

ДЕТАЛЬНАЯ РАЗБИВКА КРУГОВЫХ КРИВЫХ ПО СТРЕЛАМ ПРОГИБА

Предлагаемый автором статьи метод детальной разбивки круговых кривых способом стрел прогиба без применения угломерного инструмента является актуальным и представляет определенную новизну.

Предлагаемый способ детальной разбивки круговых кривых отличается от известных способов тем, что не требует применения угломерных инструментов и позволяет произвести разбивку круговой кривой при необходимости с точностью 1-2 мм.

Предлагаемый способ не требует участия в разбивке кривых квалифицированного специалиста.

Автомобильные дороги включают большое число криволинейных участков трассы, на которых под влиянием атмосферных воздействий и эксплуатационных нагрузок криволинейные очертания дорожных покрытий подвергаются разрушению. С целью улучшения условий эксплуатации и повышения безопасности движения требуется периодическое восстановление очертаний кривых. Аналогичные задачи могут иметь место и в гидротехнических сооружениях. Все известные способы детальной разбивки кривых требуют применения угломерных инструментов (теодолитов) и не всегда удобны в процессе разбивки кривых.

Предлагаемый способ не требует применения угломерного инструмента, для выполнения разбивки достаточно иметь металлическую рулетку и линейку.

Имеется возможность сравнительно просто проверить качество разбивки и при необхо-

димости достичь требуемой точности (до 1-2 мм), рисунок 1.

Задав хордой α и радиусом R , вычисляют стрелу прогиба $h = \frac{\alpha^2}{8R}$. Отступают от начала кривой ($НК$) в сторону прямой на $\alpha/2$, получают точку O . От точки O протягивают рулетку (или шнур) длиной α в сторону кривой так, чтобы в точке $НК$ расстояние до края полотна рулетки, измеряемое метром, было равно $h/2$. В конце отрезка отмечают точку 1. Затем рулетку протягивают от точки $НК$ так, чтобы расстояние от точки 1 до рулетки было равно стреле прогиба h и отмечают точку 2. Аналогично получают точки 3, 4 и т. д.

Пример расчета величин « c » применительно к рисунку 2.

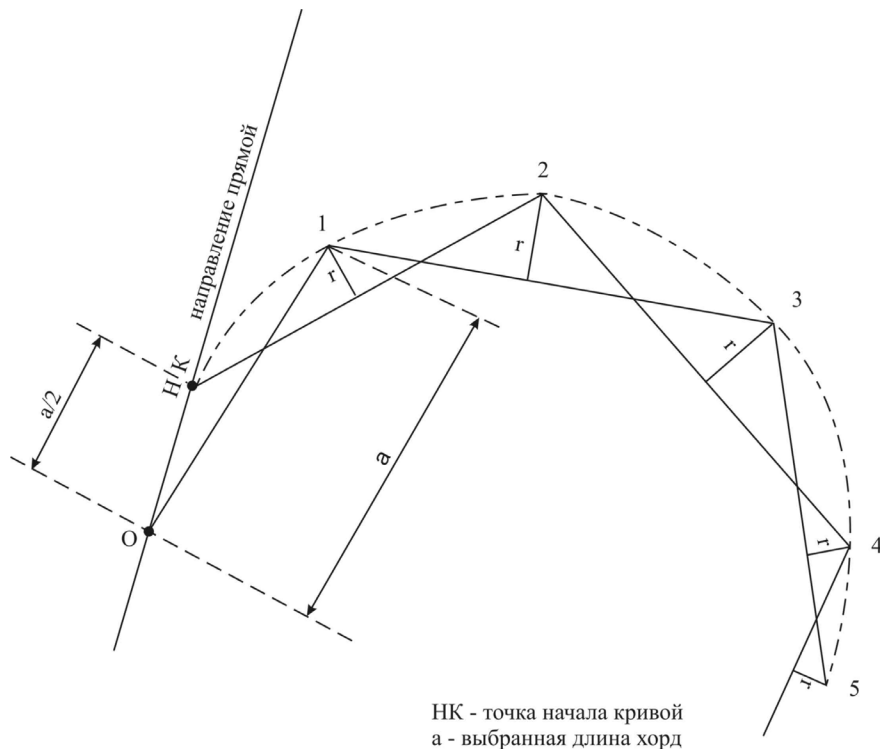


Рисунок 1. Последовательность разбивки кривых способом стрел прогиба; НК – точка начала прогиба, a – выбранная длина хорды.

Разбивка продолжается до выхода на следующее прямое направление, т.е. до получения точки конец кривой (КК). Положение точки НК на прямой может быть назначено визуально. Такая задача может возникнуть при восстановительных работах (рис. 2), например, на поврежденных участках дамб (а), при расчистке оползней на кривых участках автомобильных дорог, при разработке скальных участков дорог, плотин и в подземных выработках (б), при изысканиях трассы линейных сооружений в сложных рельефных условиях (узкие террасы). В этих случаях отрезком $a/2$ намечаются точки 1, 2, 3...n в пределах узкой террасы или по фактичес-

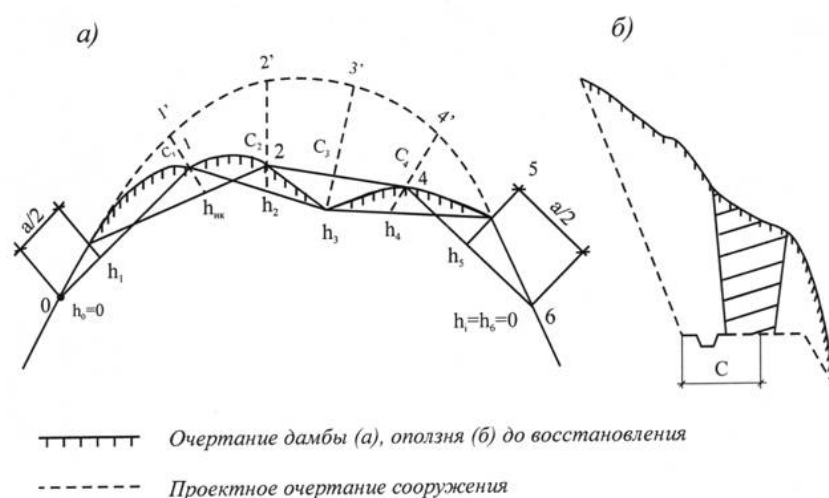


Рисунок 2. Схема восстановления очертания кривой способом стрел прогиба.

кому контуру сооружения (рис. 2, а), затем в полученных точках измеряются стрелы прогиба до получения стрелы, равной нулю ($h_{нк}, h_1...h_i = 0$). Для примера, рассматриваемого на рис. 2, а, значение измеренных стрел прогиба в точках 1-6 записано в графе 2 таблицы 1.

Таблица 1. Пример расчета величин С

№ точки	Измерительная величина стрелы, мм	Проектная величина стрелы, мм	Разность	Сумма разностей	Поправка	Исправленная сумма	Сумма сумм разностей	Величина «с»
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	-	0	0	0
НК	21	18	+3	+3	-	+3	0	0
1	42	36	+6	+9	11	+20	+3	+6
2	38	36	+2	+11	11	+22	+23	+46
3	-5	36	-41	-30	11	-19	+45	+90
4	30	36	-6	-36	10	-26	+26	+52
5	54	18	+36	0	-	0	0	0
6	0	0	0	0	-	0	0	0
	$\sum h_{сп} = 180$ $h_{сп} = \frac{180}{5} = 36$	$\sum h_{пр} = 180$	+47 -47 0	+23 - 66 - 43	+43	+45 -45 0		

По измеренным стрелам прогиба рассчитываются средняя величина стрелы, ее проектное значение ($h_{cp} = 36 \text{ мм}$). В точках НК и 5 проектная стрела прогиба равна $h/2$, т. е. 18 мм. Затем по известной методике производится расчет перемещений точек 1, 2, 3, 4. Последовательность вычисления перемещений «С» показана стрелками. Точки 1, 2, 3, 4 получают на местности путем откладывания от точек 1, 2, 3, 4, соответствующих величин «С» по направлению стрел прогиба (перпендикулярно хордам). Данная методика позволяет получить реальное значение объема работ при досыпке (рис. 2,а) или срезке (рис 2,б) грунта.

Статья представляет интерес выяснить точность разбивки круговых кривых предлагаемым способом в сравнении с известными способами – наиболее надежным способом прямоугольных координат и наиболее простым способом продолженных хорд.

С этой целью были проведены опытные разбивки круговых кривых наиболее часто применяемых радиусов в городских условиях: 50, 100, 200 м упомянутыми тремя способами. Разбивка кривых проводилась на ровной местности, без растительного покрова, разбивались полукривые: от начала кривой до середины кривой. Положение фиксированных точек вершина угла поворота, начало кривой, середина кривой определялось для разных радиусов, при одном и том же угле поворота $\tau = 90^\circ$. Во всех случаях полукривая делилась на десять частей, длина дуги

одной части равняется $d = \frac{K \cdot 20}{2}$, при этом длины хорд α и стрелы прогиба h вычислялись по формулам:

$$d = \frac{R \cdot \tau}{\rho \cdot 20}, \quad (1)$$

$$\varphi = \frac{d}{R} \cdot \rho = \frac{\tau}{20}, \quad (2)$$

$$\alpha = R \sin \frac{\tau}{20}, \quad (3)$$

$$h = \frac{\alpha^2}{8R}, \quad (4)$$

$$T = R \tan \frac{\tau}{2}, \quad (5)$$

$$B = \frac{R}{\cos \frac{\tau}{2}} - R. \quad (6)$$

Геометрические параметры x, y , необходимые для детальной разбивки кривой способом прямоугольных координат и для способа продолженных хорд, вычислялись по формулам:

$$\begin{aligned} x_i &= R \sin \varphi_i, \\ y_i &= R(1 - \cos \varphi_i), \\ v &= \frac{\alpha^2}{2R}. \end{aligned}$$

Последовательность операций при детальной разбивке кривых тремя упомянутыми способами принята в порядке, изложенном в начале статьи и литературе [2].

При детальной разбивке кривых способом прямоугольных координат положение абсциссы x в створе тангенса кривой жестко фиксировалось так, чтобы внутренняя часть головки кривой касалась створа. Через точки НК и x_{10} – натягивался шпагат в створе тангенса, создаваемого теодолитом.

Для создания более точного направления перпендикуляров к створу применялся шаблон, изготовленный по принципу египетского треугольника с катетами 1,00; 0,75; 1,25 м. К створу прикладывался катет 0,75 м.

При детальной разбивке кривых способом продолженных хорд применялись специальные шаблоны, параметры которых – угол γ и сторона S_1 – вычислялись по формулам:

$$S_1 = \frac{a^2}{2R},$$

$$\gamma = \frac{S_1}{a} \rho = \frac{a}{2R} \rho.$$

Обозначение разбиваемых точек на местности производилось на листах чертежной бумаги, жестко фиксированных к земле.

Сначала для каждого радиуса разбивка велась способом продолженных хорд, затем стрел прогиба и прямоугольными координатами. Положение каждой точки при каждом способе фиксировалось три раза, чтобы каждое фиксирование точки было независимым, предыдущее положение точки закрывалось чистым листом бумаги, через которую проколом на основной лист фиксировалось новое положение.

Таблица 2. Параметры оценки точности деталей разбивки круговых кривых разными способами

Способы	Радиусы					
	50 м		100 м		200 м	
	Δ мм	ρ %	Δ мм	ρ %	Δ мм	ρ %
Прямоугольных координат	7	—	15	—	24	—
Стрел прогиба	12	5	23	7	30	9
Продолженных хорд	26	15	42	27	68	36

Как правило, три фиксирования точки образовывали на основном листе треугольник погрешностей. За окончательное положение точки принимался центр тяжести треугольника погрешностей, который отличался цветом, соответствующим способу разбивки.

После окончания разбивки всех точек тремя способами для данного радиуса намечались на бумаге направления хорд по точкам, разбитым способом прямоугольных координат. Через средние точки проводились линии, параллельные хордам, на которые ортогонально проектировались точки, полученные при разбивке стрел прогиба и продолженных хорд, и определялись отклонения этих точек по направлению радиуса и касательной, замерялись стрелы прогиба по точкам способа прямоугольных координат. Результаты по каждому радиусу кривой заносились в соответствующие ведомости, одновременно фиксировались отклонения точек середины кривой (СК) от положения ее, полученного при откладывании биссектрисы.

Сравнительная точность детальной разбивки кривых тремя способами может быть оценена несовпадением точки СК по направлению радиуса (Δ мм), полученной при разбивке кривых способами стрел прогиба и продолженных хорд, с точкой СК, полученной при откладывании биссектрисы.

Другим параметром для сравнения точностей можно считать плавность кривой.

При проведении опытов за отклонение от плавности считалось отношение величины отклонения точек по направлению радиуса, отмеченное выше, к стреле прогиба, полученной при разбивке способом прямоугольных координат. Отношение выражается в процентах (ρ).

Численные данные этих двух параметров для разных радиусов кривых приведены в таблице 2.

По приведенным в таблице 2 данным можно считать, что точность детальной разбивки круговых кривых способом стрел прогиба примерно в два раза выше точности разбивки способом продолженных хорд и мало отличается от способа прямоугольных координат.

Список использованной литературы:

1. Ганшин В.Н., Хренов Л.С. Таблицы для разбивки кривых. из-во – Москва, 1986 г.
2. Михеев Д.Ш. Инженерная геодезия М.: В. школа, 2001, 314.

Статья рекомендована к публикации 07.03.07