

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ТЕКТОНИЧЕСКИМИ ПОДВИЖКАМИ В ПРЕДЕЛАХ СУЩЕСТВУЮЩИХ РАЗЛОМОВ

И.Я.Мурзайкин, кандидат технических наук, доцент
ФГОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия»,
тел. (8-8422) 55-95-35;

Н.И.Сивакова, главный специалист отдела геодезии и картографии Управления
Росреестра по Ульяновской области

Ключевые слова: подвижки, разлом, тектоника, подвижная марка, насадка, теодолит, створный метод, деформация.

Key words: motions, a break, tektoniks, a mobile measure, a nozzle, a teodolite, sluice method, deformation.

В статье рассматриваются вопросы организации и проведения наблюдений в пределах существующих разломов. Приведены оптические способы измерения величин смещений, схемы определения подвижек на разломах и получение количественных показателей величин деформаций.

Изучение движений пород вдоль трещин в пределах расположения гидротехнических сооружений и крупных карьеров имеет большое значение для решения вопроса о возможности дальнейшего их безопасного функционирования. Поэтому геодезические наблюдения за трещинами и разломами в пределах расположения сооружений должны быть организованы еще в начальный период изысканий до начала строительства. Например, в районе проектируемой Рогунской ГЭС, по результатам высокоточного нивелирования, удалось установить тесную корреляцию между скоростью вертикальных подвижек и сейсмической активностью региона. Скорость движений по трещинам и разломам незначительна. Поэтому к точности геодезических измерений предъявляют повышенное требование, так как стоит задача установления самого факта существования тектонических подвижек в пределах существующих разломов. Как правило, определяют горизонтальную и вертикальную составляющую подвижки по трещине разлома. Плановое смещение по трещинам и разломам определяют из створных и линейных измерений, а вертикальные подвижки – методом

высокоточного нивелирования. В качестве планово-высотных закрепзнаков используют знаки, исключая элементы приведений (за центрировку и редукцию визирных целей). В качестве визирных целей применяют плоские марки специальной конструкции.

В последние годы наибольшее распространение получили оптические способы измерения величин смещений [1]:

а) способ малых углов: измерение параллактического угла между линией створа и направлением на определяемый пункт;

б) усовершенствованный способ подвижной марки.

На рис. 1- 3 приведены схемы расположения опорных и контрольных знаков. В данном случае они могут быть как опорными, так и контрольными.



Рис. 1

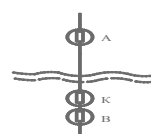


Рис. 2

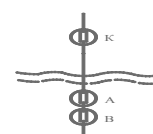


Рис. 3

Определение величин нестворностей производится биполярным способом, углы измеряются с двух концов створа тремя приемами, используя высокоточный теодолит, типа ОТ-О2. Методика определения величины нестворности при усовершенствованном способе подвижной марки приведена в [2]. По точности оба способа равноценны. Необходимость использования того или иного способа диктуется наличием оборудования. При усовершенствованном способе в состав оборудования входят:

1. Высокоточный теодолит.
2. Насадка с плоскопараллельной пластиной.
3. Подвижная визирная марка для определяемого знака.

Кроме того, может использоваться способ одностороннего створа, когда определяемый пункт находится на продолжении линии створа АВ (рис.3).

В результате исследований нам удалось установить, что величины смещений из створных измерений для расстояний до 400 м получают с точностью, порядка $\pm 0,6$ мм. Мы предлагаем опорные и контрольные знаки устанавливать при определении смещений на разломах в пределах 100м. В этом случае средняя квадратическая ошибка определения подвижек составит $m = \pm 0,14$ мм. Таким образом, створным методом появляется возможность определять горизонтальную составляющую, направленную вдоль разлома, т.е. определять величину скольжения одного блока относительно другого с высокой точностью [2]. Другую часть горизонтальной составляющей, направленной вдоль створа или перпендикулярно линии разлома, определяют измерением линии ВА, ВК и АК высокоточными светодальномерами типа мекометр МЕ – 3000.

Что касается определения вертикальной составляющей подвижки блоков разлома относительно друг друга, то она (как указывалось выше) определяется методом высокоточного нивелирования со средней квадратической ошибкой опре-

деления превышения на станции $\pm 0,07$ мм. Как правило, превышение между знаками определяется с одной станции.

Точность определения подвижек по трещинам и небольшим разломам принимается, равной $\pm 0,2-0,3$ мм. А по достаточно большим разломам, в зависимости от расстояний между закрепленными знаками и применяемых светодальномеров, устанавливается с ошибкой $\pm 0,5-1,0$ мм.

Определение подвижек проводят как на поверхности, так и в специальных исследовательских штольнях, пройденных в период изысканий с целью определения геологических характеристик слогаемых на участке пород. Как показывает практика, измерениям в штольнях отдают предпочтение, так как результаты не обременены температурными изменениями горных пород в период наблюдений. Для определения подвижек, как правило, используют поперечники (рис.1-3), а на наиболее крупных разломах мы предлагаем использовать геодезические построения, приведенные на (рис.4 и 5).



Рис. 4

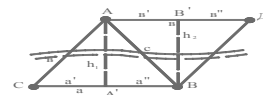


Рис. 5

Схемы определения подвижек на разломах Условные обозначения:

S - площадь треугольника; h - высота треугольника; P - периметр треугольника; a, b, c - стороны треугольника; A', B' - перпендикуляры к сторонам BC и AD; a' и a'' - проекции сторон b и c на «базисную» сторону BC.

Предлагаемые схемы очень просты, но наиболее эффективны при использовании и представлены в виде геометрических фигур: треугольника и параллелограмма. Измеряются все три стороны – при использовании треугольника; в случае параллелограмма – все четыре стороны и одна диагональ. Эти построения

ния позволяют определять подвижки во взаимно перпендикулярных плоскостях: вдоль трещины (скольжение одного блока относительно другого и перпендикулярно трещине) – по нормали. В случае использования треугольника два пункта располагаются на одном блоке, с одной стороны трещины, а третий на противоположной стороне от трещины, разрыва. Обычно треугольники располагают таким образом, чтобы одна из сторон была параллельна линии разлома. Такое расположение создает определенные удобства для последующего определения подвижек, направленных вдоль линии разлома и перпендикулярно к ней. Причем, если восстановить перпендикуляр от одиночного пункта к стороне, соединяющей два других пункта, то он должен пересечь эту сторону, назовем ее «базисом», примерно посередине. В случае использования параллелограмма, и только в этом случае, восстанавливаются два перпендикуляра, деля основание на две части (проекции двух сторон на «базисную» сторону).

Уже на ранней стадии по результатам линейных измерений можно установить характер протекающих деформаций. Однако для получения количественных показателей и более полной детальной характеристики деформационных процессов поступают следующим образом:

1. Определяют площади треугольников по измеренным сторонам (рис.4, 5). Изменение площадей треугольников, происходящее из цикла в цикл, позволяет судить о происходящих деформациях в пределах, ограниченных вершинами треугольников.

2. Вычисляют высоты в треугольниках h (рис. 4) и h_1, h_2 (рис. 5).

3. Вычисляют величины a_1 и a_2 ; расстояния от вершин треугольников С и В (рис. 4, 5), а также в случае параллелограмма «в'» и «в''» соответственно от С и В, от А и Д до оснований перпендикуляров (проекций сторон на базисную сторону).

4. Зная величины a' , a'' и h (рис.4), получаемых из вычислений по результа-

там измерений в циклах, определяют величины смещений блоков в двух взаимно- перпендикулярных плоскостях (вдоль трещины и перпендикулярно к ней) – расхождение блоков или их сближение, а также скольжение их относительно друг друга.

Рассмотренная выше схема определения величин подвижек по тектоническим трещинам и разломам показывает, что в камеральных условиях обработка результатов измерений легко решается с помощью обычных калькуляторов, используя простые математические формулы:

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}, \quad (1)$$

$$\text{где } p = \frac{a+b+c}{2}, \quad (2)$$

$$S = \frac{1}{2}ah, \quad h = \frac{2S}{a}; \quad a_1 = \sqrt{b^2 - h^2}. \quad (3)$$

Условные обозначения даны на (рис. 4).

Таким образом, изменения площадей в пределах закрепленных пунктов (А, В и С и т. д.) показывают, что происходят деформационные процессы и величины смещений конкретно получают из решения треугольников; знаки величин смещений, характеризующие направление движений блоков, получают как разность последующего (очередного) и начального циклов измерений. Знакопеременность подвижек свидетельствует о сложном характере смещений (зависимость их от сейсмических и тектонических процессов, а также от сезонных колебаний температуры и уровня грунтовых вод и др. факторов). По разностям результатов измерений получают, например, $h_1 - h_2 = \Delta h_c$ – величины смещений блоков перпендикулярно линии разлома;

$\Delta a^1 = (a_i^1 - a_i^1)$, $\Delta a'' = (a_i'' - a_i'')$ – величины смещений вдоль разломов (по линии разлома). По величине и алгебраическому знаку величин Δh , $\Delta a'$ и $\Delta a''$ судят о характере движения блоков в пределах

разломов.

Для определения величин смещений блоков в пределах разломов, трещин, как правило, используется треугольник, близкий к равностороннему, с измеренными сторонами (рис. 4, 5).

Вычисления проводят по формулам (1, 2, 3), приведенным выше.

Данная методика определения величин деформаций в пределах разломов может быть использована и для осуществления контроля стабильности опорных знаков, например, при использовании GPS.

Как известно, в качестве исходных пунктов принимаются замкнутые фигуры в виде треугольников, четырехугольников и т. д. и, при этом определяются их координаты или измеряются расстояния меж-

ду ними в каждом цикле измерений, что обеспечивает осуществление контроля стабильности пунктов опорной сети [3].

Литература:

1. Карлсон А.А. Измерение деформаций гидротехнических сооружений. - М.; Недра, 1984.
2. Рахимов В.Р., Мурзайкин И.Я. Определение неотектонических подвижек скальных блоков геодезическими способами (на примере Токтогульской ГЭС // Горный вестник Узбекистана, - Навои, 2006. № 2.
3. Мурзайкин И.Я., Мурзайкин В.И. Контроль стабильности планово - высотной опорной сети // Геодезия и картография. – 2009 № 9. – С.15-18.