

Геодезическое обследование здания, возведенного на грунтах, подверженных карстовым процессам

ISSN 1996-8493

DOI:10.54234/CST.19968493.2023.20.2.76

© Технологии гражданской безопасности, 2023

С.Д. Скачкова, А.Х. Авгуцевичс, К.В. Корнеев

Аннотация

В статье раскрыты особенности выполнения задач гражданской обороны и защиты населения, в том числе рассматривается проблема аварийности зданий и сооружений, находящихся на территориях с грунтами, подверженными карстовым процессам.

Авторы представили результаты обследования некоторых объектов, в том числе здания школы в поселке городского типа Вышков Злынковского района Брянской области, где возникли трещины на внешних и внутренних стенах.

Обследование объектов проводилось в соответствии с распоряжением МЧС России по Методике оценки и сертификации инженерной безопасности зданий и сооружений.

Ключевые слова: МЧС России; методика оценки и сертификации инженерной безопасности зданий и сооружений; геодезический контроль; просадка; провалы; мягкие грунты; здания; сооружения.

Geodetic Survey of the Building Erected on Soils Subject to Karst Processes

ISSN 1996-8493

DOI:10.54234/CST.19968493.2023.20.2.76

© Civil Security Technology, 2023

S. Skachkova, A. Avgutsevics, K. Korneev

Abstract

The article reveals the tasks specifics of civil defense and population protection, including the problem of accidents with buildings and structures located in areas with soils subject to karst processes.

The authors presented survey results of some objects, including school building in the urban-type settlement of Vyshkov in the Zlynkovsky district of the Bryansk region, where cracks appeared on external and internal walls.

Surveys of objects were carried out in accordance with the Emercom of Russia order on the Methodology of assessment and certification of buildings and structures engineering safety.

Key words: EMERCOM of Russia; methods of assessment and certification of buildings and structures engineering safety; geodetic control; subsidence; sinkholes; soft soils; buildings; structures.

27.03.2023

Российская Федерация — огромная страна, в которой существует множество территорий с различными типами грунтов, которые в зависимости от сложности их разработки подразделяются на группы.

Здания и сооружения строятся на различных по своим свойствам грунтах, которые подразделяют на следующие классы: скальные, дисперсные и мерзлые. Отдельно выделяются техногенные грунты. Такое разделение осуществляется на основании п. 5 ГОСТ 25100–2011 Грунты. Классификация¹. К классу скальных грунтов относятся грунты, у которых преобладают химические структурные связи, образующие два основных типа структур, выделенных в два подкласса: кристаллизационные и цементационные. У дисперсных грунтов преобладают физические, физико-химические и механические структурные связи. Мерзлые грунты обладают криогенными структурными связями. Наиболее проблемные для разработки грунты относятся к 1-му классу (это скальные породы). Рыхлые, просто разрабатываемые грунты — относятся к 2-му классу дисперсных грунтов: осадочным, элювиальным типам (пески, глины, пеплы). В таких грунтах частицы глинистых или песчано-глинистых осадочных пород с течением времени подвергаются растворению и вымыванию, образуя пустоты [1]. Сооружения и их фундаменты, построенные в районах с преобладающими дисперсными грунтами, подвержены риску возникновения просадок, что может привести не только к появлению трещин и кренов, но и к полному их разрушению и гибели людей [2].



Рис. 1. Карстовый провал в поселке Вышков Брянской области с обрушенным домом, ноябрь 2021 г.

Одним из таких проблемных поселений является поселок городского типа Вышков Злынковского района Брянской области, расположенный на западе области, на берегу реки Ипути. В этом районе грунты сложены осадочными горными породами, а именно мелом, который сильно подвержен растворимости. Из-за таких свойств мела довольно часто в Брянской области возникают карстовые провалы. О чрезвычайных ситуациях, связанных с провалами, неоднократно сообщалось в прессе и научных статьях [6, 12, 13].

Так как вследствие карстовых провалов происходит нарушение устойчивости зданий и сооружений, то необходимо проводить обследование технического состояния затронутых провалами объектов для оценки их пригодности и возможности безопасной эксплуатации.

Обследование объекта — это комплекс работ по оценке технического состояния строительных конструкций, инженерных сетей и оборудования помещений, зданий или сооружений с целью принятия на основании этой оценки решения о необходимости и (или) возможности проведения ремонта, выполнения реконструкции или сноса (демонтажа).

Обследование выполняется в строгом соответствии с требованиями нормативной документации, прежде всего ГОСТ 31937-2011¹ и СП 13-102-2003².

Обследование выполняется в следующих случаях:

1. В случаях наличия значительного износа и связанных с ним повреждений, прогибов, кренов и прочих дефектов зданий, сооружений, инженерных сетей и оборудования.

2. В случаях расположения зданий, сооружений, инженерных сетей и оборудования в зоне влияния строительства и природно-техногенных воздействий с целью установления возможности дальнейшей безопасной эксплуатации.

3. Для определения фактического состояния зданий, сооружений, инженерных сетей и оборудования, уже официально отнесенных к ограниченно работоспособному или аварийному состоянию.

4. При обнаружении в процессе технического обслуживания зданий, сооружений, инженерных сетей и оборудования значительных дефектов, повреждений и деформаций, не связанных с физическим износом.

5. При выявлении деформаций грунтовых оснований зданий, сооружений.

В институте ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) существует группа специалистов, которые занимаются обследованием зданий и сооружений для оценки их технического состояния.

В соответствии с распоряжением МЧС России в поселок Вышков Брянской области была направлена вышеупомянутая группа специалистов для непосредственного обследования зданий и сооружений, находящихся на этой территории. В процессе работы было обследовано 11 объектов с апреля по август 2022 года.

Обследование выполнялось при помощи мобильного диагностического комплекса «Струна», который предназначен для оперативной оценки технического состояния зданий и сооружений (объектов) наземного, подземного и подводного базирования, в том числе подводной части гидротехнических сооружений, а также мониторинга технического состояния их несущих строительных конструкций при решении задач по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Для своевременного предотвращения опасности деформации, вплоть до обрушения здания, необходимо периодически проводить мониторинг сооружений,

¹ Межгосударственный стандарт ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация.

² Свод правил СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.

например, с помощью геодезических измерений, выполняемых высокоточными геодезическими приборами: нивелир, теодолит, тахеометр и другие.

Одним из объектов обследования являлось здание школы, расположенное в поселке Вышков Брянской области, где возникли различной конфигурации трещины на внешних и внутренних стенах длиной до 150 см и шириной раскрытия до 2 мм.

Измерения производились с помощью высокоточного геодезического прибора — тахеометра «Leica TS06plus R500 Arctic 2»», который предназначен для измерения параметров объекта: в безотражательном режиме — до 500 метров, а с отражателем — до 3500 м с точностью до 2 секунд [14].

Схема проведения геодезической съемки показана на рис. 2, где красным показаны измеренные крены здания, а также указаны направления осей в условной координатной системе.

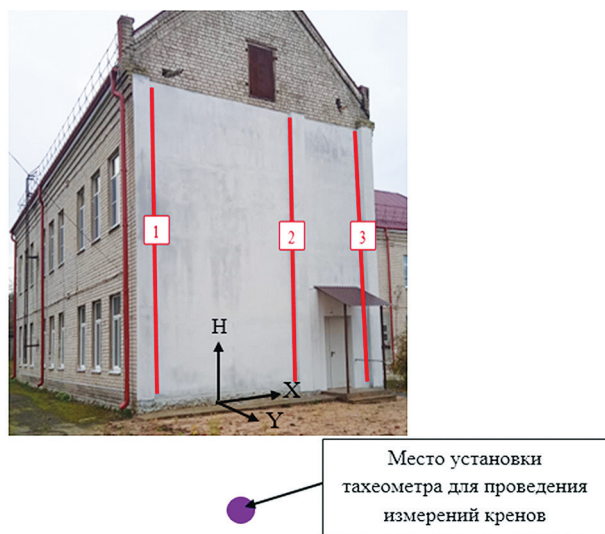


Рис. 2. Схема проведения геодезической съемки здания школы (левая сторона), поселок Вышков, Брянская область

В результате проведения геодезической съемки были обследованы все стороны здания и его центральная часть.

Ниже представлен пример одного из результатов измерения вертикального отклонения фасада здания школы (табл. 1).

Таблица 1
Результаты измерения крена № 1 здания (X (абсцисса), Y (ордината) и H (высота) — координаты измеряемых точек здания)

X (м)	Y (м)	H (м)
11,2667	-16,8785	6,9841
11,2669	-16,8740	6,4797
11,2731	-16,8625	5,9722
11,3375	-16,8563	4,8988

11,3418	-16,8579	4,5762
11,4581	-16,8519	4,0294
11,4749	-16,8486	3,5345
11,4712	-16,8432	3,0438
11,4705	-16,8414	2,8234
11,4719	-16,8430	2,4917
11,4718	-16,8438	2,0507
11,4721	-16,844	1,9184
11,4721	-16,8442	1,7293
11,4725	-16,8449	1,3727
11,4834	-16,8469	0,9607
11,4852	-16,8486	0,4338
11,4855	-16,8495	-0,2647
11,4826	-16,8444	-0,7436
11,4826	-16,8446	-0,9485

По результатам полученных данных была составлена диаграмма крена № 1 здания, на которой визуально показаны отклонения от вертикального положения стены здания (рис. 3).

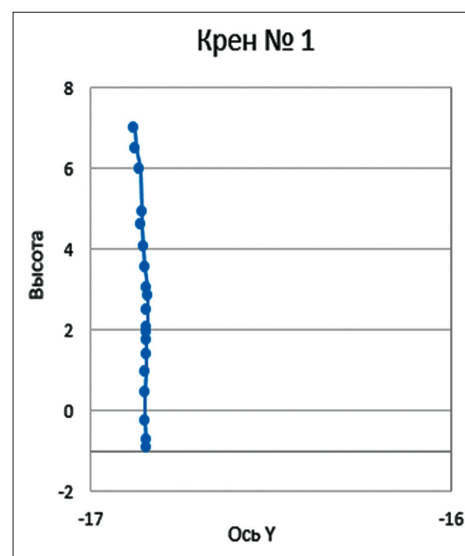


Рис. 3. Диаграмма крена № 1 здания школы, расположенной в поселке Вышков Брянской области

В соответствии с «Методикой оценки и сертификации инженерной безопасности зданий и сооружений. МЧС России. Москва, 2003 г.»³ максимальный крен и просадка бескаркасного здания II категории состояния конструкций (работоспособное) с несущими стенами из кирпичной кладки без армирования составляет 0,001 [3, 4].

По результатам обработки выполненных наблюдений были получены следующие результаты, которые показали, что измерение крена № 1 стены школы составляет 0,0046, что превышает норму (0,0010).

Самый большой крен стены в здании школы, расположенной в поселке Вышков Злынковского района, показан под № 8 (рис. 3). Он составляет 0,035. Так как высота здания школы в месте измерения крена

³ Методика оценки и сертификации инженерной безопасности зданий и сооружений» МЧС России, прошедшая аттестацию на Правительственной комиссии РФ по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности (протокол № 1 от 25.02.2003 г.), ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России, М., 2003 г.

Предельные дополнительные деформации оснований фундаментов сооружений окружающей застройки, расположенных в зоне влияния нового строительства или реконструкции⁴

Наименование, конструктивные особенности здания или сооружения	Категория состояния конструкций	Предельные дополнительные деформации		
		Максимальная осадка, см	Относительная разница осадок, $\Delta s/L$	Крен i
Гражданские и производственные одно- и многоэтажные здания с полным железобетонным каркасом	I	5,0	0,0020	-
	II	3,0	0,0010	-
	III	2,0	0,0007	-
Многоэтажные бескаркасные здания с несущими стенами из крупных панелей	I	4,0	0,0016	0,0016
	II	3,0	0,0008	0,0008
	III	2,0	0,0005	0,0005
Многоэтажные бескаркасные здания с несущими стенами из крупных блоков или кирпичной кладки без армирования	I	4,0	0,0020	0,0020
	II	3,0	0,0010	0,0010
	III	1,0	0,0007	0,0007
Многоэтажные бескаркасные здания с несущими стенами из кирпича или бетонных блоков с арматурными или железобетонными поясами	I	5,0	0,0024	0,0024
	II	3,0	0,0015	0,0015
	III	2,0	0,0010	0,0010
Много- и одноэтажные здания исторической застройки или памятники архитектуры с несущими стенами из кирпичной кладки без армирования	I	1,0	0,0005	0,0005
	II	0,5	0,0003	0,0003
	III	0,2	0,0001	0,0001
Высокие жесткие сооружения, трубы	I	5,0	-	0,0040
	II	3,0	-	0,0020
	III	2,0	-	0,0010

№ 8 составляет 13,5 метров, а здание введено в эксплуатацию в 2001 году, то была определена скорость деформации здания с момента его ввода в эксплуатацию. Она составила 2 сантиметра в год, что является достаточно высоким показателем для отклонения конструкций.

На основе этих расчетов можно сделать вывод о том, что если не провести работы по усилению фундамента и стен школы в поселке Вышков, то это может привести к обрушению здания.

На основе анализа всех измеренных кренов стен здания школы был сделан вывод, что величины кренов стен превышают предельные значения. На основании проведенного обследования можно предположить, что здание находится в зоне с возможными карстовыми провалами.

В результате измерений была составлена схема здания школы и указаны направления, по которым происходит наклон здания (рис. 4).

Всего при проведенном обследовании здания школы были выполнены оперативные измерения технического состояния сооружения; получены диагностические данные об их геометрических, конструктивных, визуальных, прочностных параметрах, а также динамические характеристики системы «грунт-сооружение». В завершение геодезических измерений был подготовлен отчет с выводами и рекомендациями по проведению аварийно-спасательных работ и возможности дальнейшей эксплуатации объекта.

На схеме (рис. 4) показано, в каких направлениях отклонены стены здания школы, расположенной

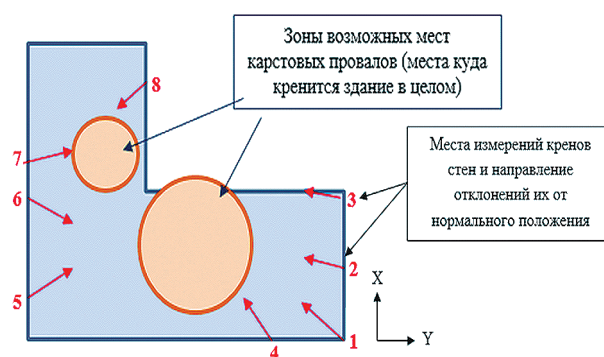


Рис. 4. Схема здания школы, расположенной в поселке Вышков, Брянской области с зонами возможных карстовых провалов

в поселке Вышков Брянской области. Так как крены стен направлены не хаотично, а в двух направлениях, то были выделены две зоны с возможными карстовыми провалами грунтов. Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод о том, что для обнаружения карстовых провалов необходимо знать состав и свойства грунтового массива в этом районе, и уровень и состав грунтовых вод. Если грунт дисперсный и состоит из осадочных пород, в частности — из карбонатных, а грунтовые воды имеют в составе какие-либо кислоты и щелочи, то периодически (хотя бы раз в год) необходимо проводить геодезические измерения кренов зданий для своевременного обнаружения и предотвращения отклонения строительных конструкций и образования провалов.

Литература

1. Нещеткин О. Б. Механизм некоторых типов карстовых провалов и инженерно-геологическая оценка их опасности: автореферат дис. кандидата геол.-минер. наук: 04.00.07. М.: ВНИИ гидрогеол. и инж. геологии, 1990.
2. Ройтман А.Г. Деформации и повреждения зданий. М.: Стройиздат, 1987.
3. «Методика оценки и сертификации инженерной безопасности зданий и сооружений» МЧС России, прошедшая аттестацию на Правительственной комиссии РФ по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности (протокол № 1 от 25.02.2003 г.). М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2003.
4. Сорочан Е.А., Трофимов Ю.Г. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Справочник проектировщика. М., 1985.
5. Визгин А.А., Ганшин В.Н. и др. Инженерная геодезия. М.: Высш. шк., 1985. 352с.
6. Федотов С.В., Федотов В.И. Карстовые и псевдокарстовые ландшафты в верховьях рек Оки и Дона на Среднерусской возвышенности. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2017.
7. Катаев В.Н., Щербаков С.В., Золотарев Д.Р., Дробинина Е.В. Оценка карстовой опасности в отложениях мела на примере территории п. Вышкова Брянской области // Инженерная геология. 2022. Т. 17. № 3. С. 44–63.
8. Аникеев А.В. Провалы и воронки оседания в карстовых районах: механизмы образования и оценка риска. М.: Изд-во РУДН, 2017. 328 с.
9. Максимович Г.А. Основы карстологии. Вопросы морфологии карста, спелеологии и гидрогеологии карста. Пермь: Изд-во Пермского университета, 1963.
10. Авгуцевич А.Х., Скачкова С.Д. Измерения кренов, прогибов при обследовании зданий и сооружений в чрезвычайных ситуациях // В сб.: «Закономерности и тенденции инновационного развития общества»: Сб. статей по итогам Международной научно-практической конференции. Стерлитамак, 2022. С. 144–147.
11. Чикишев А.Г. Карст Русской равнины. М.: Наука, 1978.
12. «Провал за провалом: Брянский поселок Вышков стала преследовать беда // Брянские новости. 16.10.2020.
13. В брянском поселке Вышков школа оказалась под угрозой закрытия из-за возможного карстового провала // Комсомольская правда. 19.10.2022.
14. Руководство пользователя LeicaFlexLine TS02/TS06/TS09 plus. АБЕРУС. Приборы и оборудование. 370 с.

Сведения об авторах

Скачкова Софья Дмитриевна: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), н.с. науч.-исслед. отдела.
Москва, Россия.
SPIN-код: 1753-4730.

Авгуцевич Антон Хариевич: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), с.н.с. науч.-исслед. отдела.
Москва, Россия.
SPIN-код: 8652-2190.

Корнеев Константин Викторович: к. т. н., ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), нач. науч.-исслед. отдела.
Москва, Россия.
SPIN-код: 3334-2880.

Information about authors

Скачкова Софья Дмитриевна: All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies, Researcher, Research Department.
Moscow, Russia.
SPIN-scientific: 1753-4730.

Avgutsevichs Anton Kh.: All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies, Senior Researcher, Research Department.
Moscow, Russia.
SPIN-scientific: 8652-2190.

Korneev Konstantin V.: PhD (Technical Sc.), All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies, Head of Research Department.
Moscow, Russia.
SPIN-scientific: 3334-2880.

Издания ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Авторы, название	URL
Акимов В.А. и др. Нелинейная наука для исследования аварий, катастроф и стихийных бедствий. Монография.	https://elibrary.ru/item.asp?id=45040288
Авдеева В. Г. и др. Развитие системы оказания помощи пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях на современном этапе: опыт, проблемы, перспективы. Монография.	https://elibrary.ru/item.asp?id=44621912
Гуренков А.С. и др. Сборник лекционных материалов для проведения занятий с дежурно-диспетчерским персоналом единых дежурно-диспетчерских служб муниципальных образований.	https://elibrary.ru/item.asp?id=44805322
Сосунов И.В. и др. Настольная книга (пособие) председателя комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности.	https://elibrary.ru/item.asp?id=32546511
Батырев В.В. и др. Средства коллективной защиты. Оценка эффективности и качества защиты населения в чрезвычайных ситуациях.	https://elibrary.ru/item.asp?id=35283773
Кушилов В.К. и др. Информационно-аналитический бюллетень об организации деятельности территориальных органов МЧС России в области реагирования пожарно-спасательных подразделений на дорожно-транспортные происшествия в субъектах Российской Федерации в 2017 году.	https://elibrary.ru/item.asp?id=35367271
Настольная книга руководителя гражданской обороны. Изд. 6-е, актуализ. и дополн.	https://elibrary.ru/item.asp?id=35027110