

ОСОБЕННОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОСТИ АНТЕННЫХ БАШЕН РАДИОРЕЛЕЙНОЙ И СОТОВОЙ СВЯЗИ

Канд. техн. наук, проф. НЕСТЕРЕНКО М. С.

Белорусский национальный технический университет

Требования к точности определения крена антенных башен. Согласно ГОСТ 26433.0–85 (п. 5) [1] предельная (допустимая) погрешность геодезических измерений $\delta_{г.доп}$ по определению геометрических отклонений принимается как 1/5 от величины $\Delta_{с.доп}$ строительного допуска

$$\delta_{г.доп} = 0,2\Delta_{с.доп}, \quad (1)$$

где значение $\Delta_{с.доп}$ определяется на основе требования СНиП 3.03.01–84 (табл. 23, п. 1): допустимое смещение оси башен объектов связи при монтаже составляет $0,001H_i$, где H_i – высота выверяемой точки над фундаментом. Следовательно, $\Delta_{с.доп} = 0,001H_i$. Тогда

$$\delta_{г.доп} = 0,2(0,001H_i) = 0,0002H_i. \quad (2)$$

Поскольку геодезические определения частных составляющих искомого крена производятся относительно не менее двух направлений, каждая составляющая крена $(\delta_{г.доп})_с$ должна определяться с погрешностью в $\sqrt{2}$ раз меньшей, чем задана формулой (2):

$$(\delta_{г.доп})_с = 0,00014H_i. \quad (3)$$

В соответствии с (3) допустимые погрешности $(\delta_{г.доп})_с$ измерения частных значений крена сечений башни в зависимости от их высоты H_i будут равны: на отметке $H = 50$ м составят $(\delta_{г.доп})_с = 7$ мм; на отметке верха башни при $H = 110$ м $(\delta_{г.доп})_с = 15$ мм.

Геометрические характеристики современных антенных башен сотовой и радиорелейной связи. Такие башни (рис. 1а, б) строят высотой 50–110 м, им придают коническую форму по высоте от основания (сечения O) до сечения U и постоянные поперечные размеры от сечения U до верхнего сечения Z . Каждое

поперечное сечение башни имеет вид равно-стороннего треугольника. Линейные размеры элементов поперечных сечений вычисляются по формулам, записанным в нашем примере для нижнего (базового) поперечного сечения B (рис. 1б) и верхнего поперечного сечения U , N или Z :

$$\begin{aligned} h &= b \cos 30^\circ; \quad t = s \cos 30^\circ; \quad c = 0,5(b-s)/\cos 30^\circ; \\ k &= h - t - c. \end{aligned} \quad (4)$$

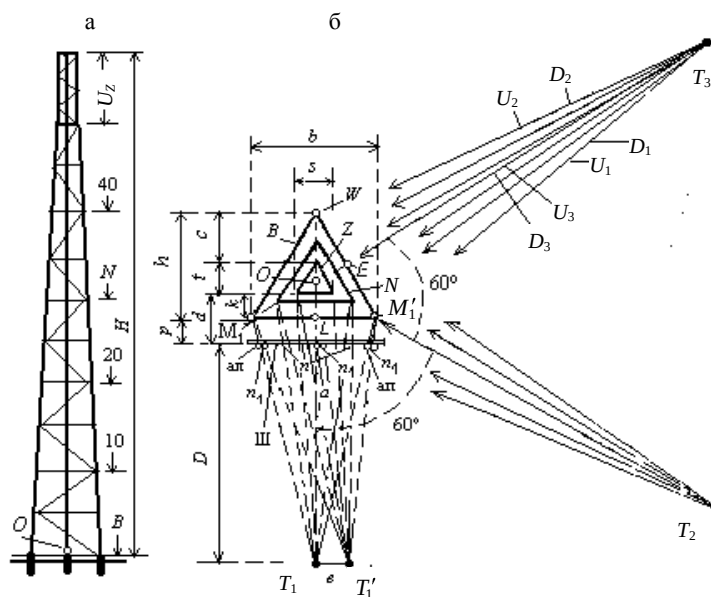


Рис. 1. Геометрическая модель башни к определению крена: а – схема башни в профиле; б – план горизонтальных осей симметрии, размещения наблюдательных станций и отдельных поперечных сечений башни B , N и Z

Три горизонтальные оси симметрии башен треугольного поперечного сечения, отнесенные к их базовому сечению B с центром симметрии O , проходят через соответствующую вершину равносоставленного треугольника и среднюю точку ее противоположной стороны, например оси WO и M_1OE (рис. 1б). Для обозначения на местности оси симметрии WL на базовом отрезке $b = M_1M'_1$ закрепляют вехой среднюю

точку L , затем на продолжении створа WL находят точку T_1 – центр теодолитной или тахеометрической станции. Аналогично обозначают ось симметрии (створ) M_1E и находят положение станции T_3 , а также станции T_2 на продолжении створа OM'_1 .

Обоснование точности местоположения временных станций. В общем случае лучи визирования на точки башни со станций, например T_1 , проецируют на линию проекции III, которая может быть представлена прямолинейной горизонтально расположенной мерой длины, лежащей в вертикальной плоскости, перпендикулярной к горизонтальной оси симметрии WL и расположенной на расстоянии d от вертикальной плоскости, проходящей через соответствующее основание s треугольника верхнего сечения Z . В случае точного совмещения центра станции T_1 с осью симметрии WL проецирующие лучи пересекаются со шкалой в симметричных относительно названной оси точках, которым соответствуют отсчеты по шкале a_n и a_p , при этом среднее $a = 0,5(a_n + a_p)$ из двух названных отсчетов делений шкалы принадлежит оси WL . В случае поперечного смещения станции от продолжения створа (оси) WL на расстояние e в положение T'_1 проецирующим лучам T'_1M_1 и $T'_1M'_1$ соответствуют смещенные отсчеты $a_n + n_1$, $a_p + n_1$ и их смещенное среднее $a + n_1$. Отрезок n_1 представляет погрешность проецирования лучей на шкалу, обусловленную поперечной погрешностью e центрирования станции. Величина погрешности проецирования на линию проекции III

$$n_1 = \frac{ep}{D + p}, \quad (5)$$

где p – расстояние линии III от базовой стороны $b = M_1M'_1$ сечения B .

При наблюдении со смещенной станции T'_1 точек левой и правой опор в произвольном сечении N величина соответствующей погрешности отсчетов по шкале III

$$n = \frac{ed_N}{D + d_N}, \quad (6)$$

где d_N – горизонтальное расстояние от шкалы до вертикальной плоскости основания треугольного сечения N .

В случае совмещения линии проекции III со стороной $b = M_1M'_1$ базовой плоскости B при отклонении станции в положение T'_1 величина рассматриваемой погрешности при наблюдении стоек сечения Z

$$n_{BZ} = \frac{ek}{D + d}. \quad (7)$$

Допустимое поперечное отклонение угломерного прибора относительно горизонтальной оси симметрии башни определяется по формуле

$$e_{\text{доп}} = \frac{n_{\text{доп}}D}{d} = \frac{0,00014H_iD}{d}, \quad (8)$$

где $n_{\text{доп}}$ – допустимое отклонение частной проекции относительно оси симметрии согласно (3), т. е. $n_{\text{доп}} = 0,00014H_i$; D – горизонтальное расстояние между станцией и вертикальной плоскостью проекции; d – расстояние между вертикальной плоскостью точек наблюдаемого сечения и вертикальной плоскостью проекции. Согласно рис. 1б при совмещении линии III с базовой стороной $b = M_1M'_1$ сечения B ($b = 8,46$ м) и высотой башни $H_i = 60$ м ($s = 1,6$ м); расстояниях $D = 90$ м и $k = d = 1,98$ м находим $e_{\text{доп}} = 0,38$ м. Такой допуск на отклонение прибора от оси симметрии обеспечивается визуальным вешением створа WL .

В случаях вынужденного размещения шкалы на удалении $p = 10$ м от передней стороны $M_1M'_1$ и тех же значениях параметров H_i , s ; D и k определяем $p + k = 11,98$ м и находим $e_{\text{доп}} = 0,06$ м. Такое относительно малое отклонение прибора достигается инструментальным вешением створа WL .

Определение крена башни при помощи электронного тахеометра или теодолита. В безотражательном режиме (т. е. без использования специальных светоотражателей) согласно рис. 1б на станции T_1 электронным тахеометром измеряются расстояния D_1 и D_2 , а также угловые направления U_1 и U_2 на точки W и M'_1 сечения B , вычисляются среднее расстояние D_3 и среднее направление $U_3 = 0,5(U_1 + U_2)$. Измеряются также расстояния и направления на аналогичные точки сечения Z и вычисляются средние расстояние D_{3Z} и направление U_{3Z} . При использовании теодолита расстояние D_3 определяется нитяным дальномером

с погрешностью 0,2–0,3 м. Разность направлений

$$U_{3Z} - U_3 = \beta_{3Z} \quad (9)$$

используется для вычисления частного крена K_{3Z} относительно станции T_3

$$K_{3Z} = D_{3Z} \operatorname{tg} \beta_{3Z} = \frac{D_{3Z} \beta_{3Z}}{\rho}, \quad (10)$$

где $\rho = 206265$ – число секунд в радиане.

Аналогично определяются частные K_{1Z} и K_{2Z} крены для сечения Z относительно станций T_1 и T_2 .

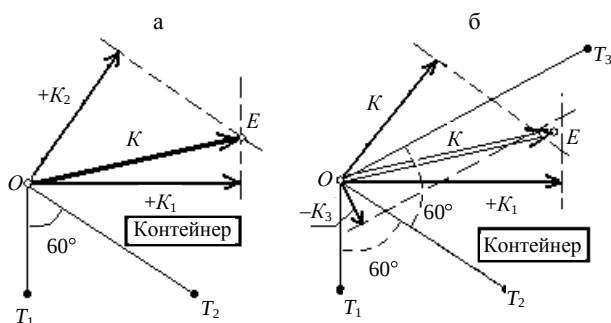


Рис. 2. Графическое определение крена относительно:
а – двух станций; б – трех станций

Линейная величина крена для точек башни на высоте H относительно двух станций T_1 и T_2 (или T_3) вычисляется по формуле [2]

$$K = \frac{1}{\sin \beta} \sqrt{K_1^2 + K_2^2 - 2K_1K_2 \cos \beta}, \quad (11)$$

где угол пересечения направлений на объект β принимает значения 60° или 120° . Графическое определение крена относительно двух станций согласно рис. 2а состоит в прочерчивании направлений OT_1 и OT_2 под углом β , ориентированных относительно постоянного объекта (контейнера при башне), прочерчивании перпендикуляра длиной $+K_1$ (вправо) к линии T_1O в масштабе 1:1 или 1:2 и перпендикуляра длиной $+K_2$ (вправо) к линии T_2O . Через концы данных перпендикуляров проводятся прерывистые линии, параллельные направлениям T_1O и T_2O . Полученная точка E и отрезок OE представляют с некоторой погрешностью графическую величину и направление полного крена K для данного лежащего выше сечения башни в масштабе чертежа. Но в данном решении задачи, широко применяемом в практике эксплу-

атирующих организаций, отсутствует необходимый контроль работы.

Вопрос о надежности определения параметров крена снимается, если наблюдения выполняются относительно трех станций. В этом случае (рис. 2б) на чертеж наносят отрезки частных кренов K_1 , K_2 и K_3 и перпендикулярные им прерывистые линии, в пересечении последних образуется равносторонний треугольник погрешностей, характеризующий надежность результатов работы, в центре которого принимают наиболее вероятное положение точки E и прочерчивают отрезок $OE = K$, представляющий наиболее вероятные величину и направление искомого крена.

Погрешность значения крена K_d , найденного относительно двух станций, рассчитывается по формуле [2]

$$m_{Kd} = \frac{m_\beta}{\rho \sin \beta} \sqrt{2(D_1^2 + D_2^2)}. \quad (12)$$

При $D_1 = D_2 = D$ получаем

$$m_{Kd} = \frac{\sqrt{2} m_\beta D}{\rho \sin \beta}. \quad (13)$$

Погрешность величины K_t , найденной относительно трех станций, оценивается по формуле

$$m_{Kt} = \frac{\sqrt{2} m_\beta D}{\rho \sin \beta}. \quad (14)$$

При $m_\beta = 5''$; $D = 90$ м; $\rho = 206265''$; $\beta = 60^\circ$ находим $m_{Kd} = 5,0$ мм; $m_{Kt} = 3,6$ мм.

Определение крена башни способом вертикального проецирования наклонным лучом теодолита. Данный способ рассмотрен в [2, 3] для башен круглого поперечного сечения, но требует специального рассмотрения применительно к башням треугольного сечения. Способ наиболее прост для исполнения работниками радиорелейной связи, не имеющими геодезической подготовки. С теодолитной станции T_1 (рис. 1б) проецирование точек левой и правой стоек башни данного сечения производят на шкалу Ш и получают по ней соответствующие отсчеты a_l и a_n , находят среднее $a = 0,5(a_l + a_n)$. Составляющая крена для сечения Z $K_{1Z} = (a_Z - a_B)(D + d)/D$, где a_Z и a_B – средние значения отсчетов a_l и a_n для сечений Z и B . Аналогичным проецированием со стан-

ций T_2 и T_3 определяют составляющие крена K_{2Z} и K_{3Z} . Дальнейшая обработка полученных промежуточных результатов производится по формулам (11)–(14).

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрена методика применения норм точности геодезических определений общего крена башенных сооружений по отношению к частным составляющим искомого крена.

2. Обоснован расчет допустимых отклонений временных геодезических станций от горизонтальных осей симметрии антенных башен треугольного поперечного сечения.

3. Показано, что для получения достаточно надежных результатов определения крена ан-

тенных башен треугольного сечения его параметры необходимо выявлять относительно трех горизонтальных осей симметрии объекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Госстрой СССР: ГОСТ 26433.0–85. – М.: Изд-во стандартов, 1985.

2. Буш, В. В. Геодезические работы при строительстве сооружений башенного типа / В. В. Буш, В. В. Калугин, А. И. Саар. – М.: Недра, 1985. – 216 с.

3. Инструкция по геодезическому контролю при эксплуатации антенных опор сооружений связи. – М.: Изд-во Минсвязи СССР, 1981.

Поступила 03.03.2010

УДК 711:625.712

АРХИТЕКТУРНОЕ БЛАГОУСТРОЙСТВО СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СЕТИ ПЕШЕХОДНЫХ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

Асп. ДРУГОМИЛОВ Р. А.

Белорусский национальный технический университет

Архитектурное благоустройство – функционально-эстетическая система, дополняющая основные архитектурно-планировочные и объемно-пространственные решения поселений и межселенных территорий и обеспечивающая повышение уровня комфортности и улучшение условий проживания людей. Исследование, проведенное по проблеме архитектурного благоустройства селитебных территорий сельских поселений, позволило выработать теоретические и методические основы формирования и оптимизации архитектурного благоустройства.

Архитектурное благоустройство необходимо рассматривать целостно. Ранее в рамках исследований были разработаны различные варианты классификации элементов внешнего благоустройства, малых архитектурных и малых

ландшафтно-архитектурных форм [1–4]. Предлагаемая функциональная классификация элементов архитектурного благоустройства характеризуется первоочередной целенаправленностью на современные условия развития сельских поселений Беларуси, полнотой номенклатуры и основывается на объединении элементов в 13 групп в зависимости от функций, которые они выполняют. Планировочную функцию выполняют элементы, оказывающие определенное влияние на планировочную структуру сельских поселений (они объединены в группы «Организация транспортного движения», «Организация пешеходного движения», «Организация велосипедного движения», «Организация рельефа»), утилитарную функцию выполняют элементы, непосредственно предназначенные