

М.А. Гендельманның 110 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары – 19» халықаралық ғылыми - практикалық конференциясының материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 19, посвященной 110-летию М.А. Гендельмана». - 2023.- Т. I, Ч. IV. – С. 16-19.

УДК528.482 (69.058.2)

МЕТОДИКА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК

*Қуанышбек Т.К., докторанта
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина,
г. Астана*

Мониторинг инженерно-строительных сооружений, зданий гражданского назначения включает в себя периодические или непрерывные наблюдения для оценки общего текущего состояния объекта, а также определения необходимости восстановления, реконструкции или разрушения сооружения [1].

Этот процесс включает в себя проведение различных видов измерений с использованием различных датчиков. Измерения и результаты должны быть точными и надежными, т.е. достоверными, и проверенными на значимость [2]. Результаты измерений представляют собой важный параметр при оценке состояния и безопасности конструкций, и это особенно важно для конструкций, используемых сверх проектного срока службы. Любой вид повреждения или значительной деформации влияет на безопасность сооружений и зданий, например, мостов, плотин, башен или небоскребов, и это может привести к их закрытию или даже обрушению [3]. Роль и значение геодезистов в планировании и строительстве гражданских сооружений хорошо известны, но мониторинг зданий и сооружений является одной из ключевых задач инженерной геодезии, наряду с топографической съемкой и разбивкой местности, которые играют большую роль в планировании и строительстве. Геодезический мониторинг является одним из аспектов систем мониторинга в целом. Существует два подтипа геодезического мониторинга [2]:

- структурный мониторинг (основанный на вибрации) относится к измерению и оценке динамических смещений и собственных частот гражданских зданий и инженерных сооружений, таких как мосты, туннели, плотины, железные дороги, башни или небоскребы, то есть, как правило, рукотворных объектов;

- геомониторинг, напротив, используется как термин для определения изменений, движения или деформации несущих строительных конструкций, таких как крены и осадки.

Основной целью геодезического мониторинга является определение статистически значимых геометрических изменений размера, формы и положения между двумя или более циклами измерений [4]. По данным мониторинга можно принять меры по предотвращению материального и нематериального ущерба.

В настоящее время в Казахстане часто используется традиционный, классический методы геодезических наблюдений за зданиями и сооружениями наряду с современными методами, что позволяет значительно увеличить точность и достоверность полученных данных.

В строительстве объектов гражданского назначения, такие как жилые дома, объекты культурно-бытового назначения и общественные здания традиционно применяются сборные железобетонные конструкции.

В связи с последними событиями в Турции, где после землетрясения обрушились множество зданий гражданского назначения, геодезический контроль в системе контроля за состоянием домов в сейсмических районах принял особое значение. Существует разные мнения экспертов по причине обрушения домов, главным из которых является не соблюдение строительных норм и правил безопасности во время строительства, а именно качество строительных материалов несущих конструкций. Согласно последним правилам, строители в сейсмоопасных регионах должны использовать в несущих сборных конструкциях высококачественный бетон, армированный стальными стержнями. Колонны и балки должны быть распределены так, чтобы эффективно поглощать сотрясения от подземных толчков. Однако соблюдаются эти правила плохо.

По мнению профессора ЦНИИП Минстроя Владимира Гурьева даже если объект был построен правильно, через некоторое время под воздействием природных условий возникает дефицит сейсмостойчивости. Поэтому должна работать система контроля за состоянием домов в сейсмических регионах. При проектировании конкретного объекта параметры конкретизируются, делается детальное районирование и микрорайонирование, поскольку на месте строительства может оказаться грунт, который добавит баллов к общей сейсмичности, поясняет Гурьев. Высотные дома менее устойчивы, здания с большими пространствами тоже, что учитывается при проектировании, подмечает профессор. В связи с этим в России уделяется особое внимание мониторингу за состоянием зданий и сооружений, разработаны современные приборы контроля.

«В годы СССР существовала серьезнейшая система мониторинга, были созданы карты сейсмической активности различной детализации, разработаны десятки методов снижения негативного воздействия, такие как сейсмоизоляционные пояса, специальные конструкции оснований и фундаментов, расчет размещения зданий с учетом параметров грунтов. На этих разработках в значительной мере базируется современное проектирование в Китае, где даже небоскребы успешно пережили ряд серьезных землетрясений в последние десятилетия», - отмечает Эксперт Общественного совета при Минстрое Илья Пономарев.

В связи с вышесказанным основными задачами геодезического мониторинга в зависимости от стадии жизненного цикла должны быть:

- в процессе строительства – оценка принятых проектных решений (по СП 22.13330) совместно с геодезическим контролем строительства (по СП 126.13330) и геотехническим контролем свойств грунтов оснований фундаментов (по ГОСТ 24846 и СП 305.1325800);

- в период эксплуатации – геодезическая оценка влияния природно-техногенных условий эксплуатации на устойчивость технологического оборудования, строительных конструкций, инженерного сооружений в целом и территории его размещения.

В процессе строительства должны быть предусмотрены такие геодезические методы и средства, которые позволяют учитывать объективное изменение условий измерений, включая потерю геодезических пунктов, центров, реперов и изменение методики за счет изменяющихся условий строительства.

На период эксплуатации объекта программа геодезического мониторинга должна быть актуализирована и должна включать обоснованные автоматизированные средства геодезического контроля деформаций (роботизированная тахеометрия, спутниковое координирование, лазерное сканирование, высокоточная инклинометрия, гидростатическое нивелирование) [5].

Одним из примеров геодезического мониторинга были геодезические наблюдения несущих конструкций объекта гражданского строительства, здания бывшего министерства финансов в городе Алматы. Наблюдения выполнялись с помощью электронного тахеометра фирмы «Leica Geosystems» серии TC1201+. На рисунках 1-2 представлена схема определения отклонений несущих железобетонных балок от горизонтальной плоскости координатным способом.

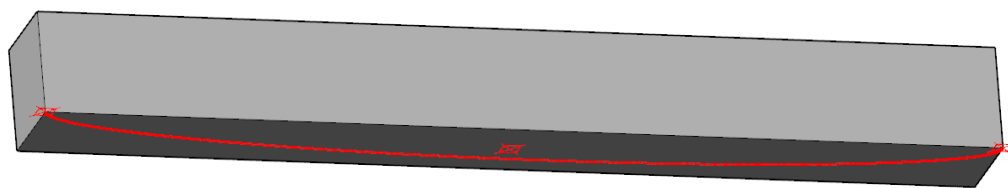


Рисунок 1– Схема определения абсолютной и относительной величины прогиба железобетонных балок координатным способом



Рисунок 2– Геодезические измерения балок при помощи электронного тахеометра Швейцарской фирмы «Leica Geosystems» серии TC1201+

Для симметричного прогиба абсолютную величину стрелы прогиба $f_{абс}$ и относительный прогиб $f_{отн}$ вычисляют по формулам 1 и 2:

$$f_{абс} = \frac{2Z_2 - (Z_1 + Z_3)}{2}; \quad (1)$$

$$f_{отн} = \frac{f_{абс}}{L}, \quad (2)$$

где Z_1 и Z_3 - вертикальные смещения крайних точек рассматриваемого участка прямой линии;

Z_2 - вертикальное смещение средней точки участка;

L - расстояние между крайними точками (длина изогнувшейся части пролета).

Анализ результатов наблюдений показал, что полученные величины отклонения от горизонтальной плоскости на всю длину выверяемого участка незначительны и не превышают допустимого по нормам значения.

Допустимая величина прогиба (выгиба) составляет при длине $L=12$ м (48мм); при $L=8$ м (40мм); при $L=3,5$ м (23мм); согласно СНиП 2.01.07-85*, «Нагрузки и воздействия», таблица 19 п.2(а).

Предельные отклонения нормативных величин по результатам геодезической съемки были сопоставлены с данными СНиП 2.01.07-85*, «Нагрузки и воздействия» в связи с тем, что предельные отклонения деформаций принимались по техническим нормам, которые действовали в период проектирования здания.

Использование предлагаемой методики позволяет оперативно получить полную картину всех видов деформаций и своевременно разработать мероприятия по обеспечению устойчивости строительных конструкций.

Список литературы

1. Paar, R.; Marendić, A.; Jakopec, I.; Grgac, I. Vibration Monitoring of Civil Engineering Structures Using Contactless Vision-Based Low-Cost IATS Prototype [Text] / Sensors, - 2021. - №21. - P. 7952. <https://doi.org/10.3390/s21237952>
2. Wagner, A. New Geodetic Monitoring Approaches using Image Assisted Total Stations [Text] / Ph.D. Thesis, Technische Universität München, München, Germany, 2017.
3. Paar, R. Geospatial Data Bases of Objects in the Highway Management System of the Republic of Croatia [Text] / Ph.D. Thesis, University of Zagreb, Faculty of Geodesy, Zagreb, Croatia, 2010.
4. Paar, R.; Roić, M.; Marendić, A.; Miletić, S. Technological Development and Application of Photo and Video Theodolites [Text] / Appl.Sci. - 2021. - № 11. - P. 3893.
5. СТО СРО-Г 60542954 00007-2020. Геодезический мониторинг. Наблюдения за осадками и кренами зданий и сооружений [Текст] / Издание официальное. Москва, 2020.