

Мониторинг зданий и котлованов

Часть 2

К.А. АЙМЕ, директор компании SISGEO SRL (Италия)



Рассматриваются методы и средства конструктивно-геотехнического мониторинга зданий и котлованов.

• Смещения несущих элементов

В случае двух отдельных элементов, которые способны двигаться независимо друг от друга, могут использоваться измерители соединений с электрическим потенциометрическим линейным датчиком на подвижной штанге, в одноосном и трехосном вариантах (рис. 10).

Перемещения потенциометрической штанги, равные относительно смещению элементов, преобразуются датчиком в электрический сигнал.

В этом случае тоже следует позаботиться о том, где будут проходить кабели и о месте для централизации и ведения измерений.



Рис. 10

Важным показателем считается также относительное смещение по горизонтали между вершиной надземной конструкции и ее основанием. Соответствующим инструментом контроля здесь является *прямой маятник*, размещенный в специальной или лифтовой шахте, состоящий из стального троса, закрепленного сверху (в верхней части здания) и натягиваемого снизу гирей, колебания которого демпфируются в емкости с минеральным маслом.

Измерения как в ручном, так и в автоматическом режиме, проводимые вблизи от емкости, дают картезианские координаты троса в локальном плане (по X-Y).

Для вертикальных движений в некоторых точках, расположенных по горизонтальной проекции, можно еще использовать *системы контроля осадок DSM*.

• Ротационные движения (наклоны) стенок конструкции

Измерения ротационного движения стенок ведутся с применением *поверхностных наклономеров*, выпускаемых в различных моделях, различающихся между собой типом и характеристиками датчиков наклона. Наклонометры устанавливаются в настенном положении

стационарно, на неподвижных консолях (рис. 11).

Измерения проводятся в ручном режиме, с помощью переносных станций и съемных наклономеров (тип *Tilli*). В момент измерения наклономер попросту помещается на опорную фигурную пластину и прижимается к стене.

Эти приборы не требуют проникающей установки, так что на стене ничего не видно, только лишь в момент проведения замеров.

• Поверхностные и глубинные смещения грунта

Для мониторинга смещения грунта поблизости от уже существующих зданий, которые затрагиваются земляными работами, применяется несколько инструментальных систем. Мониторинг относительных смещений между двумя неподвижными точками на поверхности выполняется *ленточным дистанциометром с ручным снятием показаний* (рис. 12).

Дистанциометр состоит из градуированной стальной ленты, связанной с электронным шаблоном в сотых долях миллиметра, который натягивается между двумя контрольными (сходящимися) анкерными болтами с функцией неподвижных точек (по сути это эффек-



Рис. 11



Рис. 13

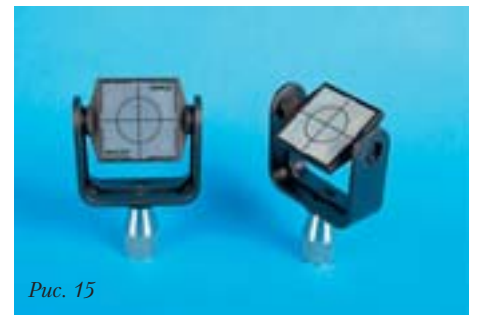


Рис. 15



Рис. 12



Рис. 14



Рис. 16



Рис. 17



Рис. 19



Рис. 21



Рис. 18



Рис. 20



Рис. 22

тивный электронно-механический аналог топографической мерной стальной ленты).

В дальнейшем измеряется изменение расстояния между болтами, соответствующее относительному смещению.

Глубинные смещения измеряются еще и *многоточечными экстенсόμεтрами*. В этом случае приборы должны устанавливаться на субгоризонтальном уровне и быть направлены в сторону зданий, за которыми ведется наблюдение. Вид наружной части такого прибора представлен на рис. 13.

В грунте по фризам (контуру) наблюдаемых зданий могут еще устанавливаться вертикальные инклинометрические трубки, возможно с дополняющими за мерами вертикальных деформаций посредством *тензометрического магнитного зонда T-REX*.

• Смещения конструкций

Для таких смещений требуется применение, по меньшей мере, одной *системы DSM с изменяемым уровнем* (рис. 14).

Установка датчиков снаружи здания менее желательна, но более проста, в частности и для обслуживания. Измерения уровня должны дополняться *температурными показателями*, поскольку система DSM очень чувствительна к изменениям температуры. Следовательно, надо будет предварительно определить закономерности поведения в зависимости от температуры так, чтобы очистить показания от температурного эффекта.

Температура отслеживается с помощью *термометров с платиновыми датчиками или термисторными*.

Один или несколько *оптических отражателей* (рис. 15) позволят провести топографическое нивелирование в нужных контрольных точках с одной базы.

Локальные смещения между независимыми элементами конструкции исследуются обычными *измерителями стыков (однобазовый измеритель трещин)* в одноосном и трехосном вариантах. При наличии трещин в изделиях изменение расстояния между краями поврежденного места контролируются *измерителем трещин* (рис. 16). Снабженные двумя элементами для стационарного крепления вперекладку над разломом, измерители трещин могут быть *механического или электрического типа*.

• Ротационные движения стенок конструкции

Наиболее подходящим инструментом для этого вида измерения являются поверхностные наклонометры: магниторезистивные бесконтактные маятники, стержневые клинометры, компенсационный серво-акселерометр (рис. 17).

В том случае, если они применяются с внешней стороны конструкции, подвергающейся мониторингу, должны быть предусмотрены измерения температуры для того, чтобы отделить тепловые эффекты от механических.

4. Измерительные системы

Определив параметры измерений и приборы, для завершения разработки системы и рабочего плана мониторинга необходимо установить:



Рис. 23

- места прокладки кабелей (электроприборы);
- вид и конструкцию измерительных систем.

Места прокладки кабелей должны определяться так, чтобы обеспечить для них должную степень защиты от различных видов деятельности на строительной площадке (рис. 18).

В общих случаях приборная установка должна предусматривать режим физической коммутации (кроссировку), наличие нескольких распределительных коробок, где соединяются на входе до 10 одножильных кабелей, во время как оттуда выходит один или несколько многожильных кабелей. Коробки могут быть оборудованы внутри противогрозовыми предохранителями (рис. 19). Многожильные кабели направляются затем в специальные централизованные пункты, где терминалы связаны с одной или несколькими измерительными панелями. Каждая панель снабжена шестипозиционным переключателем для включения приборов и может быть соединена с противогрозовым предохранителем.

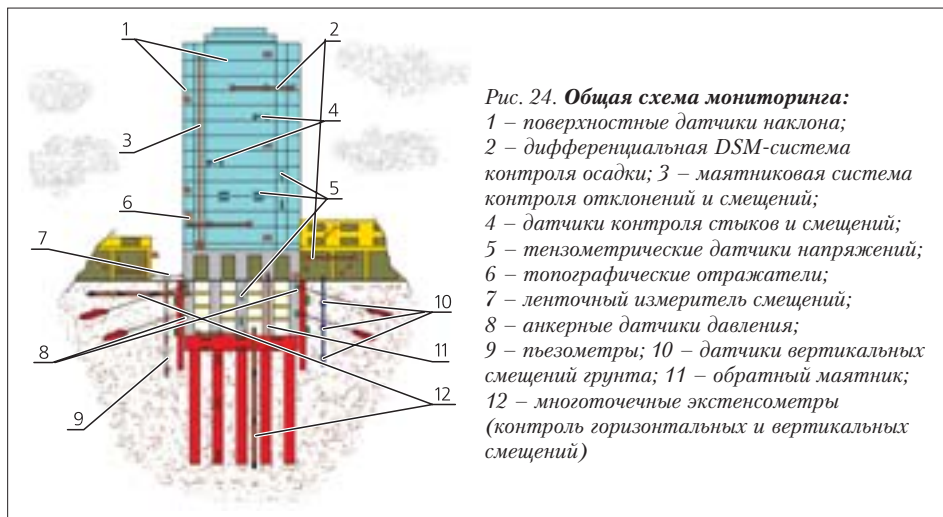


Рис. 24. Общая схема мониторинга:
 1 – поверхностные датчики наклона;
 2 – дифференциальная DSM-система контроля осадки; 3 – маятниковая система контроля отклонений и смещений;
 4 – датчики контроля стыков и смещений;
 5 – тензометрические датчики напряжений;
 6 – топографические отражатели;
 7 – ленточный измеритель смещений;
 8 – анкерные датчики давления;
 9 – пьезометры; 10 – датчики вертикальных смещений грунта; 11 – обратный маятник;
 12 – многоточечные экстенсометры (контроль горизонтальных и вертикальных смещений)

К панелям с помощью небольшого кабеля с переключателями подключаются универсальные измерительные приборы и электронные станции (рис. 20) для измерений вручную. Если количество установленных приборов значительно, с продолжением строительных работ необходим постепенный переход к автоматическим измерениям, подключая ранее установленные приборы

к одной или нескольким системам сбора данных.

Такие системы позволяют обрабатывать данные сотен приборов, хранить в памяти большой объем считанного материала и выполнять такие функции, как анализ полученных величин, установка порогов тревоги, передача на удаленные центры, управляющие сетью приборов.

Основной блок сбора данных ADK-10 (рис. 21) строится вокруг модуля CR-10X, производимого Campbell Scientific; каждый модуль может быть расширен с добавлением на входе до 6 карт multiplexer, достигая мощности 192 каналов (рис. 22).

Всеи обработкой данных системы ADK-10 заведует программное обеспечение Multilogger посредством персонального компьютера. Соединение со сбором данных может быть как прямое, посредством кабеля и коммуникационных портов RS232 или RS485, так и дистанционное, через телефонный или GSM-модем.

В последнем случае, данные, собранные с ADK-10, передаются на дистанционный центр контроля, который систематизирует полученные измерения, обрабатывает их и выдает в форме таблиц и графиков (рис. 23).

Общая схема (рис. 24) иллюстрирует применение геотехнических средств при возведении высотного сооружения на сложном основании. Полный текст статьи и схемы мониторинга приведены на сайте www.gpiko.ru.