

Временные методические указания по проведению контрольных наблюдений за деформациями плотин и дамб хвостохранилищ горно-обогатительных комбинатов

Белгород 1981

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР
Управление горного производства

Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт по осушению месторождений полезных ископаемых, специальным горным работам, рудничной геологии и маркшейдерскому делу
В И О Г Е М

Утверждаю:

И.о.директора института
Ю.В.Пономаренко

30 октября 1981 г.

ВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ПЛОТИН И ДАМБ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТОВ

Белгород 1981

УДК 622-17 : (624.136.5 + 622.83)

Настоящие методические указания составлены в дополнение к Инструкции (временной) по организации и проведению натурных наблюдений на хвостохранилищах обогатительных фабрик с целью конкретизации геодезических методов наблюдения за деформациями плотин и дамб хвостохранилищ.

Указания предназначены для использования при проектировании, строительстве и эксплуатации хвостохранилищ МЧМ СССР.

Работа составлена в Криворожском отделении института ВИОГЕМ инженерами В.И.Вороновым, П.П.Косенко, А.А.Канибо-лоцким. Утверждена секцией НТС института ВИОГЕМ 18 декабря 1980 г. в качестве методических указаний.

© Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт по осушению месторождений полезных ископаемых, специальным горным работам, рудничной геологии и маркшейдерскому делу (ВИОГЕМ), 1981.

В В Е Д Е Н И Е

Современные хвостовые хозяйства горно-обогатительных комбинатов представляют собой сложный комплекс гидротехнических сооружений, в котором наиболее ответственным участком являются плотины и дамбы хвостохранилищ. Проекты отдельных хвостохранилищ предусматривают устройство плотин и дамб высотой 70-80 м и более, длина некоторых из них достигает 12-16 км.

Плотины и дамбы под действием сил, возникающих от их собственного веса, давления воды и хвостов, перемещаются. Измерения деформаций в комплексе с результатами других видов натурных наблюдений позволяют сделать заключение о надежности сооружения.

Применение геодезических методов натурных наблюдений за деформациями гидротехнических сооружений гидроэнергетики и мелиорации регламентируется соответствующими инструктивно-методическими руководствами. При эксплуатации хвостохранилищ геодезические работы приходится производить в специфических условиях: большая протяженность плотин и дамб, превышение гребня дамб над окружающей территорией на десятки метров, постоянное увеличение нагрузок от заиламования, повышение уровня грунтовых вод, периодическое наращивание подпорных сооружений и т.п.

При составлении методических указаний учтены замечания институтов "Союзводоканалпроект", ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева, "Укрводоканалпроект", а также отдела рационального использования полезных ископаемых и маркшейдерского дела и гидротехнического отдела института ВИОГЕМ.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Класс капитальности хвостохранилищ, на которых обязательны геодезические наблюдения за деформациями плотин и дамб, порядок и организация проведения наблюдений, расстояние между створами контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), количество и типы геодезических знаков на створах КИА, рекомендуемые методы и условия их применения, сроки наблюдений приведены в работе [4].

I.2. Для проведения натурных наблюдений за деформациями плотин и дамб в районе расположения хвостохранилища закладывают опорные реперы (ОР), являющиеся составной частью геодезической разбивочной сети, создаваемой в соответствии со СНиП Ш-2-75. ОР закладывают вне зоны деформаций, вызванных хвостохранилищем.

I.3. При закладке геодезических пунктов (опорных вне сооружения и контрольных в сооружении) проверяют условия видимости между ними и возможность проведения угловых измерений в соответствии с проектом в течение всего периода наблюдений.

I.4. После закладки геодезических пунктов составляют исполнительный план, на который условными знаками наносят ОР, марки горизонтального смещения (МГС), поверхностные (ПМ) и глубинные (ГМ) марки, другие геодезические пункты, используемые при наблюдениях.

I.5. Перед заполнением хвостохранилища проводят первоначальную серию наблюдений по полной программе на всех пунктах. Первоначальная серия состоит из двух самостоятельных наблюдений, проведенных с интервалом в 3-5 дней. Эти данные являются в дальнейшем исходными для определения смещений и осадок плотины (дамбы).

2. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СМЕЩЕНИЙ

Исходя из требований, изложенных в работе [4], к наблюдениям за состоянием гидротехнических сооружений при их строительстве и эксплуатации и в соответствии с работой [I] допустимые средне-квадратические погрешности M_{Δ} определения горизонтальных смещений подпорных сооружений хвостохранилищ не должны превышать :

при размещении сооружений на скальном основании ± I,5 мм;

для сооружений, возводимых на слабосжимаемых грунтах (модуль

деформации при сжатии $E \geq 2 \cdot 10^7$ Н/м^2), ± 2-3 мм;

для сооружений, возводимых на сильносжимаемых грунтах (при $E \leq 7{,}36 \cdot 10^6$ Н/м^2), и для земляных плотин ± 7 мм.

Измеренное смещение Δ МГС следует считать за действительную величину в том случае, если оно превышает $2M_\Delta$. Отклонения от створа и смещение МГС в сторону нижнего бьефа условно считают положительными, в сторону верхнего - отрицательными.

Для измерения горизонтальных смещений применяют методы створов, геодезических засечек и комбинированный [4].

2.I. Метод створа

По способу измерения отклонения МГС от створа различают метод створа с непосредственным измерением отклонения от створа-

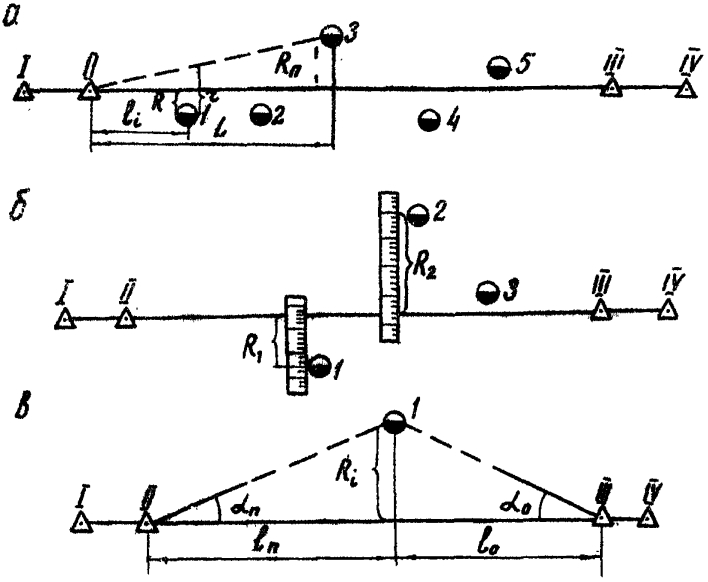


Рис. 2.I. Схема наблюдений створным методом: а - расположение КИА на створе; б- способ визирования; в - способ измерения параллактических углов; △ - ОР; ◒ - МГС.

способ визирования по створу и метод створа с измерением отклонений параллактическими углами – способ параллактических углов.

2.I.I. Способ визирования по створу (рис.2.I.) позволяет определить величину горизонтального смещения контрольного знака непосредственно из результатов наблюдений.

Основное преимущество способа визирования по створу заключается в отсутствии трудоемких наблюдений и вычислений.

Недостатки метода: появление ошибок от неправильного хода окуляра при фокусировании зрительной трубы на разные расстояния; зависимость наблюдателя от своего помощника, который не всегда точно устанавливает визирную марку по сигналу; увеличение ошибки из-за боковой рефракции когда визирный луч проходит вблизи сооружения; невозможность определения продольных смещений.

Для наблюдений применяют геодезические инструменты [6]:

а) инженерный нивелир конструкции В.А.Белицина, позволяющий при помощи окулярного микрометра с одинаковой точностью измерять отклонения от створа как способом визирования на подвижную марку, так и способом параллактических углов; б) алиниометр фирмы Цейсс, позволяющий очень точно измерить малые отклонения подвижной визирной марки от створа. Большое увеличение трубы (45^{X}) алиниометра и его специальная конструкция позволяют определить смещение МГС при расстояниях до 600 м со средней квадратической ошибкой ±I мм;

в) оптические теодолиты типа TI, T2, Theo 010; г) подвижные и неподвижные визирные марки.

Наблюдения выполняют двумя приемами, каждый из которых состоит их двух полуприемов. На опорном репере (ОР II на рис.2.Iб) устанавливают инструмент, на ОР III – неподвижную визирную марку, на которую наводят вертикальную нить инструмента при круге лево (КЛ). На МГС I устанавливают подвижную марку, которую передвигают до совмещения с вертикальной нитью инструмента. В момент совмещения наблюдатель подает сигнал и его помощник берет отсчет Р по шкале линейки марки с точностью до 0,I мм и записывает в журнал. Таких наведений на подвижную марку производят пять, каждый раз смещая целик подвижной марки. Второй полуприем выполняется так же, как и первый, но при положении круг право (КП). После окончания наблюдений на МГС I помощник наблюдателя устанавливает подвижную марку на МГС 2, где повторяется весь цикл наблюдений и т.д. до последней МГС створа.

Затем наблюдатель переходит на ОР III, наводит инструмент на ОР II, и наблюдения повторяются в обратном направлении, при этом

полуствора и промежуточной марки от линии створа, определяемые по формуле (2.5).

2.2.2. Способ параллактических углов (рис.2.Iв) заключается в точном измерении (до I″) угла между направлением створа II-III и направлением на каждую МГС с помощью оптического микрометра трубы теодолита при совмещении одного и того же штриха лимба.

Способ измерения параллактических углов имеет преимущества по сравнению со способом визирования: а) отпадает необходимость в подвижной визирной марке, б) наблюдатель не зависит от помощника. Недостаток способа в большей трудоемкости по сравнению со способом визирования. Применяются те же угломерные инструменты, что и при способе визирования.

С помощью оптического центрира над МГС устанавливают неподвижные визирные марки, а над ОР - теодолит, которым измеряют параллактические углы α_i последовательно на все МГС в прямом и обратном направлениях. Параллактический угол измеряют тремя-четырьмя приемами, каждый из которых включает два полуприема (при КП и КЛ). Количество наведений в полуприеме - два-три.

Так как величина Δ обычно небольшая, то расстояния l_i между ОР и МГС достаточно определять с погрешностью не более I:2000 и только в первоначальной серии наблюдений. При последующих наблюдениях l_i принимают неизменными.

Окончательное отклонение МГС от створа определяется по формуле

$$\bar{R} = \frac{\bar{\alpha}_n l_n l_o^2 + \bar{\alpha}_o l_o l_n^2}{\rho''(l_n^2 + l_o^2)}, \qquad (2.7)$$

где $\bar{\alpha}$ - средний параллактический угол из прямого или обратного хода, с.

Горизонтальное смещение Δ МГС вычисляют по формуле (2.3).

СКП определения смещения МГС от створа M_Δ вычисляют по формуле (2.4).СКП отклонения МГС от створа в серии наблюдений определяют по формуле

$$M_R = \frac{1}{\rho''}\sqrt{\frac{l_n^2 l_o^2 M_{\alpha_n}^2 M_{\alpha_o}^2}{l_n^2 M_{\alpha_n}^2 + l_o^2 M_{\alpha_o}^2} + 2M_{ц}^2 \rho^2}, \qquad (2.8)$$

где M_α - СКП измерения параллактического угла, измеренного n раз,

$$M_\alpha = \sqrt{\frac{\Sigma(\alpha_i - \bar{\alpha})^2}{n(n-1)}} \qquad (2.9)$$

2.2. Метод прямой угловой засечки

При методе прямой угловой засечки (рис.2.2) в нижнем бьефе

закладывают опорные реперы A, B, C, с которых и производят измерения углов на МГС, расположенных на плотине (дамбе). Места зак -

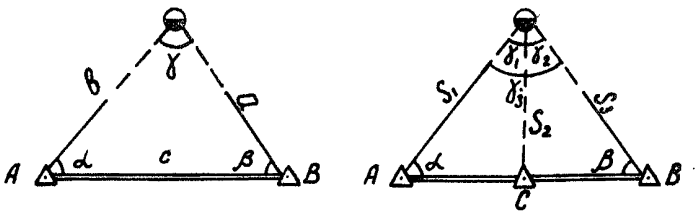


Рис. 2.2. Схема наблюдений методом прямой угловой засечки.

ладки ОР должны выбираться с таким расчетом, чтобы угол засечки γ был близок к прямому, а длины сторон засечек были как можно короче.

Достоинство метода: измерения можно производить обычными оптическими теодолитами без накладного уровня, так как расстояния между ОР и МГС небольшие.

Этот метод трудоемок и требует значительно больше исполнителей и времени, чем метод створов.

При измерениях смещений методом прямой угловой засечки применяются унифицированные оптические теодолиты: Т 05, Т 1, Т2. Углы измеряются по трехштативной системе. Визирование при наблюдениях производится на визирные марки, устанавливаемые с помощью оптического центрира на каждой МГС и на ОР. При наблюдениях лимб инструмента переставляется при переходе от приема к приему на угол $\delta = \frac{180^\circ}{n}$, где n - число приемов.

При измерениях углов по способу круговых приемов в соответствии с работой [5] надлежит руководствоваться предельными допусками, приведенными в табл. 2.1.

Расстояние между опорными реперами измеряется только в первоначальной серии наблюдений (два самостоятельных измерения с интервалом в 3-5 дней) с относительной погрешностью не более 1 :2000. Длина базиса принимается постоянной в течение наблюдений за состоянием сооружения.

Проверка местоположения ОР базиса осуществляется угловыми измерениями с близлежащих пунктов триангуляции и полигонометрии не реже одного раза в год.

Таблица 2.I

Ошибки измерения	Допуски, с
Расхождение между отсчетами на начальный пункт в начале и в конце полуприема	3,0
Расхождение между значениями одного и того же направления при одном положении трубы	3,0
Колебания двойной коллимационной ошибки (2с) в приеме	6,0
Колебания направлений в отдельных приемах, приведенных к общему нулю	3,0
Средние квадратические погрешности измерения углов	0,6
Невязки в треугольниках	2,5

По измеренному базису с и прилегающим к нему углам α и β с использованием теоремы синусов вычисляют элементы треугольника.

Координаты x и y МГС вычисляют решением прямой геодезической задачи, принимая за исходные пункты А и В и дирекционный угол их створа. Величину и направление смещений Δ МГС при этом определяют аналитически как разность результатов из двух серий измерений:

$$\Delta = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}. \qquad (2.10)$$

Лучшим выражением характера перемещения является не разность координат МГС, а величины смещения их по отношению к оси плотины (дамбы) в продольном и поперечном направлениях. Поэтому делают пересчет на условную систему по формулам поворота осей координат на угол между осью координат и направлением оси плотины, которая принимается за ось ординат условной системы. Значительно уменьшается трудоемкость камеральной обработки условная система координат, в которой ось ординат совмещена с осью плотины.

Точность определения положения МГС зависит от длины базиса, величины углов и точности измерения углов при базисе. Если принять базис за "безошибочный", среднюю квадратическую погрешность M_R можно вычислить по формуле

$$M_R = \frac{c M_\beta}{\rho \sin^2 \gamma} \sqrt{\sin^2 \alpha + \sin^2 \beta}, \qquad (2.11)$$

где M_β - средняя квадратическая погрешность измерения угла, с, определяемая по формуле (2.9).

Из формулы (2.II) следует, что засечка при одной и той же ошибке углов получается точнее, когда угол γ приближается к 90^0. Положение пункта находится наиболее точно из равнобедренного треугольника с углом засечки, равным $109^0 28'$ [6].

При многократной прямой угловой засечке координаты МГС получают из строгого уравнения, либо вычисляют так же, как и в случае простой засечки с одного базиса, но по каждому треугольнику, а за окончательный результат принимают среднее значение. В этом случае СКП положения МГС вычисляют согласно работе [3] по формуле

$$M_R = \frac{M_\beta}{41{,}3}\sqrt{\left(\frac{S_1}{\sin\gamma_1}\right)^2 + \left(\frac{S_2}{\sin\gamma_2}\right)^2 + S_2^2[4+(ctg\gamma_2 - ctg\gamma_1)^2]}. \qquad (2.12)$$

Когда же координаты МГС вычисляют как среднее арифметическое из координат двух простых засечек, М определяют, работа [5], по формуле

$$M_R = \frac{M_\beta}{41{,}3}\sqrt{\left(\frac{S_2}{\sin\gamma_4}\right)^2 + \left(\frac{S_1}{\sin\gamma_3}\right)^2 + S_2^2[4+(ctg\gamma_3 + ctg\gamma_1)^2]}. \qquad (2.13)$$

Погрешность определения смещения МГС между двумя сериями наблюдений вычисляют по формуле (2.4).

2.3. Комбинированный метод

Большинство плотин и дамб хвостохранилищ ГОКов имеют сложную форму в плане, большую протяженность и возвышаются над основанием на десятки метров. В этих случаях при наблюдениях за горизонтальными смещениями целесообразно сочетать методы прямой угловой засечки и створа, т.е. применять комбинированный метод (рис.2.3).

На концах прямолинейных участков плотин (дамб) закладываются концевые МГС А и В, положение которых определяют прямой угловой засечкой (п.2.2) с базисов I-II и III-IV. Смещение МГС на дамбе (плотине) определяют методом створа от линии АВ.

В связи с горизонтальными смещениями МГС А и В возникают три случая изменения положения створной линии к моменту повторной серии наблюдений: одна из концевых МГС сохраняет свое первоначальное положение, а вторая смещается на некоторую величину; обе

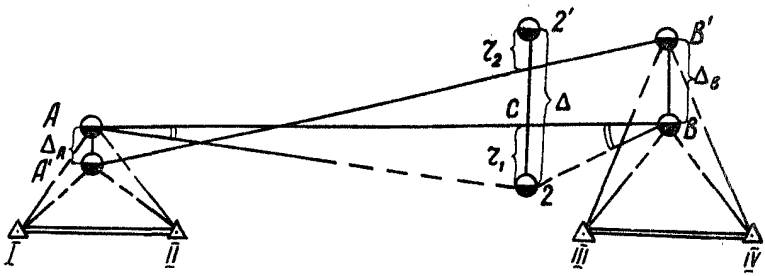


Рис. 2.3. Схема наблюдений комбинированным методом.

концевые МГС смещаются в одном направлении; обе концевые МГС смещаются в противоположных направлениях от оси части сооружения.

Величины горизонтальных смещений МГС А и В и точность их определений вычисляют в соответствии с указаниями п.2.2. Величины горизонтальных смещений МГС, расположенных между пунктами А и В, при любых сочетаниях направлений смещений А и В определяют по данным наблюдений за отклонениями от створа АВ и А′ В′ с учетом смещения МГС А и В

$$\Delta = \frac{\Delta_A BC + \Delta_B AC}{AB} + \gamma_2 - \gamma_1 , \qquad (3.14)$$

где Δ_A и Δ_B – величины смещений МГС А и В; γ_2, γ_1 – отклонение МГС от створа АВ в данной и предыдущей сериях наблюдений. Смещения и отклонения берутся с учетом знаков.

Погрешность определения смещения МГС, расположенных между пунктами А и В, определяется по формуле (2.4), в которую подставляются значения СКП положения этих МГС, определенные по формуле

$$M_R = \sqrt{M_{R_A}^2 + M_{R_B}^2 + M_{МГС}^2}, \qquad (2.15)$$

где M_{R_A} и M_{R_B} – СКП определения положения МГС А и В, рассчитанные по формулам (2.11) или (2.13); $M_{МГС}$ – СКП определения отклонения МГС от створа АВ, рассчитываемые по формулам (2.5), (2.6) или (2.8).

3. МЕТОДИКА НАБЛЮДЕНИЙ И ТРЕБОВАНИЯ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВЕЛИЧИН ВЕРТИКАЛЬНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

3.1. Измерение вертикальных перемещений (осадок) гребня, откосов и основания плотин (дамб) ведут согласно инструкции [4] путем геометрического нивелирования высотных, глубинных и поверхностных

марок, которые размещают в вертикальных плоскостях по створам.

Исходя из достигнутых практических результатов, приведенных в работе [2], выполнения нивелировочных работ на гидротехнических сооружениях установлены три класса нивелирования, характеристика которых дана в табл. 3.I.

Таблица 3.I

Класс нивелирования	Средние квадратические погрешности на I км хода, мм		Предельные невязки полигонов
	случайные	систематические	
I	$\pm$I,0	$\pm$0,2	$2\sqrt{L}$
II	$\pm$2,0	$\pm$0,4	$4\sqrt{L}$
III	$\pm$3,0	$\pm$0,8	$8\sqrt{L}$

Примечание. L - длина хода, км.

Наблюдения за осадками плотин, дамб и их оснований на хвостохранилищах следует производить нивелированием не ниже III класса. При этом применяются нивелиры с увеличением трубы не менее 30^{x}, ценой деления цилиндрического уровня на 2 мм I5″ и трехметровые шашечные двусторонние рейки с сантиметровыми делениями или штриховые односторонние с делениями через 0,5 см.

Как правило, нивелирование марок ведут от грунтовых реперов в замкнутыми ходами или в прямом и обратном направлении по маркам и устойчивым переходным башмакам.

Длина визирного луча не более 75 м (I00 м при увеличении трубы 35^{x}), неравенство расстояний от нивелира до реек на отдельных станциях не более 2 м, высота визирного луча над почвой не менее 0,3 м. После установки инструментов берут отсчеты по основной шкале задней и передних реек, потом по дополнительной шкале передней и задней реек. Разность превышений по основной и дополнительной шкалам, вычисленная на каждой станции, не должна превышать $\pm$ 2 мм.

Нивелирование в каждом цикле выполняют по одним и тем же пунктам, поэтому фиксируют места установки инструмента.

В нивелирных журналах отмечают обстоятельства, которые могут дополнительно повлиять на величину осадки (колебание уровней грунтовых вод, кривой депрессии, строительство, наращивание плотин и

дамб и т.д.)

3.2. Вычисление осадок начинают с проверки записей в журнале. Затем составляют схему нивелирных ходов и ведомости превышений, вычисляют невязки полигонов. После этого нивелирную сеть полигонов уравновешивают методами последовательных приближений, эквивалентной замены или методом узлов В.В.Попова [2].

После уравнивания нивелирных ходов вычисляются высотные отметки глубинных и поверхностных марок и составляются ведомости, в которых указывают для каждой марки:

а) величину осадки H между двумя последними циклами измерений;

б) суммарную осадку с начала наблюдений;

в) скорость осадки отдельной марки в миллиметрах в месяц или миллиметрах в год;

г) среднюю скорость осадки всего сооружения.

СКП осадки m_{H_i} одной марки вычисляется согласно работе [5] по формуле

$$m_{H_i}^2 = m_{[h]_i}^2 + m_{[h]}^2 , \qquad (3.1)$$

где $m_{[h]_i}, m_{[h]}$ – СКП уравновешенных превышений соответственно текущего и начального циклов наблюдений.

При одинаковой точности нивелирования в циклах

$$m_{H_i} = m_{[h]}\sqrt{2} . \qquad (3.2)$$

При незначительном влиянии систематических ошибок

$$m_{[h]} = m_h\sqrt{K} , \qquad (3.3)$$

где m_h – СКП измерения превышения на станции; K – количество станций от исходного репера до наблюдательной марки.

Для наиболее слабого места хода $K = \frac{N}{2}$ и, следовательно,

$$m_{H_i} = m_h\sqrt{N} , \qquad (3.4)$$

где N – общее число станций в ходе.

4. КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

В результате систематических инструментальных наблюдений за положением МГС, глубинных и поверхностных марок вычисляют величину, направление и скорость смещений. Для этого используют топографи -

ческие планы с нанесенными на них опорными и контрольными геодезическими знаками и ведомости со значениями координат x и y всех МГС, глубинных и поверхностных марок, полученные на разные даты наблюдений.

Техническая документация по результатам измерений деформации плотин и дамб хвостохранилищ включает: а) план расположений опорных и контрольных геодезических знаков; б) ведомости координат; в) ведомости смещений и осадок контрольных знаков с характеристикой их скоростей; г) графики нарастания перемещений по времени с указаниями скорости деформаций (в мм/мес) по периодам; д) совмещенные графики смещений и осадок плотин (дамб); е) графики траекторий МГС во времени и в пространстве при измерении смещений методом прямой угловой засечки.

Графики горизонтальных смещений и осадок подпорных сооружений хвостохранилищ составляются начиная со второго цикла наблюдений и строятся для каждой марки и всей плотины (дамбы).

Первоначальное положение марок изображается прямой линией. Дальнейшие смещения и осадки наносят на график относительно этой прямой, в зависимости от их величины и знака. Для наглядности рекомендуется на графиках смещения и осадки изображать в масштабе 10:1 – 1:1, планы и т.д. – в масштабах 1:1000 – 1:10000.

Примеры заполнения журналов наблюдений и вычисления приведены в прил. 1–3.

Литература

1. Брайт П.И. Геодезические методы измерения деформаций сооружений. М., "Недра", 1965, 298 с.
2. Глотов Г.Ф. Курс инженерной геодезии. М., "Недра", 1972, 168 с.
3. Даниленко Т.С. Связь с геодезическими пунктами, закрепленными на сооружениях. М., "Недра", 1969, 104 с.
4. Инструкция (временная) по организации и проведению натурных наблюдений на хвостохранилищах обогатительных фабрик. Белгород, ВИОГЕМ, 1979, 30 с.
5. Левчук Г.П. Курс инженерной геодезии. М., "Недра", 1970, 411 с.
6. Справочное руководство по геодезическим работам для строительства. ГЭС. М., Геодезиздат, 1960, 448 с.
7. Чеботарев А.С. Геодезия. Часть II. М., Геодезиздат, 1965, 436 с.

ЖУРНАЛ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ СМЕЩЕНИЯМИ МАРОК СПОСОБОМ ВИЗИРОВАНИЯ

Хвостохранилище. Береговое. Плотина (дамба). Основная.
Дата 20.05.74 г. Погода Облачно, видимость хорошая. Температура +20°С.
Инструмент Т2 № I036I, $M_д$ = ±0,25 мм.
Подвижная марка № 09I. МО = I00,69 ± 0,02 мм.
Исполнители Гук Ф.И., Назаренко Т.Е.

Прямой ход				Обратный ход				
КЛ, КП, номер наведений	Отсчет по шкале марки P_i, мм	$P_i-\bar{P}$	$(P_i-\bar{P})^2$	КЛ, КП, номер наведений	Отсчет по шкале марки P_i, мм	$P_i-\bar{P}$	$(P_i-\bar{P})^2$	Вычисления
I	2	3	4	5	6	7	8	9
	I. МГС 3, определяемая с точек ОР II и ОР III (см.рис.2.I,а)							
КЛ I	95,0	-0,26	0,06	КЛ II	95,3	0,06	0,0I	$n = 20$; ΣP_i =I905,2 мм
2	95,3	0,04	0,0I	I2	95,6	0,34	0,II	$\bar{P} = \frac{\Sigma P_i}{n} = \frac{I905,2}{20}$ = 95,26 мм
3	95,2	-0,06	0,0I	I3	95,I	-0,I6	0,02	Отклонение МГС 3 от створа плотины по формуле (2.I):
4	95,0	-0,26	0,06	I4	95,0	-0,26	0,06	$\bar{R}$ = 95,26 – I00,69 = -5,43 мм
5	95,I	-0,I6	0,02	I5	95,5	0,24	0,06	$\Sigma(P_i-\bar{P})^2 = 0,67$
КП 6	95,4	0,I4	0,02	КП I6	95,4	0,I4	0,02	СКП отклонение МГС 3 от створе плотины по формуле (2.5)
7	95,2	-0,06	0,0I	I7	95,2	-0,06	0,0I	$M_R=\sqrt{\frac{0,67}{20-I}+2\cdot0,25}$ = 0,73 мм
8	95,5	0,24	0,05	I8	95,0	-0,26	0,06	
9	95,3	0,06	0,0I	I9	95,I	-0,I6	0,02	
I0	95,4	0,I4	0,0I	20	95,6	0,34	0,I2	

I	2	3	4	5	6	7	8	9
			2. МГС I, определяемая с точек МГС 3 и ОР II (см.рис.2.I,а)					
КП I	I08,3	0,I	0,0I	КП II	I08,3	0,I	0,0I	Расстояние от ОР II до МГС I,256 м, до МГС 3 – 480 м.
2	I08,0	-0,2	0,04	I2	I08,2	0,0	0,00	$n = 20$; $\Sigma P_i = 2I64,I$ мм;
3	I08,4	0,2	0,04	I3	I08,4	0,2	0,04	$\bar{P} = \frac{2I67,I}{20} = I08,20$ мм
4	I08,I	-0,I	0,0I	I4	I08,0	-0,2	0,04	
5	I08,3	0,I	0,0I	I5	I08,I	-0,I	0,0I	Отклонение МГС I от створа ОР II – –МГС 3 по формуле (2.I)
КП 6	I08,0	-0,2	0,04	КП I6	I08,2	0,0	0,00	$\bar{r} = I08,20 - I00,69 = 7,5I$ мм; $\Sigma (P_i - \bar{P})^2 = 0,30$;
7	I08,2	0,0	0,00	I7	I08,3	0,I	0,0I	СКП отклонение МГС I от створа ОР II – МГС 3 по формуле (2.5)
8	I08,3	0,I	0,0I	I8	I08,0	-0,I	0,0I	$M_2 = \sqrt{\frac{0,30}{20-I} + 2 \cdot 0,25} = 0,72$ мм.
9	I08,3	0,I	0,0I	I9	I08,2	0,0	0,00	Отклонение МГС I от створа плотины по формуле (2.2)
I 0	I08,2	0,0	0,00	20	I08,3	0,I	0,0I	$\bar{R} = 7,5I - 5,4I \cdot \frac{256}{480} = 4,5$ мм.
								СКП отклонение МГС I от створа плотины по формуле (2.6)
								$M_R = \sqrt{0,72^2 + 0,73^2 \cdot \frac{256^2}{480} + 4 \cdot 0,25^2} =$ $= 0,85$ мм.

Приложение 2

ЖУРНАЛ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ СМЕЩЕНИЯМИ СПОСОБОМ ПАРАЛЛАКТИЧЕСКИХ УГЛОВ

Хвостохранилище Сухой Лог. Плотина (дамба) Отсечная № 2.
Дата 23.09.80 г. Погода Ясно, видимость хорошая. Температура + 23°С.
Инструмент Т/2 № 681, $M_ц$ = ±1,00 мм = 0,0010 м.
Исполнители Н.А.Гавдан, Г.С.Василовская.

Прямой ход						Обратный ход					
Прием, КП, номер наведений	Отсчеты по микрометру при наведении на: опорный пункт	Отсчеты по микрометру при наведении на: определяемую МГС	Угол α_i	$\alpha_i-\bar{\alpha}$	$(\alpha_i-\bar{\alpha})^2$	Прием, КП, номер наведений	Отсчеты по микрометру при наведении на: опорный пункт	Отсчеты по микрометру при наведении на: определяемую МГС	Угол α_i	$\alpha_i-\bar{\alpha}$	$(\alpha_i-\bar{\alpha})^2$
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
Станция ОР II (см.рис.3.I,в), $\ell_п$ = I50,00 м						Станция ОР III, $\ell_о$ = I60,00 м					
ОР III МГС I						ОР II МГС I					
I,КП,I	48	24	24	0,44	0,I9	I,КП,I	I8	47	29	-0,25	0,06
2	46	23	23	-0,56	0,3I	2	I7	48	3I	I,75	3,06
3	46	2I	25	I,44	2,08	КП 3	I9	49	30	0,75	0,56
КП 4	49	24	25	I,44	2,07	4	I8	49	3I	I,75	3,07
5	50	24	26	2,44	5,95	II,КП 5	I6	44	28	-I,25	I,56
6	52	27	25	I,44	2,08	6	I9	50	3I	I,75	3,06
II,КП,7	47	25	22	I,56	2,43	КП 7	I7	46	29	-0,25	0,06
8	49	28	2I	-2,56	6,55	8	I8	45	27	-2,25	5,07
КП 9	5I	27	24	0,44	0,I9	III,КП 9	22	50	28	-I,25	I,56
I0	48	28	20	-3,56	I2,68						
III,КП,II	46	2I	25	I,44	2,07	I0	I9	48	29	-0,25	0,06
I2	49	23	26	2,44	5,95	КПII	20	48	28	-I,25	I,56
I3	47	24	23	-0,56	0,32	I2	2I	5I	30	0,75	0,57
КПI4	5I	28	23	-0,56	0,32						
I5	49	27	22	-I,56	2,43						

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
I6	48	25	23	-0,56	0,3I						
Сумма			377	0,04	45,93	Сумма			35I	0	20,25

$n = 16$; $\bar{\alpha}_n = \frac{377}{16} = 23{,}56$.

$n = 12$; $\bar{\alpha}_0 = \frac{351}{12} = 29{,}25$;

По формуле (2.9) $M_{\alpha_n} = \sqrt{\frac{45{,}93}{16(16-1)}} = 0{,}44$.

$M_{\alpha_0} = \sqrt{\frac{20{,}25}{12(12-1)}} = 0{,}35$.

Отклонение МГС I от створа плотины по формуле (2.7)

$$\bar{R} = \sqrt{\frac{23{,}56 \cdot 150 \cdot 160^2 + 29{,}25 \cdot 160 \cdot 150^2}{206265 \cdot (150^2 + 160^2)}} = 0{,}019 \text{ м}.$$

СКП отклонения МГС I от створа плотины по формуле (2.8)

$$M_R = \frac{1}{206265} \sqrt{\frac{150^2 \cdot 160^2 \cdot 0{,}44^2 \cdot 0{,}35^2}{150^2 \cdot 0{,}44^2 + 160^2 \cdot 0{,}35^2} + 2 \cdot 0{,}001^2 \cdot 206265^2} = 0{,}0013 \text{ м}.$$

Приложение 3

СВОДНАЯ ВЕДОМОСТЬ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СМЕЩЕНИЙ МГС НА ПЛОТИНЕ ХВОСТОХРАНИЛИЩА

Номер МГС	Отклонение, мм	СКП отклонения, мм	Отклонение, мм	СКП отклонения, мм	Горизонтальное смещение, мм	СКП смещения, мм
	Наблюдения 15.04.75 г.			Наблюдения 16.07.75 г.		
2.4	-10,0	±1,1	-18,0	± 0,9	-8,0	±1,42
2.3	- 5,2	±0,8	9,3	± 0,5	+14,5	±0,94
2.2	6,3	±0,6	18,6	± 0,7	+12,3	±0,92
2.1	1,6	±1,4	- 2,8	± 1,8	- 4,4	±2,27

Примечания: 1. Положение МГС 2.1 не изменилось между сериями, так как $\Delta = -4,4 < 2 M_{\Delta} = 2 \cdot 2,27 = \pm 4,54$. 2. В первой графе первая цифра - номер створа КИА, вторая - номер бермы, начиная с нижней.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Введение 3
1. Общие положения 4
2. Методика определения горизонтальных смещений 4
2.1. Метод створа 5
2.2. Метод прямой угловой засечки 8
2.3. Комбинированный метод 11
3. Методика наблюдений и требования к определению величин вертикальных перемещений 12
4. Камеральная обработка и техническая документация. 14
Литература 15
Приложения 16

ВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ПЛОТИН И ДАМБ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТОВ

Научные редакторы к.т.н.А.К.Мясоедов, инж.В.И.Головишников
Литературный редактор Л.А.Порубай
Технический редактор А.Г.Воронцова
Корректор В.А.Старкова

Подписано к печати 4 ноября 1981 г.
Объем 1,1 уч.-изд.л. Тираж 150 экз. Заказ № 117.
Ротапринт ВИОГЕМ, Белгород, Б.Хмельницкого,86.
Цена 16 коп.

gost.e-ecolog.ru