© Е.А. Гурьева, 2008

УДК 624.131.526

Е.А. Гурьева

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Семинар № 12

В настоящее время задача определения микродеформаций грунтовых оснований площадок стратегических промышленных объектов наиболее эффективно решается с использованием геодинамического мониторинга, организованного на базе геодезических измерений. Такие измерения выполняются на наблюдательных пунктах (реперах), основания которых закладываются в скальные, полускальные или другие коренные, практически несжимаемые, грунты.

Следует отметить, что до настоящего времени при обработке результатов геодезических наблюдений рассматривались временные зависимости показаний каждого установленного на объекте репера в отдельности. Из анализа совокупности таких зависимостей делался вывод о микродеформациях основания объекта.

Суть предлагаемой методики состоит в математическом моделировании совокупности геодезических измерений, выполненных на площадке промышленного объекта, в виде оформляющих геометрических фигур: прямой, плоскости, окружности и эллипса.

Вариант обработки результатов геодезических наблюдений выбирается исходя из типа полученной в результате визуализации геометрической фигуры. При этом для первого типа геометрической фигуры применяется моделирование от оформляющей прямой. Для второго типа геометрической фигуры при обработке экспериментальных данных используется моделирование от оформляющей окружности (для определения горизонтальных микродеформаций промплощадок) и моделирование от оформляющей плоскости (для определения вертикальных микродеформаций промплощадок). Для третьего типа геометрической фигуры при обработке экспериментальных данных используется моделирование от оформляющего эллипса (для определения горизонтальных микродеформаций промплощадок) и моделирование от оформляющей плоскости (для определения вертикальных микродеформаций промплощадок).

В основу модели вычисления микродеформаций линейного объекта от оформляющей прямой положено представление совокупности геодезических измерений для каждого цикла наблюдений на объекте в виде некоторой (оформляющей) прямой. Разработан математический аппарат для нахождения коэффициентов такой прямой. При этом коэффициенты уравнения прямой a и b определяются по данным геодезических измерений с использованием метода наименьших квадратов. В результате обработки данных геодезических на-

блюдений для рассматриваемого линейного объекта (створа) для каждого (k-го) цикла наблюдений находятся значения a_k, b_k, общий сдвиг створа C_k, а также угол φ_k между оформляющими прямыми, определенными для начального и k-го циклов измерений. Полученные значения C_k и φ_k характеризуют микродеформации рассматриваемого створа в горизонтальной плоскости за время, прошедшее между начальным и k-м циклами наблюдений.

Суть модели вычисления микродеформаций грунтового основания **от оформляющей плоскости** состоит в том, что совокупность геодезических измерений для каждого цикла наблюдений на объекте представляется в виде некоторой (оформляющей) плоскости. За оформляющую плоскость принимается такая, при которой сумма квадратов отклонений точек изучаемого слоя земли от плоскости будет минимальной. Разработан математический аппарат для нахождения коэффициентов *a, b, c* уравнения оформляющей плоскости. При этом положение оформляющей плоскости в пространстве определяется по данным геодезических измерений с помощью метода наименьших квадратов.

В результате обработки данных геодезических наблюдений по предлагаемой методике для каждого цикла наблюдений определяются значения коэффициентов *a, b, c* оформляющей плоскости, а также значения углов α, β, γ, которые образует нормаль с осями координат x, y, z соответственно, и длину перпендикуляра P, опущенного из начала координат на оформляющую плоскость. При этом по значениям длины перпендикуляра P делается вывод о микродеформациях площадки в вертикальном направлении за время, прошедшее между циклами измерений.

В том случае, если пункты наблюдений за смещениями грунтового основания устанавливают по периметру фигуры неправильной геометрической формы, для расчета микродеформаций грунтового основания пред-лагается использовать математическую модель на основе **оформляющего эллипса**. Эта модель предполагает представление совокупности геодезических измерений, выполненных в одном цикле наблюдений, в виде эллипса, расположенного в горизонтальной плоскости. Разработан математический аппарат для нахождения величин полуосей оформляющего эллипса *a* и *b*, и координат его центра. При этом положение оформляющего эллипса в пространстве определяется по данным геодезических измерений с помощью метода наименьших квадратов.

Задача решается методом последовательных приближений. При этом нулевое приближение величин полуосей оформляющего эллипса и координат его центра a_0, b_0, X_{c0}, Y_{c0} выбирается в результате экспертной оценки. Вычисления методом последовательных приближений в рассматриваемом случае продолжаются до выполнения критериев по погрешности параметров оформляющего эллипса.

Такие вычисления проводятся для каждого цикла геодезических наблюдений на конкретной площадке. При этом по изменению координат центра оформляющего эллипса делается вывод о микродеформациях грунтового основания промплощадки в горизонтальном направлении.

В том случае, если пункты наблюдений за смещениями грунтового основания устанавливают по периметру фигуры более правильной геометрической формы, чем эллипс, т.е. ближе по форме к окруж-

ности для расчета микродеформаций грунтового основания предлагается использовать математическую модель на основе **оформляющей окружности**. Эта модель предполагает представление совокупности геодезических измерений, выполненных в одном цикле наблюдений, в виде окружности, расположенной в горизонтальной плоскости. Разработан математический аппарат для нахождения величин радиуса окружности R и координат ее центра. При этом положение оформляющей окружности в пространстве определяется по данным геодезических измерений с помощью метода наименьших квадратов.

Задача решается методом последовательных приближений. При этом нулевое приближёние значений радиуса оформляющей окружности и координат ее центра R_0, X_{c0}, $У_{c0}$ выбирается в результате экспертной оценки. Вычисления методом последовательных приближений в рассматриваемом случае продолжаются до выполнения критериев по погрешности параметров оформляющей окружности.

Такие вычисления проводятся для каждого цикла геодезических наблюдений на конкретной площадке. При этом по изменению координат центра оформляющей окружности делается вывод о микродеформациях грунтовых оснований проплощадки в горизонтальном направлении.

Анализ и исследования задачи расчета микродеформаций грунтовых оснований площадок промышленных объектов по результатам проведенных геодезических наблюдений показали, что разработанная методика может быть использована для произвольного расположения геодезических наблюдательных пунктов. Это дает возможность использовать различные наблюдения прежних лет на геодезических пунктах, установленных в процессе строительства сооружений на площадках промышленных объектов. Такие наблюдения, в частности, выполнены для промплощадок ряда российских атомных электростанций.

Практическая реализация методики была осуществлена при помощи специально разработанного пакета прикладных программ «Micro Deform APS». ГИАБ

Коротко об авторах

Гурьева Е.А. – аспирантка, кафедра АСУ, Московский государственный горный университет.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 12 симпозиума «Неделя горняка-2008». Рецензент д-р техн. наук, проф. *Н.И. Федунец.*