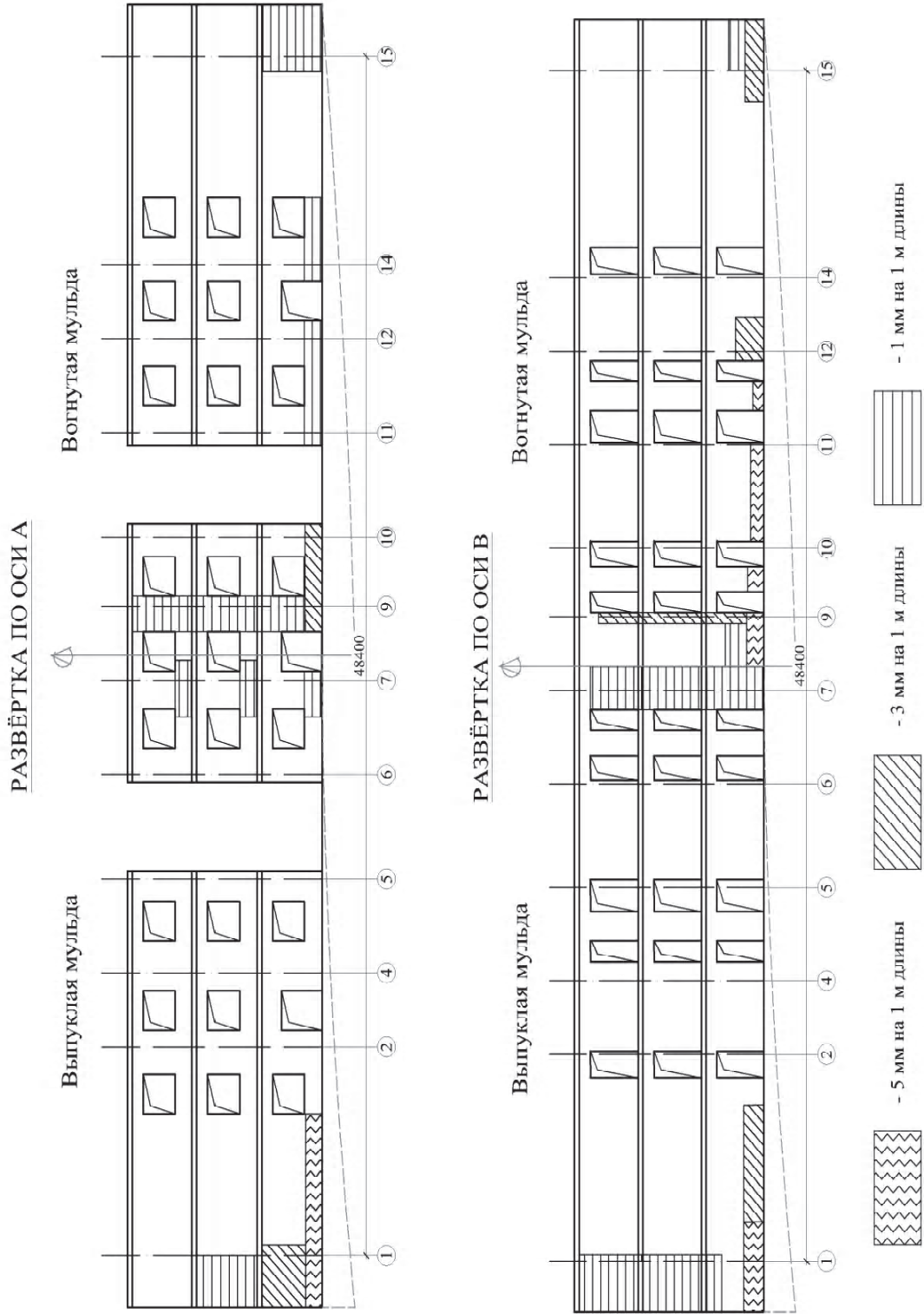


Рисунок 6. Зоны расположения и средняя ширина раскрытия трещин при неравномерных осадках (радиус 7 км).



Рисунок 7. Деформации кирпичной кладки при неравномерных осадках (радиус 3 км).



Рисунок 8. Деформации кирпичной кладки при неравномерных осадках (радиус 1 км).

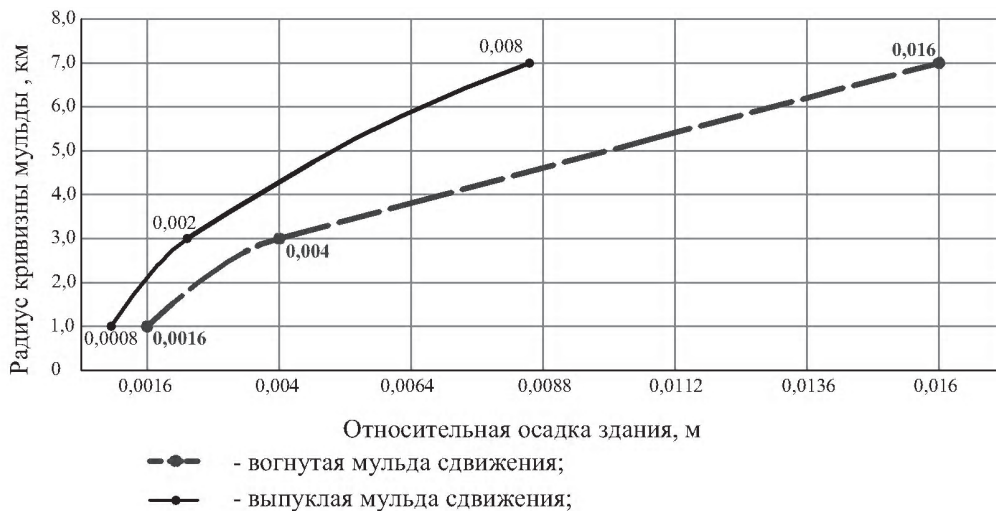


Рисунок 9. Зависимость относительной осадки здания от радиуса кривизны муьды сдвижения.



Рисунок 10. Зависимость величины раскрытия трещин от относительной осадки здания.

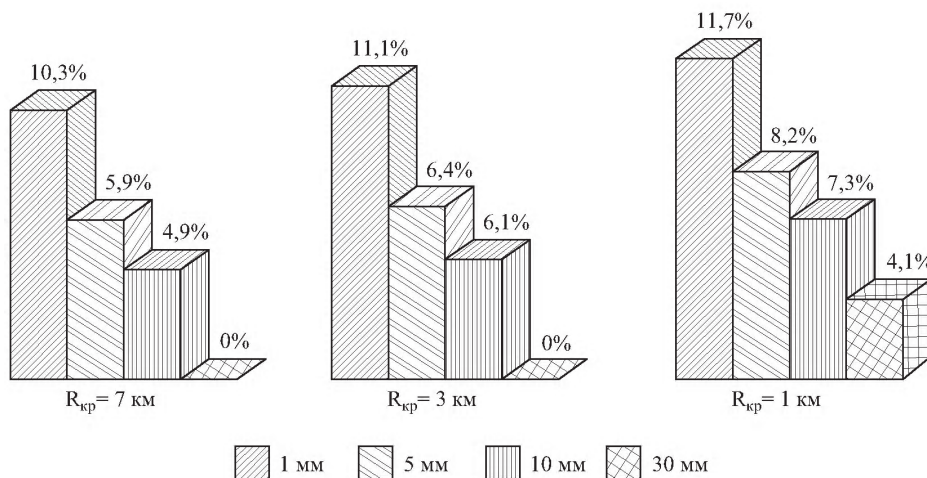


Рисунок 11. Зависимость площади стен с трещинами разной величины раскрытия от радиуса кривизны муьды сдвижения.

Литература

1. ДБН В.1.22:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування [Текст]. – Замість СНиП 2.01.0785 ; надано чинності 2007-01-01. – К. : Мінбуд України, 2006. – 61 с.
2. ДБН В.1.152000. Будинки та споруди на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах. Частина 2. Будинки і споруди на просідаючих ґрунтах [Текст]. – Замість СНиП 2.01.0991 (в частині вимог до проектування на просідаючих ґрунтах), РСН 29778; РСН 34086; РСН 23288; РСН 349-88; надано чинності 2000-07-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2000. – 84 с.
3. ДБН В.3.2-2-2009. Житлові будинки. Реконструкція та капітальний ремонт [Текст]. – Замість ВСН 61-89(р); надано чинності 2010-01-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 17с.
4. Белов, В. В. Экспертиза и технология усиления каменных конструкций [Текст] / В. В. Белов, В. Н. Деркач // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 7. С. 14–20.
5. Гроздов, В. Т. Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений [Текст] / В. Т. Гроздов. – СПб. : Издательский Дом KN+, 2001. – 140 с.
6. Физдель, А. И. Дефекты в конструкциях и сооружениях и методы их устранения [Текст] / А. И. Физдель. – М. : Стройиздат, 1978. – 160 с.
7. Леденёв, В. В. Анализ причин аварий зданий и пути повышения надёжности [Текст] / В. В. Леденёв, В. Г. Однолько // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2012. Т. 18, № 2. С. 449–457.
8. Коновалов, П. А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий [Текст] / П. А. Коновалов, В. П. Коновалов. – М. : АСВ, 2011. – 384 с.
9. Экспериментальные исследования прочности и деформативности кирпичных стен и стен из ячеистого бетона, усиленного материалами фирмы BASF [Текст] : научно-технический отчет / В. А. Кучеренко. – М. : ЦНИИСК им. Кучеренко 2010. – 183 с.
10. Рекомендации по обследованию и оценке технического состояния крупнопанельных и каменных зданий [Текст] / ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко. – М. : ЦНИИСК им. Кучеренко, 1988. – 140 с.
11. Онищик, Л. И. Прочность и устойчивость каменных конструкций [Текст] / Л. И. Онищик. – М.-Л. : Главредстройлит, 1937. – 208 с.
12. Улыбин, А. В. О методах контроля прочности керамического кирпича при обследовании зданий и сооружений [Текст] / А. В. Улыбин, С. В. Зубков // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 3. С. 29–34.
13. Лазовский, Д. Н. Проектирование реконструкции зданий и сооружений [Текст] : учебно-методический комплекс. В 3 ч. / Д. Н. Лазовский. – Новополюцк : ПГУ, 2010. – Ч. 2, 340 с.

References

1. DBN V.1.22:2006. State building codes. System for ensuring the reliability and safety of construction projects. Loads and impacts. Design standards [Text]. Kyiv : Ministry of Regional Development of Ukraine. 2006. 61 p. (in Ukrainian)
2. DBN V.1.152000. State building codes. Buildings and structures in the developed areas and subsidence soils. Part 2. Buildings and structures on subsiding soils [Text]. Kyiv : Ministry of Regional Development of Ukraine. 2000. 84 p. (in Ukrainian)
3. DBN V.3.2-2-2009. State building codes. Residential buildings. Reconstruction and overhaul [Text]. Kyiv : Ministry of Regional Development of Ukraine. 2009. 17 p. (in Ukrainian)
4. Belov, V. V., Derkach, V. N. Examination and technology for strengthening stone structures [Text]. In: *Civil Engineering Journal*. 2010, № 7, P. 14–20. (in Russian)
5. Grozdov, V. T. Technical inspection of building structures of buildings and structures [Text]. St. Petersburg : Publishing House KN+. 2001. 140 p. (in Russian)
6. Fizdel, A. I., Defects in structures and construction and methods for their elimination [Text]. Moscow : Stroizdat. 1978. 160 p. (in Russian)
7. Ledenev, V. V.; Odnolko, V. G. Analysis of the causes of building accidents and ways to improve reliability [Text]. In: *Bulletin of the Tambov State Technical Universit.* 2012. Volume 18, № 2, P. 449–457. (in Russian)
8. Konovalov, P. A.; Konovalov, V. P. Foundations and foundations of reconstructed buildings [Text]. Moscow: ACB. 2011. 384 p. (in Russian)
9. Kucherenko, V. A. Experimental studies of the strength and deformability of brick walls and walls made of cellular concrete reinforced with BASF materials: scientific and technical report [Text]. Moscow : V. A. Kucherenko CSRIBS. 2010. 183 p. (in Russian)
10. Recommendations for the examination and assessment of the technical condition of large-panel and stone buildings [Text]. Moscow : V. A. Kucherenko CSRIBS. 1988. 40 p. (in Russian)
11. Onishchik, L. I. Strength and stability of stone structures [Text]. M.-L. : Glavredstroilit. 1937. 208 p. (in Russian)
12. Ulybin, A. V.; Zubkov, S. V. On methods for controlling the strength of ceramic bricks during the inspection of buildings and structures [Text]. In: *Civil Engineering Journal*. 2012. № 3. P. 29–34. (in Russian)
13. Lazovsky, D. N. Design of reconstruction of buildings and structures: Training and methodology complex [Text]. In 3 parts. Novopolotsk : CCP. 2010. P. 2, 340 p. (in Russian)
14. Pavlova, M. O. Repair and strengthening of stone structures: innovative methods [Text]. In: *Building profile*. 2009. № 8-09. P. 29–31. (in Russian)

14. Павлова, М. О. Ремонт и усиление каменных конструкций: инновационные методы [Текст] / М. О. Павлова // Строительный профиль. 2009. № 8-09. С. 29–31.
15. Деркач, В. Н. Анизотропия прочности каменной кладки на растяжение при раскалывании [Текст] / В. Н. Деркач // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Наука и образование. 2012. № 2–2(147). С. 259–265.
16. Malyszko, L. Modelowanie zniszczenia w konstrukcjach murowych z uwzględnieniem anizotropii [Text] / L. Malyszko. – Olsztyn : UWM, 2005. – 157 p.
17. ДБН В.2.6-162:2010. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення [Текст]. – Замість СНиП II-22-81 ; надано чинності 2011-01-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 107 с.
15. Derkach, V. N. Anisotropy of masonry tensile strength during cracking [Text]. In: *Scientific and technical statements CPbGPU. Science and education*. 2012. № 2–2(147). P. 259–265. (in Russian)
16. Malyszko, L. Modeling of damage in masonry constructions taking into account anisotropy [Text]. – Olsztyn : UWM, 2005. – 157 p. (in Polish)
17. ДБН В.2.6-162:2010. Stone and armored constructions. Fundamentals [Text]. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine. 2011. 107 p. (in Ukrainian)

Губанов Вадим Викторович – доктор технических наук, профессор кафедры металлических конструкций и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Член международной организации «Институт гражданских инженеров». Научные интересы: теория обслуживания конструкций, действительная работа и техническая диагностика стальных высотных сооружений.

Миронов Андрей Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры металлических конструкций и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: усталостная прочность, концентрация напряжений в узлах ферм, напряженно-деформированное состояние сталежелезобетонных конструкций.

Пчеленко Ангелина Викторовна – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: техническая эксплуатация и численное моделирование зданий.

Зикий Яна Александровна – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: техническая эксплуатация и численное моделирование зданий.

Губанов Вадим Викторович – доктор технічних наук, професор кафедри металевих конструкцій і споруд ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Член міжнародної організації «Інститут цивільних інженерів». Наукові інтереси: теорія обслуговування конструкцій, дійсна робота і технічне діагностування сталевих висотних споруд.

Миронов Андрій Миколайович – кандидат технічних наук, доцент кафедри металевих конструкцій і споруд ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: втомна міцність, концентрація напружень у вузлах ферм, напружено-деформований стан сталезалізобетонних конструкцій.

Пчеленко Ангеліна Вікторівна – магістрант ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: технічна експлуатація і чисельне моделювання будівель.

Зікій Яна Олександрівна – магістрант ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: технічна експлуатація і чисельне моделювання будівель.

Gubanov Vadim – D. Sc. (Eng.), Professor, Metal Structure and Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. A member of the international organization «Institute of Civil Engineer». Scientific interests: theory of structural maintenance, behavior and refurbishment of high-rise steelworks.

Mironov Andrey – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Metal Structure and Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: fatigue strength, stress concentration in truss joints, stress state of steel-concrete structures.

Pchelenko Alina – Master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: maintenance and numerical modeling of building.

Zikii Yana – Master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: maintenance and numerical modeling of building.