

УДК 621.317

УСТРОЙСТВО ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СТРОИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

К.т.н. Пономарева Е.А.

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

Участившиеся случаи катастроф и разрушений жилых домов и сложных сооружений заставляют обратить особое внимание на контроль состояния существующих зданий, строительство новых объектов и организацию их мониторинга.

Инструментальный мониторинг строительных конструкций и оснований зданий может проводиться в разных направлениях. Например, геотехнический мониторинг.

Геотехнический мониторинг представляет собой систему слежения за параметрами, характеризующими основания зданий или сооружений, которая обеспечивает безопасное и эффективное осуществление строительно-технологических процессов, ввод и последующую эксплуатацию зданий и сооружений [1, 2].

Существуют многочисленные строительные ситуации, которые требуют обязательной организации и проведения геотехнического мониторинга. К ним относятся и работы по реконструкции зданий и сооружений. При этом увеличивается влияние технологических процессов на окружающие объекты.

Геотехнический мониторинг, также, применяется для оценки надежности системы сооружение-основание, своевременного выявления дефектов, предотвращения аварийных ситуаций, оценки правильности прогнозов и принятых методов расчета и проектных решений.

Как правило, даже тщательно проработанный проект и опыт производственной организации еще не гарантируют абсолютного успеха при производстве работ. В процессе строительства, и в частности устройства оснований и фундаментов, возникает большое число дополнительных факторов, трудно поддающихся учету. К ним относятся неполное соответствие реальных геологических условий геологическому разрезу, полученному при изысканиях; технологические особенности производства работ; используемая строительная техника; нарушение технологических правил и многое другое [3, 4].

Неблагоприятное влияние каждого из этих факторов или их сочетания может привести в дальнейшем к аварийным повреждениям конструкций строящегося или окружающих зданий.

Выявить развитие неблагоприятных тенденций при производстве геотехнических работ, возведении надземной части сооружения и в первый период его эксплуатации позволяют регулярные инструментальные наблюдения и оперативное управление ходом работ — геотехнический мониторинг. Результаты геомониторинга в ряде случаев позволяют обеспечить повышение достоверности расчетов оснований и массивов грунтов.

Целью геомониторинга является обеспечение высокого качества строительства и сохранности зданий и сооружений окружающей застройки.

При строительстве уникальных и ответственных сооружений, таких как плотины, дамбы, гидро-, тепло- и атомные электростанции, сооружения башенного типа и др., оборудование их оснований и конструкций контрольно-измерительной аппаратурой является необходимым и обязательным мероприятием. В качестве основных элементов инструментального мониторинга служат датчики, которые воспринимают изменение измеряемого параметра. В качестве первичных преобразователей при геотехническом мониторинге довольно часто используются датчики угла наклона:

- для контроля изменения пространственных характеристик объекта, структурной целостности строительной конструкции в целом, технологических швов, стыков и сочленений, перемещений основных элементов относительно друг друга;
- контроля состояния грунтового массива в основании и в окрестности здания, влияющих на окружающую застройку.

На рисунке 1 изображено расположение инклинометрического преобразователя для определения вертикального смещения грунтового основания строительного сооружения.



Расположение
чувствительного

Рис. 1. Расположение инклинометрической системы для определения вертикального смещения грунта

Таким образом, в геотехническом мониторинге особую роль играют устройства контроля за осадками и деформациями строительных конструкций

и сооружений.

Известны устройства для измерения угла наклона скважины различных принципов действия.

Так, известно устройство для измерения зенитного угла наклона скважины, которое содержит конусный маятник с упругим элементом, который снабжен тензометрическими датчиками, соединенными электрическим кабелем с регистратором. Существенным недостатком данного прибора является сложность конструкции, что приводит к сравнительно невысокой надежности, а также невысокой точности и низкой чувствительности при малых углах отклонения от вертикали [5].

Известно также устройство, состоящее из чувствительного элемента в виде маятника и катушки индуктивности, выполненной в виде соленоида [6]. Недостатком прибора является невысокая точность при измерении малых углов отклонения от вертикали.

Для решения технической задачи повышения точности измерения малых углов отклонения от вертикали в процессе геотехнического мониторинга строительных сооружений предлагается использовать магнитометрический датчик угла наклона с тонкой бериллиевой струной с пермалловым покрытием один конец которой закреплен, а другой свободен в качестве чувствительного элемента [7].

Датчик состоит из корпуса 1, выполненного в виде цилиндра, сердечника 2, выполненного в виде тонкой бериллиевой струны с пермалловым покрытием, один конец которой закреплен, а другой свободен, обмотки возбуждения 3, компенсационной обмотки 4, сигнальной обмотки 5, фазочувствительного усилителя 6, резистора обратной связи 7 (рис. 2).

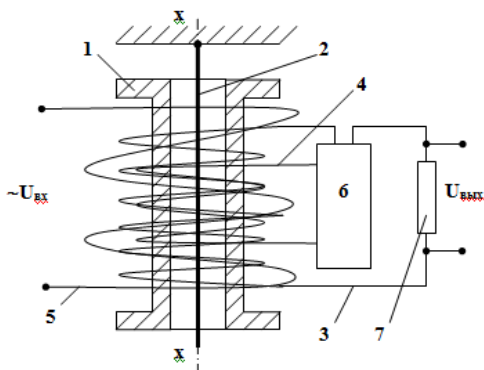


Рис.2. Функциональная схема магнитометрического датчика угла наклона

1 – корпус датчика, 2 – сердечник, 3 – обмотка возбуждения, 4 – компенсационная обмотка, 5 – сигнальная обмотка, 6 – фазочувствительный усилитель, 7 – резистор обратной связи.

Магнитометрический датчик угла наклона работает следующим образом.

Пусть датчик закреплен в вертикальной скважине, при этом ось чувствительности \vec{x} датчика совпадает с вертикалью места (направлением вектора ускорения свободного падения). Под действием магнитного поля Земли в сигнальной обмотке появляется напряжение, пропорциональное проекции вектора напряженности магнитного поля Земли \vec{T} на ось чувствительности \vec{x} датчика угла наклона. При этом напряжение на резисторе 7 обратной связи является выходным сигналом, который пропорционален модулю измеряемого вектора напряженности магнитного поля Земли и косинусу угла поворота оси чувствительности \vec{x} датчика относительно \vec{T} :

$$U = U_0 + U_m \cdot \cos(\vec{T}, \vec{x}) \quad (1)$$

где U_0 – часть выходного сигнала, не являющаяся функцией измеряемых параметров вектора напряженности магнитного поля Земли;

U_m – наибольшее значение выходного сигнала.

При отклонении скважины от вертикали сердечник 2 под действием силы тяжести деформируется, что приводит к изменению индуктивности катушки. При этом сигнал на резисторе обратной связи 7 изменяется на величину, пропорциональную углу отклонения (рис.3).

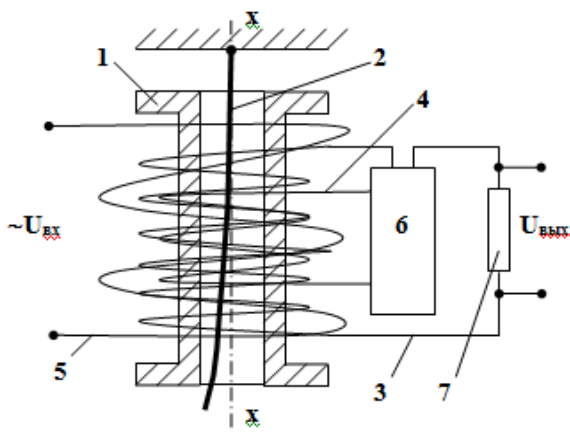


Рис.3. Принцип работы магнитометрического датчика угла наклона

Точность определения угла отклонения от вертикали зависит от длины бериллиевого магнитопровода и может быть выбрана, исходя из необходимой точности измерения.

Простота конструкции датчика, сокращение механических соединений приводит к тому, что повышается надежность работы системы, а также уменьшаются погрешности измерения.

Выводы.

Для повышения точности определения угла наклона предложено устройство геотехнического мониторинга строительных сооружений, которое предназначено для контроля величины отклонения от вертикали зданий и сооружений, как в процессе возведения, так и в процессе эксплуатации.

При увеличении длины чувствительного элемента увеличивается чувствительность устройства.

Предлагаемый магнитометрический датчик угла наклона представляет собой принципиально новый подход к конструкции датчиков и может быть использован для контроля отклонения от вертикали зданий и сооружений, а также для контроля за осадками и деформациями строительных конструкций.

К достоинствам датчика относятся надежность, простота конструкции, возможность эксплуатации в широком температурном диапазоне.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Дудлер И.В., Королев М.В., Ухов С.Б. «Взаимосвязь инженерно-геологических, геотехнических и геоэкологических аспектов обеспечения надежности строительства городских заглубленных подземных сооружений». Материалы конференции «Подземный город, геотехнология и архитектура». «Тема», С.-Петербург, 2008г. – с. 520-523.
2. Далматов Б.И. Механика грунтов. Основы геотехники.– М.: СПб., 2000.- 202 с.
3. Проектирование фундаментов зданий и подземных сооружений: Учеб. пособие / Под ред. Б.И. Далматова. М.: АСВ; СПб.: СПбГАСУ, 2001.- 440 с.
4. Теличенко В.И. «Критические технологии в строительстве». Журнал «Строительные материалы, оборудование и технологии XXI века» №1, январь 1999г., с. 29.
5. Авторское свидетельство Российской Федерации № 2018648, Е 21 В 47/022, Публикация 1994, 30 августа, Бюллетень №16.
6. Авторское свидетельство СССР №970105, G 01 C 9/02, Публикация 1982, 30 октября, Бюллетень №40.
7. Магнитометричний датчик кута нахилу: Д. п. 11920, МПК G01C 9/02 /Г.М. Ковшов, О.А. Пономарьова, О.В. Садовникова. – Заявл. 11.07.2005; Опубл. 16.01.2006, Бюл. №1. – 2 с., іл.