

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЧИН ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ В СТЕНАХ ТРЕХЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

Н.И. Орлова, О.В. Калинин

Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Златоусте

Приведены результаты изучения причин трещинообразования в трехэтажном жилом здании в г. Златоусте.

Для выяснения причин появления трещин в стенах здания потребовалось проведение инженерно-геологических изысканий. По результатам изысканий определены грунты, залегающие в активной зоне основания, выявлены линзы техногенной «верховодки», выполнены необходимые расчеты по определению показателей физико-механических свойств грунтов, подготовлены графические иллюстрации.

Показано, что фундаменты здания опираются на разносжимаемые грунты, относящиеся к техногенному и делювиальному генетическим типам, в частности фундаменты наружных стен – на природный грунт (суглинок твердый dQ), а фундамент внутренних стен – на насыпные грунты, классифицирующиеся как свалка отходов производства (шлак, известь).

Ключевые слова: Златоуст, трехэтажное жилое здание, трещинообразование, инженерно-геологические изыскания, шурфы и скважины, фундаменты наружных и внутренних стен, грунты природные делювиального генетического типа, грунты техногенные.

Здание на улице имени Степана Разина в г. Златоусте построено в 70-е годы XX века. Проектные и строительные работы не имели инженерно-геологического обоснования. Здание трехэтажное, с одним подъездом. На каждом этаже по четыре квартиры, всего двенадцать квартир. Общий вид здания приведен на рис. 1. Наружные стены из шлакоблоков с облицовкой силикатным серым кирпичом, со вставками из керамического красного кирпича. Внутренние стены и перегородки кирпичные и из шлакоблоков. Несущими служат продольные стены. Междуэтажные перекрытия – железобетонные плиты длиной 6 метров. Техническое подполье и подвал отсутствуют. Вводы инженерных сетей осуществлены в прямки.

Фундамент здания ленточный, без видимых трещин, бетонный заливной, верхняя часть выполнена в опалубке, нижняя – без опалубки. Некоторые особенности фундамента вскрыты в шурфах № 5, 6. Местоположение шурфов показано на схеме расположения выработок (рис. 2). В шурфе № 5 в конструкции фундамента слой природного камня (кварцит, гранито-гнейс) с пустотами между ними. В шурфе № 6 нижняя часть фундамента бутобетонная из природного камня (гранито-гнейс), а в верхней части имеется ниша. Через пустоты к подошве фундамента беспрепятственно могут проникать талые, дождевые воды, а также утечки из подземных водонесущих коммуникаций.



Рис. 1. Общий вид жилого здания с юго-запада



Рис. 2. Схема расположения выработок

По свидетельству жильцов уже в первые годы эксплуатации здания на внутренних стенах лестничной клетки появились трещины. После косметических ремонтов они проявлялись вновь и вновь. На внутренних стенах лестничной клетки образовались сквозные трещины под опорами площадок. Трещины тянутся в диагональном и горизонтальном направлениях вдоль всего лестничного марша до дверных проемов квартир. Раскрытие трещин составляет от 1 мм до 10 мм. Трещины затухающие по длине. Максимальная ширина трещин отмечена вблизи дверных проемов. Наиболее характерные из всех выявленных трещин показаны на рис. 3–9.

Более крупные трещины до 30–50 мм единичны. В тамбуре, слева, в нижней части стены у пола (рис. 7) на стыке наружной и внутренней стен образовалась первая крупная трещина. Вторая – справа от входа, между шлакоблоками (рис. 8).

Выявлена сквозная трещина во внутренней стене, разделяющей тамбур и кухню квартиры № 1 (рис. 9). По филёнке, разорванной трещиной, чётко видно направление перемещения, произошедшее в результате неравномерной осадки.

В квартире № 1 эта трещина после очередного косметического ремонта вновь раскрылась до 1 мм.

В январе – феврале 2000 года для выяснения причин трещинообразования пришлось выполнить инженерно-геологические изыскания. Отметим еще раз, что они были проведены впервые на площадке здания, так как перед проектированием и строительством эти работы в нарушение норм и правил [1, 6] не проводились. В ходе инженерно-геологических изысканий были пройдены инженерно-геологические выработки (скважины и шурфы, скважина–шурф), проведены отбор проб грунта ненарушенной (монолитов) и нарушенной структуры, лабораторные испытания, а также камеральные работы [3–5, 7–9, 16]. Три шурфа № 4–6 расположены снаружи у внешних стен здания, а шурф-скважина № 3 – внутри квартиры № 1, для чего был частично вскрыт пол кухни. До глубины 2,5 метра пройден шурф вручную, без крепления, затем с его забоя шнеком пройдена скважина глубиной 1,6 метра. Общая глубина шурфа – скважины № 3 достигла 4,1 метра от поверхности земли под полом. Местоположение скважин и шур-



Рис. 3. Трещины слева и выше входной двери квартиры № 1



Рис. 4. Трещины вдоль лестничного марша слева от квартиры № 1

фов, скважины-шурфа, линия инженерно-геологического разреза приведены на рис. 2.

Получены следующие сведения об инженерно-геологических условиях эксплуатируемого жилого здания [16]:

- в геологическом строении в пределах активной зоны принимают участие делювиальные [11] отложения, перекрытые с поверхности техногенными (насыпными) [4, 10, 11] грунтами. Инженерно-геологический разрез по линии 1–1' приведен на рис. 10;

- в кровле делювиального грунта имеется искусственная выемка глубиной 4,1 м, заполненная насыпными грунтами;

- основанием фундаментов внешних стен является природный грунт – суглинок твердый делювиальный dQ;

- по данным скважины-шурфа № 3 основанием фундаментов внутренних стен являются насыпные грунты мягко- и текучепластичного со-

стояния, представляющие собой свалку [10] разложившегося металлургического шлака с известью;

- подземные воды локального распространения, классифицируются как «верховодка» [11, 13];

- первая линза «верховодки» под фундаментами внутренних стен в интервале 3,3–4,0 м сформировалась за счет утечек из труб санузла и кухни квартиры № 1;

- вторая линза «верховодки» сформировалась у подошвы насыпного грунта обратной засыпки за счет утечек из подземных водонесущих коммуникаций (теплотрассы, канализации), инфильтрации талых и дождевых вод при отсутствии водоперехватывающих и отводящих канав со стороны склона;

- в химическом составе подземной воды повышенное содержание нитратов, нитритов;

- физико-механические свойства грунтов характеризуются значениями показателей, приведенными в табличной форме (см. таблицу) [8, 9].



Рис. 5. Трещина справа от квартиры № 4



Рис. 6. Ширина трещины справа от квартиры № 4



Рис. 7. Трещина в тамбуре, слева, на стыке наружной и внутренней стен



Рис. 8. Трещина справа от входа в здание

После завершения комплекса инженерно-геологических изысканий установлены следующие причины деформации здания [16]:

- наличие специфических насыпных грунтов разновидности «а», «б», которые оказались несущим слоем для фундаментов внутренних стен. Наличие подобных насыпных грунтов в основании фундамента категорически не допускается [6, 9];

- техногенное замачивание насыпных грунтов, в результате которого они приобрели состояние от мягко- до текучепластичного;

- неравномерная осадка грунтов под наружными и внутренними стенами здания, обусловленная разной сжимаемостью [4, 6] природного грунта твердого состояния и техногенных грунтов от мягко- до текучепластичного состояния.

Вне всякого сомнения, деформаций здания можно было избежать, если бы до начала проектирования и строительства согласно требованиям строительных правил [6] были выполнены инженерно-геологические изыскания на площадке здания. В этом случае своевременно определили бы мощность насыпных грунтов, их состав, свойства. В соответствии с требованиями строительных правил выемку необходимо было расчистить от насыпных грунтов, представляющих собой свалку



Рис. 9. Сквозная трещина на внутренней стене, разделяющей тамбур и квартиру № 1

шлака с известью, и заполнить малосжимаемым грунтом, послойно, с трамбованием [6, 9, 10].

Общероссийский общественный фонд «Центр качества строительства» при анализе аварий зданий и сооружений на территории Российской Федерации [15] подчеркивает, что отсутствие контроля при строительстве со стороны заказчика часто приводит к возникновению аварийных ситуаций. Случай с трехэтажным жилым зданием на ул. им. Степана Разина в г. Златоусте – наглядное тому подтверждение. И только применение на обязательной основе национальных стандартов и сво-

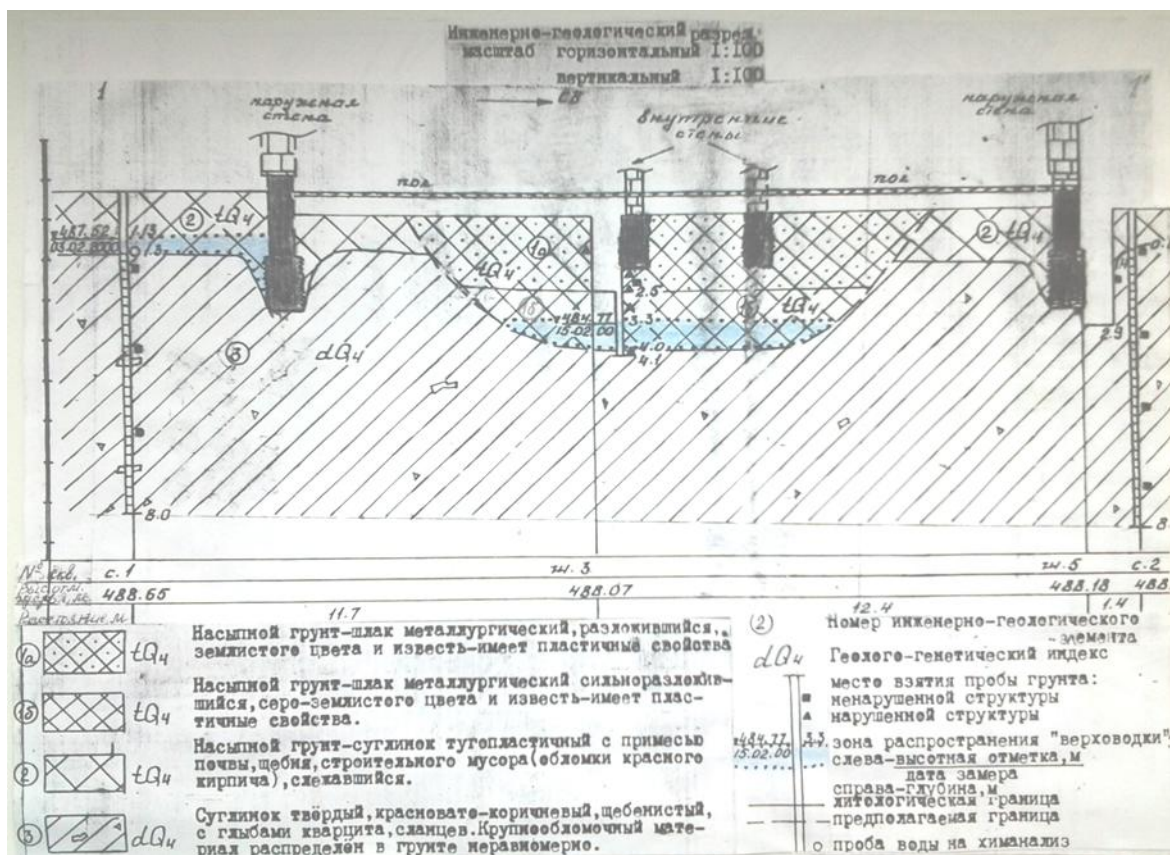


Рис. 10. Инженерно-геологический разрез по линии 1–1’

Свойства грунтов основания

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения для			
		Насыпной грунт ИГЭ №1а	Насыпной грунт ИГЭ № 1б	Насыпной грунт ИГЭ № 2	Суглинок твердый ИГЭ № 3
Плотность ρ ρ_I ρ_{II}	г/см ³	1,85	1,9	1,95	2,02 2,04
Число пластичности	%	9	11	12	12
Показатель текучести		0,71	0,80	0,27	-0,11
Коэффициент пористости					0,626
Коэффициент водонасыщения					0,905
Удельное сцепление C_I C_{II}	кПа				26 29
Угол внутреннего трения φ_I φ_{II}	градус				21 22
Коэффициент сжимаемости	1/МПа	0,48			0,21
Модуль общей деформации	МПа				14

дов правил [3–9], утвержденных Правительством Российской Федерации, обеспечивает соблюдение требований Технического регламента о безопасности зданий и сооружений [2].

Таким образом, в результате работы выявлено, что основной причиной трещинообразования трехэтажного жилого здания явилось невыполнение статьи 47 Градостроительного Кодекса [1] – «Инженерные изыскания выполняются для подго-

товки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства. Не допускаются подготовка и реализация проектной документации без выполнения соответствующих инженерных изысканий», а также положений СП [5], в частности пункта 4.8 – «Проектирование оснований без соответствующего инженерно-геологического обоснования или при его недостаточности не допускается».

Литература

1. Градостроительный Кодекс Российской Федерации (№ 190-ФЗ от 29.12.2004 г.).

2. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (№ 384-ФЗ от 30.12.2009 г.).

3. ГОСТ 12071–2000. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов. – М.: ГУП ЦПП Госстрой России, 2001.

4. ГОСТ 25100–2011. Грунты. Классификация. – М.: Госстрой России, 2011.

5. ГОСТ 30416–2010. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения. – М.: Госстрой России, 2011.

6. СП 22.13330.2011 (актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений). – М.: Изд-во стандартов, 2011.

7. СП 47.13330.2012 (актуализированная редакция СНиП 11–02–96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения). – М.: Изд-во стандартов, 2012.

8. СП 11–105–97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Ч. I. Общие правила производства работ. – М., 1998.

9. СП 11–105–97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Ч. III. Правила

производства работ в районах распространения специфических грунтов. – М., 2000.

10. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83*). – М.: Стройиздат, 1986.

11. Ананьев, В.П. Инженерная геология: учеб. для вузов по строит. специальностям / В.П. Ананьев, А.Д. Потапов. – 6-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2009.

12. Механика грунтов, основания и фундаменты / под ред. С.Б. Ухова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2002.

13. Далматов, Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты / Б.И. Далматов. – СПб.: Стройиздат, 1998.

14. Грунтоведение / под ред. В.Т. Трофимова. 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Моск. ун-та: Изд-во «Наука», 2005.

15. Аварии зданий и сооружений на территории Российской Федерации в 2003 году. – М.: Общероссийский общественный фонд «Центр качества строительства», 2004.

16. Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий на объекте «Жилой дом № 126 по ул. Степана Разина в г. Златоуст». – Златоуст, 2000.

Орлова Нина Ивановна, доцент, кафедра «Промышленное и гражданское строительство», Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Златоусте, nina_orlusha@mail.ru

Калинин Олег Викторович, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Промышленное и гражданское строительство», Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Златоусте, oleg.kalin2011@yandex.ru

Поступила в редакцию 3 октября 2016 г.

DOI: 10.14529/build160403

THE STUDY ON THE CAUSES OF CRACKS IN WALLS OF THREE-STOUREY RESIDENTIAL BUILDING

N.I. Orlova, nina_orlusha@mail.ru

O.V. Kalinin, oleg.kalin2011@yandex.ru

South Ural State University, branch in Zlatoust, Russian Federation

The article presents the results of a study on the causes of cracks in a three-storey residential building in Zlatoust. The soil investigation is carried out to determine the causes of cracking in building walls. The soils occurred in the active zone of the base are identified. The lenses of man-made “perched water” are revealed. The necessary calculations for determining the parameters of physical and chemical properties of soils are made. The graphic illustrations are given. It is shown that building foundations are based on different compressible soils, classified as technogenic and deluvial genetic types.

Keywords: Zlatoust, three-storey residential building, crack formation, soil investigation, boreholes and wells, foundations of exterior and internal walls, natural soils of deluvial genetic types, man-made soils.

References

1. *The Town-Planning Code Of The Russian Federation* (No. 190–FZ of 29.12.2004 g.). (in Russ.).
2. *Technical Regulations on Safety of Buildings and Structures* (No. 384–FZ of 30.12.2009 g.). (in Russ.).
3. GOST 12071–2000. [Soils. Selection, Packaging, Transport and Storage of samples]. Moscow, GUP TsPP Gosstroy Rossii Publ., 2001. (in Russ.).
4. GOST 25100–2011. [Soils. Classification]. Moscow, Gosstroy Rossii Publ., 2011. (in Russ.).
5. GOST 30416–2010. [Soils. Laboratory tests. General Provisions]. Moscow, Gosstroy Rossii Publ., 2011. (in Russ.).
6. SP 22.13330.2011 (Aktualizirovannaya redaktsiya SNIp 2.02.01-83*) [The Grounds and Buildings Construction]. Moscow, Standartinform Publ., 2011. (in Russ.).
7. SP 47.13330.2012 (Aktualizirovannaya redaktsiya SNIp 11–02–96) [Engineering surveys for construction. The main provisions of the]. Moscow, Standartinform Publ., 2012. (in Russ.).
8. SP 11–105–97 [Engineering-geological surveys for construction. Part I. General rules of manufacture of works]. Moscow, 1998. (in Russ.).
9. SP 11–105–97 [Engineering-geological surveys for construction. Part III. The rules of production work in the areas of distribution of specific soils]. Moscow, 2000. (in Russ.).
10. *A manual for design of foundations of buildings and structures* (k SNIp 2.02.01-83*). Moscow, Stroyizdat Publ., 1986. (in Russ.).
11. Anan'ev V.P., Potapov A.D. *Inzhenernaya geologiya: ucheb. dlya vuzov po stroit. spetsial'nostyam* [Engineering Geology: Textbook for Universities for the Construction Trades]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2009. 575 p.
12. Ukhov S.B., Semenov V.V., Znamenskiy V.V. *Mekhanika gruntov, osnovaniya i fundamenty* [Soil Mechanics, Bases and Foundations]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2002. 566 p.
13. Dalmatov B.I. *Mekhanika gruntov, osnovaniya i fundamenty* [Soil Mechanics, Bases and Foundations]. St. Petersburg, Stroyizdat Publ., 1998.
14. Trofimov V.T., Korolev V.A., Voznesenskiy E.A., Golodkovskaya G.A., Vasil'chuk Yu.K., Ziangirov R.S. *Gruntovedenie* [Soil]. Moscow, Nauka Publ., 2005. 1024 p.
15. *Accidents of buildings and structures on the territory of the Russian Federation in 2003*. Moscow, 2004.
16. *Technical report on results of engineering-geological surveys on the object "Apartment house № 126 on the street of Stepan Razin in Zlatoust"*. Zlatoust, 2000.

Received 3 October 2016

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Орлова, Н.И. Определение причин трещинообразования в стенах трехэтажного жилого здания / Н.И. Орлова, О.В. Калинин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2016. – Т. 16, № 4. – С. 14–20. DOI: 10.14529/build160403

FOR CITATION

Orlova N.I., Kalinin O.V. The Study on the Causes of Cracks in Walls of Three-Storey Residential Building. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2016, vol. 16, no. 4, pp. 14–20. (in Russ.). DOI: 10.14529/build160403