

## ОБЗОР МЕТОДИК НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ПРИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМ ОБСЛЕДОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

А. А. МОРОЗОВ<sup>1</sup>, Л. А. ГРИБКОВА<sup>1</sup>, В. Л. ШАПОВАЛОВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кубанский государственный технологический университет,  
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;  
электронная почта: *larisa.gri2012@mail.ru, alexander\_frost\_real@mail.ru*

<sup>2</sup>Ростовский государственный университет путей сообщений,  
344038, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка  
Народного Ополчения, 2,  
электронная почта: *cpd@rgups.ru*

Строительно-техническая экспертиза выявляет нарушения, допущенные при строительстве различных зданий и сооружений. Она состоит из двух этапов: визуального анализа и инструментального обследования. Главная цель инструментального обследования заключается в определении действительного технического состояния здания (сооружения) и его элементов. При обнаружении характерных трещин, перекосов частей здания (сооружения), разломов стен и прочих повреждений и деформаций, специалистами применяются различные методики для наблюдения за ними: шурфование, маяки (гипсовые, стеклянные, пластинчатые, электронные, графические, закрепленные точки) и т.д.

**Ключевые слова:** строительство, экспертиза, инструментальное обследование зданий, деформации, шурфование, маяки.

Строительство является одной из самых быстроразвивающихся сфер жизнедеятельности человека. Процесс постройки любого здания – очень сложный этап, в котором задействованы многие люди, именно они отвечают за безопасность и износостойкость того или иного сооружения. Тем не менее, не всегда даже самые профессиональные и квалифицированные работники могут продумать все до мелочей. Именно поэтому инструментальное обследование зданий – это очень важный и процесс, который обязательно подлежит к исполнению.

На первом этапе строительной экспертизы проводится визуальный анализ с применением простейших инструментов, таких как рулетка, уровень, отвес и других. Если при визуальном обследовании обнаружены дефекты и повреждения, снижающие прочность, устойчивость и жесткость несущих конструкций здания (сооружения), в частности колонн, балок, ферм, арок, плит

покрытий и перекрытий и др., переходят к детальному (инструментальному) обследованию [1, 4, 5].

Главная цель инструментального обследования заключается в определении действительного технического состояния здания (сооружения) и его элементов, получении количественной оценки фактических показателей качества конструкций (прочности, сопротивления теплопередаче и др.) с учетом изменений, происходящих во времени, для установления состава и объема работ по капитальному ремонту или реконструкции [3, 8, 12, 13]. При обследовании состояния зданий и сооружений в зависимости от задач, поставленных в техническом задании на обследование, объектами исследования являются:

- грунты основания, фундаменты, ростверки и фундаментные балки; - стены, колонны, столбы;
- перекрытия и покрытия (в том числе балки, арки, фермы стропильные и подстропильные, плиты, прогоны) и др.;
- балконы, эркеры, лестницы, подкрановые балки и фермы;
- связевые конструкции, элементы жесткости; стыки и узлы, сопряжения конструкций между собой, способы их соединения и размеры площадок опирания [2, 3, 10].

Инструментальное обследование здание предполагает несколько видов основных работ:

#### 1. Обмерные работы:

- измерение фактических размеров и других геометрических параметров элементов строительной конструкции;
- определение соответствия размеров и параметров проекту;
- уточнение размеров пролетов, сечений, расстояний между узлами;
- проверку опорных элементов;
- измерение деформаций и прогибов несущих конструкций, осадка фундаментов [2, 3, 11].

2. Анализ физико-механических свойств материалов конструкции здания (бетонных, металлических, каменных).

- При проведении этих работ используются два метода:
- неразрушающий метод (склерометром, молотком Шмидта, ультразвуковым тестером);
- разрушающий (отбор проб из конструкций и исследование их в специализированной лаборатории) [3, 7, 10].

3. Фиксация дефектов. Компания составляет дефектную ведомость, к которой прилагаются снимки всех выявленных в процессе исследований повреждений [3, 7, 10, 14].

4. Обобщение результатов:

- анализ полученных результатов;
- составление технического заключения [7, 6, 10].

Проведение тщательного обследования чрезвычайно важно, так как оно позволяет гарантировать безопасность его эксплуатации.

При обнаружении характерных трещин, перекосов частей здания (сооружения), разломов стен и прочих повреждений и деформаций, свидетельствующих о неудовлетворительном состоянии грунтового основания, в детальное (инструментальное) обследование включают инженерно-геологические исследования, по результатам которых может потребоваться не только восстановление и ремонт строительных конструкций, но и усиление основания. Кроме того, может потребоваться определение гидрогеологической обстановки, а также анализ свойств грунтов, которые также используют для выявления причин деформаций и повреждений зданий. Для анализа существующих деформаций могут использоваться различные методы:

1. Шурфование. Шурф представляет собой яму для осмотра фундамента и грунтового основания, а также для отбора грунтовых проб при проведении геологических изысканий. Контрольные шурфы роют в зависимости от местных условий с наружной или внутренней стороны фундаментов. При наличии деформаций стен и фундаментов шурфы в этих местах роют

обязательно, при этом в процессе работы назначают дополнительные шурфы для определения границ слабых грунтов оснований или границ фундаментов, находящихся в неудовлетворительном состоянии. Глубина шурфов, расположенных около фундаментов, должна превышать глубину заложения подошвы на 0,5 – 1 м. Длина обнажаемого участка фундамента должна быть достаточной для определения типа и оценки состояния его конструкций [2, 3, 10].

2. Маяки, установленные на трещины. Тип установленного на трещину маяка и свидетельства использования других способов контроля за деформациями здания могут многое сказать о том, насколько серьезно специалисты подошли к мониторингу конструкций [2, 3, 10].

**Гипсовые маяки.** Гипсовые маяки не могут обеспечить достаточную точность (рисунок 1). В основном их применение оправдано для небольших трещин с целью контроля самого факта увеличения ширины раскрытия и не предполагает проведение измерений [3, 8, 10].



Рисунок 1 – Пример гипсового маяка

**Бумажные маяки.** Возможность использования бумаги в качестве маяка не упоминается в специализированной литературе и, соответственно, не может использоваться для контроля за деформациями здания или сооружения. Тем не менее, наклеенные поперек трещины бумажные полоски (рисунок 2) явление распространенное. Это свидетельствует об отсутствии профессионализма у специалиста, проводящего обследование здания [2, 3, 9].



Рисунок 2 – Пример бумажной марки

Наблюдение за трещиной по **закрепленным точкам**. Данный метод используется в случаях, когда высок риск повреждения маяков, либо установка маяков нежелательна по эстетическим соображениям. По каждой стороне трещины закрепляется по две точки при помощи дюбелей (рисунок 3), либо других приспособлений. Устанавливаемые приспособления обычно малозаметны и в то же время надежно зафиксированы. Измерения производятся при помощи высокоточных измерительных инструментов – цифровых штангенциркулей. Измерению подлежат расстояния между закрепленными точками, а результаты измерений заносятся в электронные таблицы [2, 10, 15].



Рисунок 3 – Определение ширины раскрытия трещины по закрепленным маркам

**Стеклянные маяки** (рисунок 4). Используются две или одна стеклянные полоски, приклеенные поперек трещины. Если стеклянная пластина закреплена надежно, то при раскрытии трещины она сломается, а место крепления останется целым [1, 2, 3].



Рисунок 4 – Пример стеклянного маяка

**Пластинчатые маяки.** Пластинки устанавливаются друг над другом по обе стороны от трещины (рисунок 5). Штрихом отмечается положение пластин по отношению друг к другу в момент установки. Расстояние от штриха до нового положения пластины и будет величиной изменения ширины раскрытия трещины [3, 10].



Рисунок 5 – Пример пластинчатого маяка

**Электронные средства наблюдений.** Датчики для наблюдений за трещинами могут объединяться в систему, а могут использоваться локально. Наиболее удобным средством наблюдения за единичными трещинами является автономный датчик (рисунок 6) перемещения (тензодатчик), объединенный с датчиками температуры и влажности, имеющий возможность дистанционной отправки данных в режиме реального времени [2, 3, 10].



Рисунок 6 – Тензодатчик

**Графические способы** наблюдений: место окончания трещины отмечается штрихом на стене и подписывается дата нанесения отметки [3].

В заключение следует отметить, что в данной статье представлен не полный список существующих способов наблюдений за деформациями. Тем не менее, представленные методы являются основными и наиболее широко используемыми в строительстве в настоящее время. Выбор способа наблюдений в каждом конкретном случае всегда остается на усмотрении специалистов, выполняющих работы. Не зависимо от выбранного метода, главным является получение необходимого результата в виде качественно выполненного ремонта и в конечном итоге безопасной эксплуатации здания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андерсон М.С. Новые направления оптимизации в строительном проектировании. – М.: Стройиздат, 1989. – 587 с.
2. Буга П.Г. Гражданские, промышленные и сельскохозяйственные здания. - Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1987. – 350 с.
3. Григорьев П.Я., Чипига Н.П. Техническая эксплуатация зданий. – Учебное пособие. – Хабаровск: ДВГУПС, 2001. – 152 с.
4. Гура Д.А. Разработка методики исследования погрешностей измерения горизонтальных углов электронными тахеометрами. – Приложение к журналу Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. Сборник статей по итогам научно-технической конференции, 2015. – № 8. – С. 89–91.

5. Гура Д.А., Везубов Е.А. Мобильному миру – мобильные сканирующие системы. – В сборнике: Науки о земле на современном этапе VIII Международная научно-практическая конференция, 2013. – С. 56–58.

6. Гура Д.А., Гура Т.А. Обзор инженерно-геодезических задач, решаемых с использованием современных электронных тахеометров. – Науки о земле на современном этапе Материалы IV Международной научно-практической конференции, 2012. – С. 110–113.

7. Гура Д.А., Кусова С.И., Кравцова Т. О проблемах современного кадастра. - Науки о Земле на современном этапе VI Международная научно-практическая конференция, – 2012. С. 73–75.

8. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Олейникова Л.А. Учебная геодезическая практика. Справочное пособие по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений: 120700 – Землеустройство и кадастры, 270800 – Строительство, 130500 – Нефтегазовое дело, 271101 – Строительство уникальных зданий сооружений / ФГБОУ ВПО «КубГТУ», ООО «Издательский Дом – Юг». Краснодар, 2014 – 104 с.

9. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Пастухов М.А. Особенности определений смещений и осадок сооружений электронными тахеометрами // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 1–2. – С. 61–65.

10. Ключин Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д. Инженерная геодезия: Учебник для вузов / Под ред. Михелева Д.Ш. – 4-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 480 с.

11. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Алкачев Т.Э. Анализ полученных данных методом лазерного сканирования для выполнения периодического мониторинга на примере здания расположенного в г. Краснодаре. Научные труды Кубанского государственного технологического университета, 2014. – № 4. – С. 77–83.



12. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. – Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник), 2013. – № 4. – С. 64–66.

13. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Наблюдения за горизонтальными и вертикальными смещениями сооружений. – Науки о Земле на современном этапе VI Международная научно-практическая конференция, 2012. – С. 120–123.

14. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Метод определения смещений и осадок сооружений с учётом особенностей работ на строительной площадке // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 11. Труды ассоциации инженерные изыскания в строительстве. – С. 29–30.

15. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Определение смещений и осадок сооружений с использованием поискового метода уравнивания. – Новый университет. Серия: Технические науки, 2013. – № 7 (17). – С. 37–40.

#### REFERENCES

1. Anderson M.S. *Novye napravleniya optimizatsii v stroitelnom proektirovanii*. – М.: Stroyizdat, 1989. – 587 s.
2. Buga P.G. *Grazhdanskie, promyshlennye i selskokhozyaystvennyye zdaniya*. - Izd. 2-e pererab. i dop. – М.: Vysshaya shkola, 1987. – 350 s.
3. Grigorev P.Ya., Chipiga N.P. *Tekhnicheskaya ekspluatatsiya zdaniy*. – Uchebnoe posobie. – Khabarovsk: DVGUPS, 2001. – 152 s.
4. Gura D.A. *Razrabotka metodiki issledovaniya pogreshnostey izmereniya gorizontalnykh uglov elektronnyimi takheometrami*. – Prilozhenie k zhurnalu *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotosemka. Sbornik statey po itogam nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*, 2015. – № 8. – S. 89–91.

5. Gura D.A., Verezubov E.A. Mobilnomu miru – mobilnye skaniruyushchie sistemy. – V sbornike: Nauki o zemle na sovremennom etape VIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, 2013. – S. 56–58.

6. Gura D.A., Gura T.A. Obzor inzhenerno-geodezicheskikh zadach, reshaemykh s ispolzovaniem sovremennykh elektronnykh takheometrov. – Nauki o zemle na sovremennom etape Materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 2012. – S. 110–113.

7. Gura D.A., Kusova S.I., Kravtsova T. O problemakh sovremennogo kadastra. - Nauki o Zemle na sovremennom etape VI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, – 2012. S. 73–75.

8. Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Oleynikova L.A. Uchebnaya geodezicheskaya praktika. Spravochnoe posobie po organizatsii i kontrolyu uchebnoy praktiki dlya studentov vsekh form obucheniya napravleniy: 120700 – Zemleustroystvo i kadastry, 270800 – Stroitelstvo, 130500 – Neftegazovoe delo, 271101 – Stroitelstvo unikalnykh zdaniy sooruzheniy / FGBOU VPO «KubGTU», ООО «Izdatelskiy Dom – Yug». Krasnodar, 2014 – 104 s.

9. Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G., Pastukhov M.A. Osobennosti opredeleniy smeshcheniy i osadok sooruzheniy elektronnyimi takheometrami // Nauka. Tekhnika. Tekhnologii (politekhnicheskiiy vestnik). – 2013. – № 1–2. – S. 61–65.

10. Klyushin E.B., Kiselev M.I., Mikhelev D.Sh., Feldman V.D. Inzhenernaya geodeziya: Uchebnik dlya vuzov / Pod red. Mikheleva D.Sh. – 4-e izd., ispr. – M.: Izdatelskiy tsentr «Akademiya», 2004. – 480 s.

11. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Alkachev T.E. Analiz poluchennykh dannykh metodom lazernogo skanirovaniya dlya vypolneniya periodicheskogo monitoringa na primere zdaniya raspolozhennogo v g. Krasnodare. Nauchnye trudy Kubanskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta, 2014. – № 4. – S. 77–83.

12. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Opyt ispolzovaniya tekhnologiy i oborudovaniya Leica Geosystems v uchebno-obrashchivatelnom

protsesse KubGTU. – Nauka. Tekhnika. Tekhnologii (politekhnicheskiy vestnik), 2013. – № 4. – S. 64–66.

13. Khortsev V.L., Proskura D.V., Shevchenko G.G., Gura D.A. Nablyudeniya za gorizontalnymi i vertikalnymi smeshcheniyami sooruzheniy. – Nauki o Zemle na sovremennom etape VI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, 2012. – S. 120–123.

14. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastukhov M.A. Metod opredeleniya smeshcheniy i osadok sooruzheniy s uchetom osobennostey rabot na stroitelnoy plo- shchadke // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo. – 2012. – № 11. Trudy assotsia- tsii inzhenernye izyskaniya v stroitelstve. – C. 29–30.

15. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastukhov M.A. Opredelenie smeshcheniy i sadok sooruzheniy s ispolzovaniem poiskovogo metoda uravnivaniya. – Novyy universitet. Seriya: Tekhnicheskie nauki, 2013. – № 7 (17). – S. 37–40.

#### *METHODS OF DEFORMATIONS IN THE PROCESS OF INSTRUMENTAL EXAMINATION OF BILDINGS AND STRUCTURES*

**A. A. MOROZOV<sup>1</sup>, L. A. GRIBKOVA<sup>1</sup>, V. L. SHAPOVALOV<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Kuban State Technological University,  
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072,  
e-mail: larisa.gri2012@mail.ru, alexander\_frost\_real@mail.ru*

<sup>2</sup> *Rostov State Transport University,  
2, Narodnogo Opolchenia sq., Rostov-on-Don, Russian Federation, 344038,  
e-mail: cpd@rgups.ru*

Construction and technical expertise reveals irregularities in the construction of various buildings and structures. It consists of two stages: a visual analysis and instrumental examination. The main aim of instrumental examination is to determine the technical condition of the building (structure) and its elements. If the characteristic cracks, warps of the parts of a building (construction), fractures of the walls and other damages and deformations are found, the experts use different methods to monitor them: digging, screeds (gypsum, glass, lamellar, electronic, graphical, fixed points).

**Key words:** building, expertise, instrumental examination, digging, screeds.