

Мониторинг трещин в строительных конструкциях

Р.В. Шарапов, Н.Д. Лодыгина

Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета, Муром

Аннотация: Строительные объекты испытывают различного рода воздействия, способные вызывать деформации конструктивных элементов – прогибы, нарушение целостности, полное разрушение отдельных элементов и т.д. Своевременное выявление деформаций и наблюдение за их динамикой является важнейшим элементом безопасной эксплуатации зданий и сооружений. Задачей мониторинга трещин в строительных конструкциях является фиксация изменений трещин для осуществления контроля их технического состояния. В результате мониторинга принимаются решения о дальнейшей эксплуатации объекта, необходимости выполнения ремонтных мероприятий, устранении влияющих на развитие трещин факторов. Использование маяков дает возможность проводить наблюдения за поведением деформаций строительных конструкций. Для простейших наблюдений могут применяться гипсовые и точечные маяки, для более детальных наблюдений – маяки часового типа и пластинчатые маяки. Электронные маяки дают возможность проводить детальный автоматизированный мониторинг изменений.

Ключевые слова: трещина, маяк, гипсовый маяк, пластинчатый маяк, маяк часового типа, точечный маяк, ширина раскрытия трещины.

Введение

Строительные объекты испытывают различного рода воздействия, способные вызывать деформации конструктивных элементов – прогибы, нарушение целостности, полное разрушение отдельных элементов и т.д. Своевременное выявление деформаций и наблюдение за их динамикой является важнейшим элементом безопасной эксплуатации зданий и сооружений [1, 2].

Трещины в ограждающих и несущих конструкциях являются явным и наглядным признаком их деформации.

Трещины в строительных конструкциях могут быть вызваны усадкой строительных смесей, температурными воздействиями (например, расклинивающее действие замерзающей воды), осадочными процессами в основаниях, деформацией строительных материалов [3, 4].

Основным параметром, дающим возможность оценить опасность трещин, является ширина раскрытия трещин. Особенность наблюдения за трещинами состоит в том, что ширина раскрытия может составлять малые вели-

чины – от нескольких микрометров до нескольких миллиметров (при больших значениях эксплуатация объекта чаще всего прекращается). Кроме того, ширина раскрытия может существенно меняться в течении года (например, из-за морозного пучения грунтов основания). По этой причине важным вопросом становится наблюдение за динамикой изменения трещин [5-7].

Задачей мониторинга трещин в строительных конструкциях является фиксация изменений трещин для осуществления контроля их технического состояния. В результате мониторинга принимаются решения о дальнейшей эксплуатации объекта, необходимости выполнения ремонтных мероприятий, устранении влияющих на развитие трещин факторов [8, 9].

Цель работы – рассмотреть различные виды устройств и приспособлений, используемых для наблюдения за трещинами в строительных конструкциях.

Маяки наблюдения за трещинами

Наиболее простой способ наблюдения – установка маяков различного вида. Самыми простыми являются маяки, выполненные из бумаги. Они приклеиваются к стенам в местах наибольшего раскрытия трещин (с обеих сторон трещины). Такие маяки просты в изготовлении, но недостаточно надежны: бумага неустойчива к внешним воздействиям, концы маяка могут отклеиться от стены. Для более-менее серьезных наблюдений применять бумажные маяки не следует.

Гипсовые маяки также дешевы и просты в использовании. Они выполняются из строительного гипса (алебаstra), цементно-песчаного раствора, сухих строительных смесей, или из готовых гипсовых пластин.

Гипсовые маяки устанавливаются в помещениях с сухим или нормальным режимом, маяки из цементно-песчаного раствора – в помещениях с влажным или мокрым режимом, а также на наружных поверхностях конструкций. Маяки выполняются в виде полосок толщиной от 6 до 15 мм, шири-

ной от 40 до 70 мм, часто с уменьшением ширины и толщины в средней части. Маяки крепятся на выравненную поверхность на гипсовом или цементно-песчаном растворе поперек трещины. Гипсовые маяки рекомендуется размещать в предварительно выпиленных штробах. Развитие трещины устанавливается по разрыву маяка [10]. Гипсовые маяки являются маяками однократного применения и после разрыва заменяются на новый.

Недостатками гипсовых маяков является необходимость замены после каждого «срабатывания» (изменения размеров трещины), чувствительность к условиям эксплуатации (воздействие осадков). Кроме того, часто происходит установка маяков без соблюдения рекомендуемой толщины. При этом, слишком тонкие маяки прокрываются трещинами, а слишком толстые часто вместо деформации отрываются от основания.

Для систематического наблюдения за трещинами используют более совершенные виды маяков – точечные, пластинчатые, часового типа и электронные.

Точечные маяки позволяют проводить наблюдения по двум, трем или четырем точкам, зафиксированным на наблюдаемой конструкции. Такие маяки выполняются из различных материалов – от обычных дюбель-гвоздей до специальных установочных приспособлений. Преимуществами точечных маяков является их малая заметность, отсутствие необходимости подготовки поверхности перед установкой, высокая стойкость к вандальным воздействиям. Использование специальных расчетных методик дает возможность отслеживать перемещения как по вертикали, так и по горизонтали. Точность измерений ограничивается только точностью применяемых инструментов. Тем не менее, для правильного использования точечных маяков необходимо наличие измерительных инструментов (например, штангенциркуля), знание и строгое соблюдение методик измерений (при неточном выставлении ножек штангенциркуля ошибка может составлять несколько десятых долей милли-

метра, что очень много, учитывая небольшие размеры трещин). Кроме того, для оценки изменений необходимо ведение журналов измерений (чтобы сравнивать вновь полученные значения со значениями предыдущих осмотров).

Маяки пластинчатого типа активно применяются в России в последнее десятилетие. Такие маяки изготавливаются из двух пластин, закрепляемых на разных сторонах трещины с помощью дюбелей или эпоксидного клея. Маяки имеют измерительную шкалу для фиксации изменения ширины. Основными преимуществами является наглядность и удобство наблюдения, возможность наблюдения изменения трещин по двум осям.

Благодаря наличию сигнальной измерительной шкалы имеется возможность без использования дополнительного инструмента визуально оценить изменения ширины раскрытия трещин. Основным недостатком является стоимость одного маяка в несколько сотен рублей.

Маяки часового типа (мессуры) имеют измерительную шкалу и обеспечивают высокую точность измерений без применения вспомогательных инструментов. Эти маяки являются наиболее наглядными в использовании и дают возможность легко снимать показания и ориентироваться в изменениях толщины трещин. Недостатки - высокая стоимость и неустойчивость к вандальным воздействиям.

Электронные маяки - наиболее совершенные устройства измерений. Они позволяют проводить онлайн-контроль за состоянием строительных объектов, фиксировать в автоматическом режиме динамику изменений. Недостатками являются высокая стоимость, техническая сложность, неустойчивость к вандальным воздействиям. Применение подобных маяков оправдано на объектах повышенной ответственности и необходимости мониторинга динамично развивающихся трещин.



а)



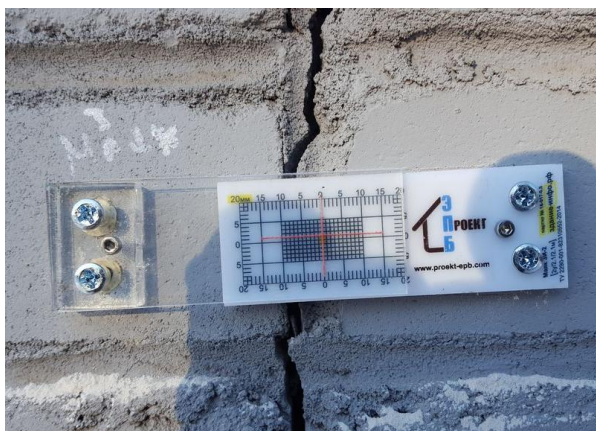
б)



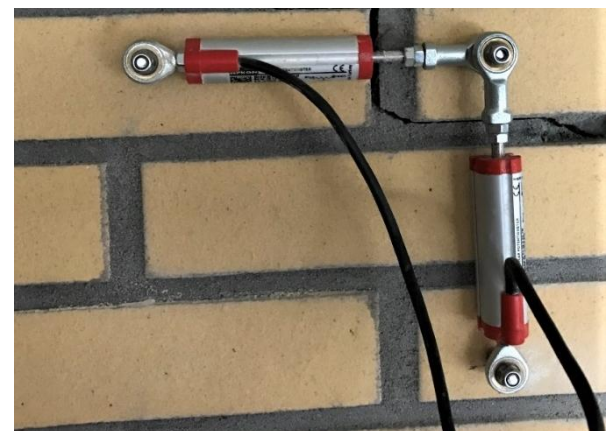
в)



г)



д)



е)

Рис. 1. – Маяки различного вида:

а – бумажный, б – гипсовый, в – маяк часового типа, г – точечный,
д – пластинчатого типа, е – электронный маяк.

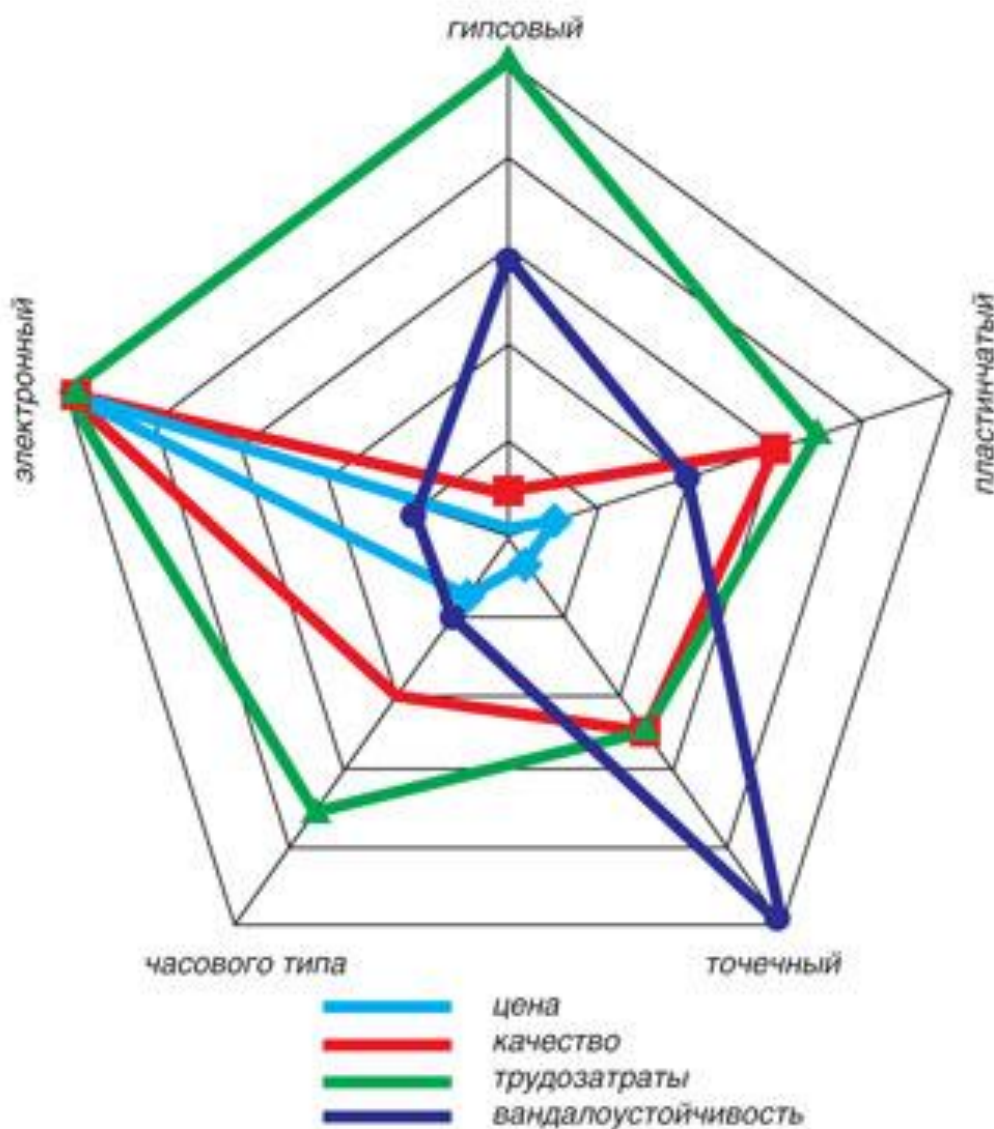


Рис. 2. – Сравнение маяков различного типа [10].

Заключение

Использование маяков дает возможность проводить наблюдения за поведением деформаций строительных конструкций. Для простейших наблюдений могут применяться гипсовые и точечные маяки, для более детальных наблюдений – маяки часового типа и пластиночные маяки. Электронные маяки дают возможность проводить детальный автоматизированный мониторинг изменений.

Литература

1. Стасева Е.В., Федина Е.В. Системный подход к мониторингу технического состояния зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона, 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2172
 2. Махутов Н.А. Промышленная безопасность и мониторинг технического состояния зданий и сооружений // Безопасность труда в строительстве. 2008. №10. С. 64-72
 3. Калинин В.М., Сокова С.Д., Топилин А.Н. Обследование и испытание конструкций зданий и сооружений. М., 2005. 336 с.
 4. Sharapov R., Lodigina N. Calculation of Grillage Strip Foundation in Area of Karst Collapses Formation // Appl. Mech. Mat. 2015. Vol. 770. P. 723-728.
 5. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий. – М: ОАО «ЦНИИпромзданий», 2004. 275 с.
 6. Руководство по эксплуатации строительных конструкций производственных зданий промышленных предприятий. – М: ОАО «ЦНИИпромзданий», 2004. 149 с.
 7. Chitte C. J., Sonawane Y. N. Study on causes and prevention of cracks in building // Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol. 2018. Vol. 6. №. 3. P. 453-461.
 8. Zeng S. X., Tam V. W. Y., Tam C. M. Towards occupational health and safety systems in the construction industry of China // Safety science. 2008. Vol. 46. №. 8. P. 1155-1168.
 9. Демченко Д.Б., Касьянов В.Е. Оптимизационный метод статического расчета строительных конструкций с применением вероятностных законов с ограничениями // Инженерный вестник Дона, 2013, №2, URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1659
 10. Безродных А.В. Способы наблюдения за трещинами в несущих конструкциях здания // СтройПРОФИ, 2012, № 6. URL: stroy-profi.info/archive/11120
-

References

1. Staseva E.V., Fedina E.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2172
2. Machutov N.A. Bezopasnost truda v stroitelstve (Rus), 2008, №10. P. 64-72.
3. Kalinin V.M., Sokova S.D., Topilin A.N. Obsledovanie i ispytanie konstrukcij zdaniy i sooruzhenij [Inspection and testing of structures of buildings and structures]. Moskva, 2005. 336 p.
4. Sharapov R., Lodigina N. Applied Mechanics and Materials. 2015. Vol. 770. P. 723-728.
5. Posobie po obsledovaniyu stroitel'nyh konstrukcij zdaniy [Manual for inspection of building structures of buildings]. Moskva, CNIIPromzdaniy, 2004. 275 p.
6. Rukovodstvo po ekspluatatsii stroitel'nyh konstrukcij proizvodstvennyh zdaniy promyshlennyh predpriyatij [Guidelines for operation of building structures of industrial enterprise buildings]. Moskva, CNIIPromzdaniy, 2004. 149 p.
7. Chitte C. J., Sonawane Y. N. Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol. 2018. Vol. 6. №. 3. pp. 453-461.
8. Zeng S. X., Tam V. W. Y., Tam C. M. Safety science. 2008. vol. 46. №. 8. pp. 1155-1168.
9. Demchenko D.B., Kasjanov V.E. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1659
10. Bezrodnich A.V. StrojPROFI, 2012, № 6. URL: stroy-profi.info/archive/11120.