

отм. 10.80м и 13.00м. Выявленные при обследовании остальные дефекты и повреждения металлических дымовых труб необходимо устранить при проведении ремонтных работ. Основными работами по ремонту являются – восстановление вырезанных элементов металлических опор и рихтовка изогнутых, очистка оголенной арматуры фундаментов от продуктов коррозии, восстановление защитного слоя бетона и первоначальных габаритов фундаментов, очистка всех элементов металлических дымовых труб от продуктов коррозии, восстановления защитного лакокрасочного покрытия по всей высоте труб и опор.

После выполнения ремонтных работ пять металлических дымовых для секционной печи №4 и №5 трубопрокатного цеха №1 будут пригодны для дальнейшей нормальной эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА:

1. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*.
2. СП 28.13330.2012. Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85.
3. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.
4. Босаков С., Калоша О. К расчету сооружений на ветровую нагрузку // Строительство и недвижимость, №8. 2003 г. С.348.-352.
5. Ведеников Г.С. и коллектив авторов. Металлические конструкции // М. Стройиздат. 1998 г. 758с.
6. Гордеев В.Н., Лантух-Лященко А.И., Пашинский В.А., Перельмутер А.В., Пичугин С.Ф. Нагрузки воздействия на здания и сооружения // М. Издательство «Ассоциация строительных вузов. 2006.450с.
7. Динамический расчет сооружений на специальные воздействия // Справочник проектировщика. Под ред. Б.Г.Коренева, И.М.Рабиновича. – М. Стройиздат, 1981. 354с.
8. Руководство по расчету зданий и сооружений на действие ветра // М. Стройиздат, 1978. 237с.
9. EN 1991-1-4. Eurocode 1: Action on structures – Part 1-4 General actions – Wind action. –Brussels: CEN, 2002.
10. 10. ISO 4354: 1997. Wind action on structures. Swizerland. 1997.

УДК 654.94

Наливайко Т.А., Наливайко Т.Т., Троценко Л.В.,

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СМЕЩЕНИЯМИ ПЛОТИН ЮЖНОУКРАИНСКОГО ЭНЕРГОКОМПЛЕКСА

Организация эффективной эксплуатации энергетических объектов предъявляет особые требования к контролю, анализу и прогнозу деформаций инженерных сооружений и технологического оборудования. В многообразии методов наблюдения за смещениями особое место занимает геодезический мониторинг, который позволяет проанализировать происходящие деформационные процессы, причины их возникновения и обеспечить безаварийную работу оборудования АЭС и ТЭЦ.

Основным способом геодезического контроля деформации инженерных сооружений является высокоточное геометрическое нивелирование I - II класса (прецизионное нивелирование). Методика прецизионных измерений является основным видом работ для создания высотного обоснования, посредством которого устанавливается единая система высот на всей территории Украины.

Большой вклад в развитие технологий определения деформаций ответственных инженерных сооружений и интерпретации

БУДІВНИЦТВО

полученных результатов внесли Асташенков Г. Г., Большаков В. Д., Видуев Н. Г., Ганыпин В. Н., Глотов Г. Ф., Гуляев Ю. П., Ключин Е. Б., Конусов В. Г., Лебедев Н. Н., Левчук Г. П., Лобов М. И., Михелев Д.Ш., Муравьев М.С., Мовсеян Р.А., Новак В.Е., Панкрушин В.К., Пискунов М. Е., Рязанцев Г. Е., Уставич Г. А., Шторм В. В. и другие.

Целью данного исследования является разработка технологии геодезического мониторинга за смещением плотин энергокомплекса с применением рейки со стальной полосой. Высотные отметки осадочных марок, получаемые при каждом цикле измерений, дают возможность сократить время наблюдений в зоне активной радиации при относительно небольших затратах труда и надежной информативности получаемых результатов.

В 2015 году возникла необходимость геодезического наблюдения осадок нивелирных марок, установленных на плотине Ташлыкского водохранилища, который является основной охлаждающей системой атомных реакторов Южноукраинской АЭС (рис.1). Определение отметок осадочных марок производилось прецизионным нивелированием при двух горизонтах высокоточного нивелира и с использованием двух инварных реек.



Рис. 1. Водоёмы-охладители Южноукраинской АЭС

Основная задача работы состояла в повторном геодезическом контроле высот осадочных марок, который обусловил выявление деформационных процессов на плотинах. На территории АЭС была создана сеть геодезических знаков высотных определений по осадкам и деформациям. При этом глубинные и фундаментальные репера располагались равномерно по территории АЭС, группами (кустами) по 3-4 репера с удалением не более 300м друг от друга. Количество марок на временной плотине составляло 11 шт, на постоянной – 17 шт. Привязка нивелирного хода выполнялась к двум «кустам» опорных глубинных реперов (рис.2).

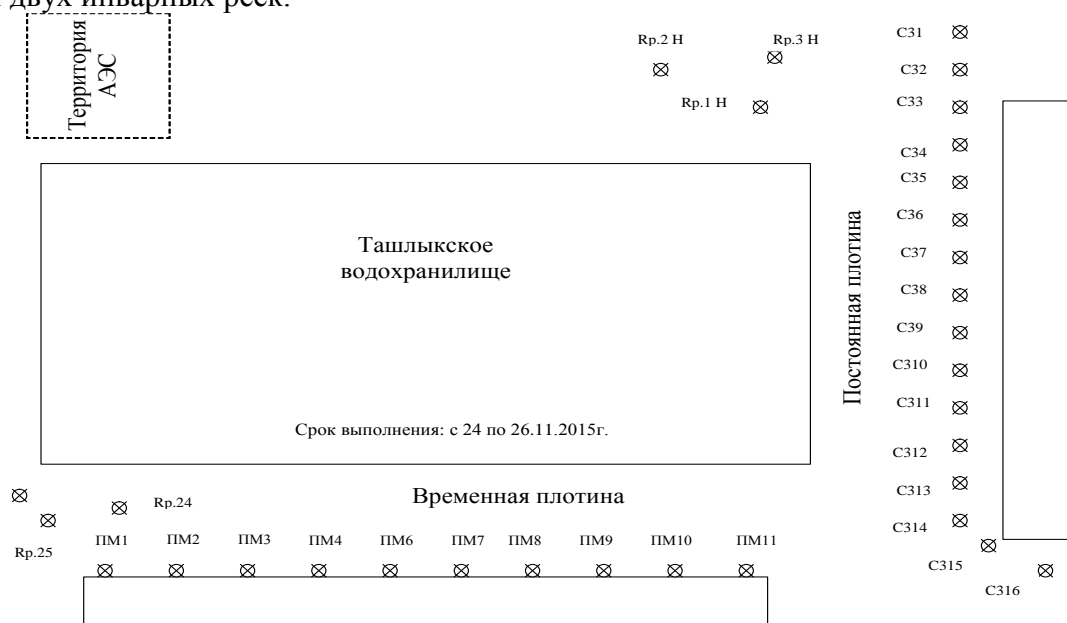


Рис. 2. Схема расположения марок и реперов

Наилучшие результаты при измерении осадок сооружений получают при нивелировании по способу совмещений. При этом наибольшую точность обеспечивают нивелиры Н 05, Ні 007, Ні 004 и др. Данные нивелиры снабжены общим термостабилизирующим кожухом для трубы, цилиндрического уровня и механизмов, наклоняющих плоскопараллельную пластину. Кожух предотвращает их от деформации при повышении температуры окружающей среды и тем самым дает возможность применять его в широком диапазоне температур и повышает точность измерений.

В работе был использован нивелир Н 05, который может эксплуатироваться при температуре -30° до $+50^{\circ}$ С (климатическое исполнение нивелира «У1» ГОСТ 15150-69). В качестве нивелирных реек использована прецизионная рейка с инварной полкой РН 05-2000 ГОСТ 11158-83. Геодезический мониторинг за смещениями выполнялся нивелирование короткими лучами, так как расстояние между марками составляет 15-20м.

Для дополнительного контроля и надежности измерений разработана вторая нивелирная рейка, на которой установлены две металлические полосы с миллиметровыми делениями и круглым уровнем. Металлические полосы предварительно были прокомпарированы и установлены на рейках с соответствующим натяжением.

Применение данной рейки позволило выполнить контрольные измерения при втором горизонте нивелира более оперативно и с заданной точностью.

С учетом работы [10], рассмотрим зависимость точности наблюдений при использовании разработанной рейки от предельной погрешности.

Допустимая невязка в превышении на весь нивелирный ход, когда среднее число станций на один километр хода меньше 15, составляет [8]:

$$f_{h_{\text{дон}}} = \pm 5\sqrt{L} \quad (1)$$

Допустимая невязка в превышении на весь нивелирный ход, когда среднее число станций на один километр хода больше 15, составляет [9]:

$$f_{h_{\text{дон}}} = \pm 6\sqrt{L} \quad (2)$$

Для нашего случая $L=1,8$ км, тогда

$$f_{h_{\text{дон}}} = \pm 6\sqrt{1,8} = \pm 8,0 \text{ мм}$$

Допустимая общая погрешность расхождения в превышениях на одной станции при двух шкалах рейки не должна превышать [3]:

$$m_{\text{общ}} = \pm 0,5 \text{ мм} \quad (3)$$

Следовательно, для одной шкалы:

$$m_{\text{общ}} = \pm 0,25 \text{ мм} \quad (4)$$

Рассмотрим составляющие, которые входят в общую погрешность и запишем в следующую формулу:

$$m_{\text{общ}} = \sqrt{m_0^2 + m_b^2 + m_n^2 + m_y^2 + m_p^2 + m_q^2 + m_n^2}, \quad (5)$$

где m_0 – погрешность отсчитывания по нивелирной рейке. Согласно экспериментальным данным, с учетом длины плеч, не превышающих 6-15 метров (оптимальные условия при использовании разработанной рейки): $m_0^2 = \pm 0,1 \text{ мм}^2$.

m_b – погрешность неперпендикулярности рейки. Учитывая, что на рейке установлен круглый уровень, неперпендикулярность почти исключена. Погрешность может быть только от колебаний рейки при взятии отсчетов. $m_0^2 = \pm 0,05 \text{ мм}^2$.

m_n – погрешность разности плеч от нивелира до наблюдаемой точки. При условии фиксирования расстояния от нивелира до рейки стальной рулеткой и проволокой, разность плеч можно свести до нуля, поэтому: $m_0^2 = \pm 0,05 \text{ мм}^2$.

m_y – погрешность отклонений от середины цилиндрического уровня. Возникает при условии ветреной погоды, когда уровень имеет некоторые колебания, что влияет на точность взятия отсчетов. Для уменьшения влияния погрешности в плохих погодных условиях, необходимо защищать инструмент специальным зонтом.

$$m_0^2 = \pm 0,05 \text{ мм}^2.$$

m_p – погрешность за рефракцию. Согласно [10] величина рефракции составляет

$$m_p = \pm 0,43 \frac{d^2}{R}, \quad (6)$$

где R – радиус Земли, $R = 6371,1$ км; d – расстояние от нивелира до рейки, $d = 15$ м.

Тогда, при хороших погодных условиях: $m_u = \pm 0,02$ мм.

При плохих погодных условиях: $m_p = \pm 0,05$ мм.

m_u – погрешность за цену деления рулетки. В связи с тем, что на рейке установлены полотна от металлических рулеток, после компарирования погрешность будет в пределах 0,1–0,2 мм. В этом случае необходимо подобрать полотна, длиной до 2-х метров, в которых погрешность за компарированием не превышает 0,1 мм.

m_n – погрешность натяжения рулетки. Поскольку на разработанной рейке установлены два металлических полотна (в отличие от инварных реек), погрешность будет зависеть от степени натяжения полотна, а также от температуры внешней среды. Для этих целей необходимо выполнить исследование рейки при разной температуре и силе натяжения. Исследования показали, что погрешность равна: $m_n = \pm 0,1$ мм.

Подставив все величины в формулу (5), получим: $m_{общ} = \pm 0,2$ мм

При допустимой общей погрешности $m_{общ} = \pm 0,25$ мм.

Вывод

Организация и проведение геодезических работ по наблюдению за деформационными процессами инженерных сооружений способствует своевременному установлению предельно допустимых величин деформаций, предупреждению возникающих рисков и принятию необходимых мер по их предотвращению.

Работы по прецизионному нивелированию II класса можно выполнять с применением разработанной рейки при следующих условиях:

1. Выполнить компарирование разработанных реек.
2. Установка круглого уровня с соответственными поверками.

3. Определение величин поправок при разных температурных режимах.

4. Непосредственно перед выполнением работ необходимо произвести контрольные измерения и сравнить с превышениями, полученные с помощью инварной рейки.

5. Расстояние плеч не должно превышать 20 м.

Только при наличии указанных мероприятий можно гарантировать надежность и точность выполнения геодезических работ по наблюдению за деформационными процессами.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Пискунов М. Е. Методика геодезических наблюдений за деформациями сооружений. - М.: Недра, 1980. - 245 с.
2. Левчук Г. П., Новак В. Е., Конусов В. Г. Прикладная геодезия: Основн. методы и принципы инженерно-геодез. работ. М.: Недра, 1981. - 438 с.
3. Ганьшин В.Н., Стороженко А.Ф. и др. Измерение вертикальных смещений и анализ устойчивости реперов. – М.: Недра, 1974г. – 175с.
4. Брайт П. И. Геодезические методы определения деформаций и сооружений. М.: Недра, 1965. - 276 с.
5. Левчук Г. П., Новак В. Е., Лебедев Н. Н. Прикладная геодезия. Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ. - М.: Недра, 1981. - 438 с.
6. Кирьянов Ю. В. Анализ влияния вибрации на точность визирования при высокоточном геометрическом нивелировании/ Ю.В. Кирьянов // Геодезия и картография. – 1987. - №3. - С. - 12 - 16.
7. Нестеренок В. Ф. Виброизоляторы для геодезических работ // Геодезия и картография. 1987. - №12.- с. 38 - 40.
8. Инструкция по нивелированию I, II, III, IV кл. – М.: Недра, 1981г. – 163с.
9. Кемниц Ю.В. Теория ошибок измерений. – М.: Недра, 1967г. – 315с.
10. Наливайко Т.А., Чубукин Р.Ю. Совершенствование методов наблюдения за осадками крупных инженерных сооружений в сложных условиях / Т.А. Наливайко // Науковий вісник будівництва. – 2014. – №2(76). – С.75-78.