

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЙ СООРУЖЕНИЙ ПО СПОСОБУ ОДНОСТОРОННЕГО СТВОРА

Рахимова М.Х., Шамсиева Н.М., Кан К.С. (ТашГТУ)

В статье рассматривается способ одностороннего створа для определения горизонтальной составляющей смещений гидротехнических сооружений и скальных блоков в пределах расположения существующих разломов. Способ предусматривает наличие высокоточного теодолита и визирных марок, отличающийся тем, что для определения величин нестворностей (отклонение марки от створа) используют опорные знаки, находящиеся на одном берегу, а контрольные знаки на сооружении - на продолжении линии створа, что обеспечивает однозначное определение величин смещений наблюдаемого объекта.

Мақолада мавжуд ёрицикларнинг чегараларида жойлашган скал блоклари ва гидротехник иншоотларнинг горизонтал силжишини бир томонли створ орқали аниқлаш усули куриб чиқилган. Ушбу усул юқори аниқликдаги теодолит ва визирлаш маркаларини қўллашни кўзда тутуди, яъни бунда створга мос бўлмаган қийматларни (марканинг створдан огиши) аниқлашда қиргоқнинг бир томонида жойлашган таянч белгилари ва кузатилаётган объектнинг силжиши қийматларини аниқланишини таъминлашда иншоотнинг ўзида жойлашган створ чизиги буйлаб давом эттирилган контрол белгиларини қўлланилиши билан фарқланади.

In clause the way unilateral stvorafor definition of a horizontal component of displacement of hydraulic engineering structures and rocky blocks is considered(examined) within the limits of an arrangement of existing breaks. The way provides presence precision теодолитаand визирныхof the marks distinguished of themes, that for definition of sizes нестворностей(deviation(rejection) of the mark from створа) the basic marks which are taking place on one coast use and control marks on a structure - on continuation of a line створа, that provides unequivocal definition of sizes of displacement of observable object.

Способ одностороннего створа может использоваться при определении горизонтальных смещений гидротехнических сооружений (плотин, тоннелей, зданий станций и дамб различного назначения и т.д.). Организация наблюдений за смещениями этих объектов продиктована необходимостью получения информации о происходящих деформациях и последующем использовании их для обеспечения безопасной эксплуатации вышеприведенных объектов.

Известны различные способы створных измерений, которые позволяют получить горизонтальную составляющую деформации инженерных сооружений. Все эти способы достаточно хорошо разработаны и приведены в различных учебниках [1,2,3].

В приведенных выше источниках рассматривается, в основном, классический вариант створного метода определения величин смещений. Использование его в натуре зависит от конкретных условий расположения объекта и не всегда удается воспользоваться классическим вариантом, когда опорные знаки располагаются на противоположных берегах реки, контрольные - на сооружениях.

Способ одностороннего створа используется тогда, когда нет возможности применять классический способ измерения величин нестворностей (отклонение от створа).

Учитывая это, нами предлагается использовать односторонний створ с расположением опорных знаков (А и В) на одном берегу, а контрольных знаков (1, 2 и 3) на продолжении линии створа, на сооружении (рис.1).

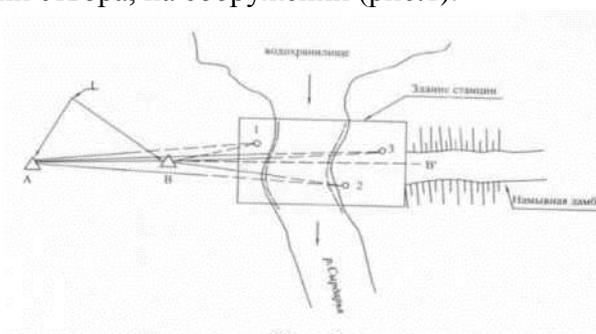


Рис.1

На рис.1 приведена схема расположения опорных знаков (А и В) и контрольных знаков (1, 2 и 3) на сооружении.

1. Д - опорные знаки створа (А и В).
2. о - контрольные пункты створа (1, 2 и 3).
3. Д_{А,В} - 0_{1, 2 и 3} наблюдаемые направления с пунктов А и В на контрольные пункты (1,2и 3).
4. ----- Д_д Д_в- линия створа между пунктами А и В.
5. ----- В В - продолжение линии створа.

Опорные пункты А и В находятся на твердом грунте и на одном берегу, однако по условиям расположения сооружения классический вариант с расположением опорных пунктов на противоположных берегах невозможно, так как с другой стороны к сооружению примыкает насыпная дамба, что исключает установки на ней опорного знака, так как он будет находиться на сжимаемом грунте и претерпевать существенные деформационные изменения. Но технически установить второй опорный знак возможно, но тогда для определения его точного положения из цикла в цикл потребуется создавать дополнительную геодезическую сеть, но это потребует значительных трудовых и финансовых затрат. Поэтому использование предлагаемого нами способа одностороннего створа исключает эти издержки, что и определяет его достоинство.

Для определения величин нестворностей используются наиболее распространенные способы измерения: малых углов и подвижной марки. Они просты в организации и обладают достаточно высокой точностью измерений. По результатам исследований установлено, что определение величин нестворностей по способу малых углов и подвижной марки по точности равноценны.

Подробное описание способов малых углов и подвижной марки дано в работах [1,2,3]:

Вычисление величин нестворностей из одностороннего створа произведено в соответствии с обозначениями, приведенными на рис.2.

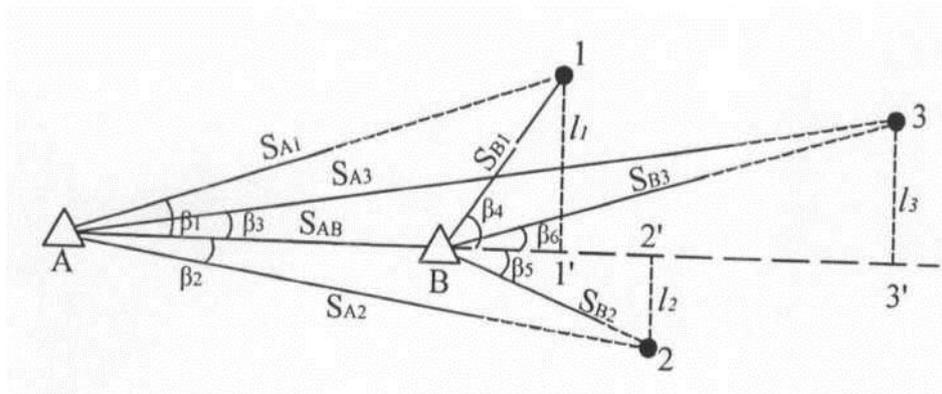


Рис. 2

S_{AB} - расстояние между опорными пунктами А и В.

S_{A1}, S_{A2}, S_{A3} - расстояния определяемых пунктов S_{B1}, S_{B2}, S_{B3} от опорных пунктов А и В.

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ - малые углы, измеренные на определяемые пункты с п. А и В.

l_1, l_2, l_3 - величины нестворностей (отклонения контрольных пунктов 1, 2 и 3 от линии створа АВ и его продолжения).

В общем виде формула для определения величин нестворностей l_i может быть представлена выражением (1):

$$l_i = P_i K_0 + (P_i + P_{i+3}) K_i, \quad (1)$$

где: i - номер определяемого пункта;

3 - количество определяемых пунктов;

$$K_0 = S_{AB}/p; \quad K_i = S_{B_i}/p$$

С учетом известных расстояний (в метрах) приведенных ниже коэффициенты для каждого контрольного пункта подсчитываются заранее и в результате имеем:

$$S_{AB} = 140 \quad K_0 = 0,34 \quad S_{B1} = 160 \quad K_1 = 0,39$$

$$S_{B2} = 210 \quad K_2 = 0,51$$

$$S_{B3} = 260 \quad K_3 = 0,63$$

Тогда формулы (1) с учетом коэффициентов для каждого контрольного пункта примут вид:

$$l_1 = 0,34 \cdot l + 0,39 \cdot (P_1 + P_4),$$

$$l_2 = 0,34 \cdot P_2 + 0,51 \cdot (P_2 + P_5), \quad (2)$$

$$l_3 = 0,34 \cdot P_3 + 0,63 \cdot (P_3 + P_6).$$

После окончательного преобразования формулы (2) примут вид:

$$l_1 = 0,73 \cdot P_1 + 0,39 \cdot P_4$$

$$l_2 = 0,85 \cdot P_2 + 0,51 \cdot P_5 \quad (3)$$

$$l_3 = 0,94 \cdot P_3 + 0,63 \cdot P_6$$

В последующем, после проведения очередного цикла измерений, вычисляются величины нестворностей по каждому контрольному пункту по формулам (3).

$$\text{Величины смещений определяются по формуле (4): } d_i = A_i - A, \quad (4)$$

где d_i - величина смещения;

A_i - величина нестворности в i -ом цикле;

A - величина нестворности в I -ом цикле.

В общем виде формула (3) используется при вычислении величин нестворностей из одностороннего створа, когда контрольные пункты

находятся на продолжении линии створа AB (рис.1). Произведем оценку точности определения величин нестворностей контрольных пунктов (1,2,3), расположенных на продолжении линии створа AB . Для этого продифференцируем формулы (3) и, переходя к средне-квадратическим ошибкам, получим:

$$m_1 = 0,732 \cdot m_1 + 0,392 \cdot m^{\wedge}$$

$$m_2 = 0,85^2 \cdot m_2 + 0,51^2 \cdot m^{\wedge}$$

$$m^{\wedge} = 0,97^2 \cdot m_2 + 0,63^2 \cdot m_2,$$
(5)

Учитывая, что средняя квадратическая ошибка измерения малых углов, по данным [2] и по нашим исследованиям для расстояний до 500м, находится в пределах 0,3 и, учитывая равенство $m_p = m^{\wedge} = m^{\wedge} =$, формулы (5) примут вид:

$$m_h = 1,12 \cdot m_p,$$

$$m_h = 1,36 \cdot m_p,$$

$$m = 1,60 \cdot m_p.$$

Для установления точности наблюдений из одностороннего створа нами было выполнено более 20 циклов измерений. В результате анализа результатов измерений средняя квадратическая ошибка определения смещения наиболее удаленного контрольного знака (420м) составила 0,54мм, что полностью согласуется с данными предрасчета точности измерений.

Однако, как показывает многолетний опыт натурных наблюдений при определении деформаций сооружений и скальных блоков в пределах расположения тектонических подвижек, имеют место различные виды ошибок, связанные с несовершенством приборов, знаков, влиянием окружающей среды и личных ошибок исполнителей.

Все ошибки по их появлению, как известно, делятся в основном на три группы [1]:

1. Инструментальные ошибки.
2. Ошибки, связанные с влиянием внешних факторов.
3. Ошибки субъективного характера (личные ошибки наблюдателя).

Все эти ошибки достаточно хорошо изучены и, используя современные приборы, можно существенно ослабить влияние инструментальных ошибок.

Ошибки, связанные с влиянием внешних условий. К ним относятся: изменение погоды (температуры окружающей среды, направление и силы ветра во время наблюдений), односторонний нагрев опорных знаков, ошибки за рефракцию, конвекционных токов воздуха, различная освещенность визирных целей, являются факторами, влияющими на конечные результаты измерений, которые можно уменьшить или, в конечном счете, свести к минимуму [2,3]. Что касается личных ошибок наблюдателя, то они могут быть случайными и систематическими. Многолетний опыт работ показывает, что эти ошибки также могут быть сведены к минимуму или вовсе исключены из результатов измерений, используя соответствующую методику измерений. С учетом вышеизложенного нами были рассмотрены возможности повышения точности при створных измерениях.

Всего было выполнено более 20 циклов измерений. В результате анализа результатов измерений средняя квадратическая ошибка определения смещения наиболее удаленного контрольного знака (420 м) составила 0,54 мм, что полностью согласуется с данными предрасчета точности измерений.

Такая высокая точность измерений обусловлена, на наш взгляд, прежде всего, следующими факторами [4,5]:

1. Измерения выполнялись в одну видимость.
2. Измерения выполнялись без перестановки лимба, вращением теодолита в одном направлении.
3. За начальное направление принимался наиболее удаленный контрольный знак, а не опорный знак (В) (рис.1).
4. Инструмент и марки защищались от прямого воздействия солнечных лучей.
5. Выбирались наиболее благоприятные погодные условия (изображения марок были четкими).
6. Наблюдения выполнялись путем введения вертикальной нити в изображение марки.
7. Использовались один и тот же теодолит (ОТ-02М) и одни и те же постоянные марки.
8. Использовались знаки, исключаящие элементы приведений (ошибки за центрировку и редукцию практически сведены к нулю)[4,5].
9. Длина ориентирующей линии AB составляет $\sim 1/3$ от общей длины створа.
10. Перед каждым циклом измерений теодолит тщательно исследовался в соответствии с рекомендациями «Программы работ».
11. Для производства работ, причем во всех циклах, привлекался наиболее опытный исполнитель.
12. Проведена четкая организация работ; была тщательно разработана технология выполнения измерений во всех подробностях.

Следует особо отметить, что при организации и проведении створных измерений определяющим является обеспечение стабильности опорных знаков, необходимые сведения приведены в работах [3,4]

Отличительной особенностью проведенных исследований является то, что появляется возможность использования одностороннего створа для определения смещений, расположив опорные знаки с одной стороны наблюдаемого объекта, а определяемые пункты - на продолжении линии створа, сохранив при этом высокую точность измерений при длине линии AB равной $\sim 1/3$ от общей длины створа.

Таким образом, основным достоинством способа одностороннего створа, является обеспечение высокой точности определения смещений, а также сокращение издержек производства, связанные с организацией работ, исключающей необходимость создания дополнительной геодезической сети для определения стабильности второго опорного знака.

Литература

1. Карлсон А.А., Грибов П.Б., Морозов И.В. Натурные наблюдения за деформациями гидротехнических сооружений геодезическими методами. - М.: Эдитус, 2012, С 134-153.
2. Большаков В, Д., Гайдаев П.А. Теория математической обработки геодезических измерений. - М; Недра 1977.-367 с.
3. Карлсон А.А.Измерение деформаций гидротехнических сооружений. - М: Недра,1984. 245с
4. Мурзайкин И.Я. Нужный А.И. Геодезические методы определения осадок и смещений сооружений.- Ульяновск, УГСХА 2008. 258с.