

Значение мониторинга деформаций для безопасности и эксплуатации зданий

В связи с активным развитием урбанизации и возрастанием плотности застройки к безопасности и долговечности объектов предъявляются строжайшие требования. Мониторинг зданий дает возможность обнаружить потенциально опасные изменения в структуре построек, а также своевременно устранять их серьезные последствия. Это важно для любых объектов. Но особенно для возведенных в регионах с высокой сейсмической активностью, а также высоток.

Сейчас строительство становится очень сложным и высокотехнологичным. В условиях динамичного роста городов, возведения многоэтажных комплексов и инфраструктурных объектов, актуальность мониторинга становится критически важной для успешной эксплуатации зданий. В связи с этим необходимость в эффективных методах и средствах для данного комплекса мероприятий постоянно растет.

Цели и задачи мониторинга деформаций

Мониторинг деформаций преследует несколько ключевых целей и задач. Объединяет их одно – они все направлены на обеспечение стабильности зданий и снижение потенциальных рисков.

- **Обеспечение безопасности.** Постоянный контроль за состоянием конструктивных элементов зданий позволяет оперативно выявлять любые изменения, влияющие на их устойчивость. Особенно важно это в районах, где возможны природные катастрофы или экстремальные погодные условия. Благодаря мониторингу можно предотвратить критические ситуации, избежать возможных угроз для жизни и целостности здания.
- **Предотвращение аварий.** За счет вовремя устраненных проблем удастся предотвратить трагические исходы, связанные с повреждением и разрушением конструктивных элементов.
- **Продление срока службы.** Своевременное обнаружение и устранение проблем позволяет сохранить эксплуатационные характеристики объекта на максимально долгий период. Это помогает сохранять здания в хорошем техническом состоянии, а также поддерживать их эстетичный внешний вид.
- **Контроль качества строительства и реконструкции.** Комплекс мероприятий позволяет следить за соблюдением действующих норм и требований при строительстве новых объектов.

Типы деформаций и их причины

Строительные объекты часто подвергаются воздействию различных внешних факторов. Особенно остро они влияют на здания при плотной застройке. Вот основные виды и причины деформаций:

Осадка и просадка

Такие последствия возникают в результате уплотнения и движения грунта под фундаментом. Это может происходить из-за природных явлений (оползней, карстовых

провалов, подземных толчков, интенсивной вибрации от проезжающего транспорта). Часто осадку и просадку путают с усадкой. Однако это не одно и то же. Усадка происходит в новых зданиях за счет уменьшения объема строительных материалов и может продолжаться от 2 до 6 лет. При корректных инженерных расчетах она не представляет опасности для конструкции.

Осадка и просадка же — тревожный сигнал, указывающий на возможные проблемы с основанием или состоянием почвы. Если все протекает равномерно, серьезных разрушений конструкции обычно не происходит. Однако могут возникнуть затруднения в эксплуатации здания:

- перекосы дверных и оконных проемов;
- неровности полов и прочее.

Гораздо опаснее неравномерная осадка. Она может вызывать трещинообразование, деформации. В тяжелых случаях — частичное разрушение строения. Трещины, связанные с ней, могут менять форму и размеры в зависимости от времени года и температуры воздуха. Особую опасность представляют сквозные повреждения (особенно в несущих конструктивных элементах). Они требуют немедленного инженерного обследования и принятия мер.

Деформации из-за температурных изменений

Резкие колебания температуры могут вызывать расширение или сжатие строительных материалов, что приводит к различного рода деформациям. Особенно это касается металлических конструкций, которые меняют свою форму в зависимости от температурных изменений.

Изменения под воздействием нагрузок и сейсмических факторов

Боковое давление со стороны ветра, грунта или воды способно вызывать смещения и деформации строительных конструкций. Особенно чувствительны к ветровой нагрузке высотные сооружения. Под действием воздушных потоков и солнечного тепла в таких зданиях могут наблюдаться кручение и изгиб, особенно в вытянутых вверх элементах — например, в дымовых трубах или башнях.

Появление крена в жестких конструкциях часто связано с неравномерным распределением нагрузки на фундамент. Такое смещение может происходить в любую сторону в зависимости от особенностей основания и конструкции. В менее жестких элементах (особенно при неравномерной осадке) нередко формируются прогибы и выгибы, что повышает риски локальных повреждений.

Землетрясения представляют собой одну из самых разрушительных природных нагрузок на здания и сооружения. Под действием сейсмических колебаний в конструкциях могут возникать резкие и хаотичные деформации, связанные с колебанием основания, сдвигами почвы и резкими изменениями ускорений:

- сдвиги;
- крены;

- перекосы;
- разрывы;
- разломы.

Одним из характерных признаков подобных деформаций является:

- образование диагональных трещин;
- разрушение узлов соединения;
- обрушение отдельных фрагментов.

Все перечисленные деформации подразделяются на два типа:

- остаточные (необратимые);
- временные (исчезающие после снятия нагрузки).

Коррозия и износ материалов

Со временем стройматериалы, из которых построено здание, подвергаются воздействию различных факторов (влага, температура, химические вещества и прочее). Это может привести к коррозии металлических конструкций или разрушению бетона, что влияет на стабильность объекта.

Используемые методы и средства мониторинга

Для эффективного мониторинга деформаций зданий используются различные подходы.

Визуальный осмотр и измерения вручную

Один из самых простых методов, который подразумевает использование стандартных инструментов: уровня и рулетки. Однако он эффективен только на начальных стадиях и для быстрой оценки состояния.

Геодезические методы

Применение нивелиров и теодолитов позволяет с высокой точностью измерить смещения и отклонения конструкций. Такой подход играет важную роль в контроле изменений в фундаменте и для определения осадки строения.

Использование датчиков и систем автоматического мониторинга

Современные технологии позволяют использовать датчики и системы для постоянного мониторинга состояния конструкций в режиме реального времени. Среди них:

- датчики перемещений (линейные, точечные) – для отслеживания смещений и деформаций отдельных элементов конструкции;
- инклинометры и наклонные датчики – для измерения углов наклона зданий или отдельных частей конструкции;
- ультразвуковые и лазерные системы – для более точных измерений и выявления скрытых деформаций;
- беспроводные сенсорные сети (IoT) – системы, которые позволяют собирать данные с большого числа датчиков, интегрированных в сеть и передающих информацию на центральную станцию.

Аэросъемка и спутниковый мониторинг

Современные спутниковые технологии и дроновые системы позволяют проводить мониторинг больших территорий и отслеживать деформации на уровне города или области. Аэросъемка используется для получения изображений в высоком разрешении, что важно для контроля крупных объектов.

Современные технологии и инновации

С развитием цифровых технологий в строительстве появляются новые подходы к контролю за состоянием зданий:

- Использование беспилотных летательных аппаратов. Дроны позволяют быстро и эффективно проводить мониторинг деформаций зданий, особенно в труднодоступных местах. Они оснащены камерами и датчиками, что делает их идеальными для проверки состояния сооружений.
- 3D-сканирование и фотограмметрия. Эти технологии позволяют создавать точные трехмерные модели зданий, которые используются для анализа деформаций. Таким образом можно получить детализированные изображения с точностью до миллиметров.
- Интеграция систем мониторинга в информационные модели зданий (BIM). Это позволяет проводить не только изучение, но и анализ данных в реальном времени, а также прогнозировать возможные проблемы.
- Аналитика и прогнозирование на основе собранных данных. Это помогает принимать превентивные меры.

Мониторинг деформаций зданий — ключевая составляющая для обеспечения их долговечности и безопасности. Регулярный контроль позволяет предотвратить аварийные ситуации, продлить срок службы объектов, обеспечив их надежность на протяжении многих лет.

Если вам требуется постоянный контроль за состоянием зданий, мы предлагаем [разработку](#) и внедрение систем автоматического мониторинга. Такие решения позволяют в режиме реального времени отслеживать критические параметры конструкций, анализировать данные и оперативно реагировать на любые отклонения.