

## ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗАОКРУГЛЕНЬ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

Лебідь А.Д., Друзь А.В.

(науковий керівник к.т.н., доц. Дорожко Є.В.)

Харківський національний автомобільно-дорожній  
університет,

З плином часу транспортно-експлуатаційні параметри автомобільної дороги погіршуються і перестають відповідати сучасним вимогам. Це призводить до необхідності виконувати капітальний ремонт або реконструкцію автомобільної дороги в цілому або її окремих ділянок. При відсутності точних проектних або паспортних матеріалів часто виникає необхідність визначення геометричних параметрів окремих ділянок дороги в плані і профілі. Особливо складним і трудоемким є визначення геометричних параметрів заокруглень автомобільних доріг. До геометричних параметрів заокруглення автомобільної дороги відносять кут повороту, довжини тангенсів, радіус і довжину кругової кривої, довжини перехідних кривих, а також загальну довжину заокруглення. Нормативним документом що регламентує основні геометричні параметри заокруглень, поздовжнього і поперечного профілю автомобільних доріг загального користування на території України є ДБН В.2.3-4 [1].

Схему до дослідження геометричної конструкції заокруглення наведено на рисунку 1. На прямолінійних ділянках дороги до початку заокруглення (ПЗ) і після його кінця (КЗ) на кромці покриття в точках Е і Г встановлюють теодоліт з бусоллю і вимірюють магнітні азимути ділянок DE і GF, рисунок 1.

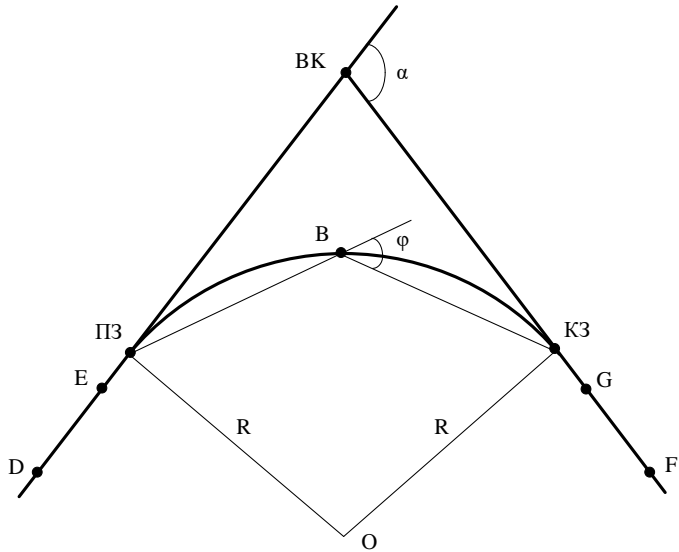


Рисунок 1 – Схема дослідження геометричної конструкції заокруглення

За різницею азимутів визначають кут повороту вісі дороги [2]:

$$\alpha = A_{(GF)} - A_{(DE)}, \quad (1)$$

де  $\alpha$  – кут повороту траси, град;

$A_{(GF)}$  – магнітний азимут ділянки GF, град;

$A_{(DE)}$  – магнітний азимут ділянки GF, град.

Трубу теодоліту, що стоїть в точці F, наводять на рейку D, що розміщено на кромці покриття, в сторону середини кривої. Як тільки зображення рейки почне зміщуватися з вертикальної нитяної сітки окуляра труби, помічник геодезиста з рейкою зупиняється і фіксує на кромці покриття точку початку заокруглення (ПЗ) [3]. Аналогічно за допомогою теодоліта, встановленого в точці G, визначають положення кінця заокруглення (КЗ). Теодоліт переносять у точку B, розташовану приблизно на середині заокруглення (точку B визначають візуально з

точністю у декілька метрів), встановлюють на кромці покриття і приводять в робоче положення. Вимірюють одним повним прийомом величину кута  $\varphi$ , рисунок 1. Вимірювання кута повним прийомом полягає у вимірюванні кута двічі. Спочатку кут вимірюють при одному положенні вертикального круга теодоліта (наприклад КЛ – круг ліворуч), а потім переводять зорову трубу теодоліту через зеніт і вимірюють той самий кут при іншому положенні вертикального круга теодоліта (КП – круг праворуч). Порівнюють результати вимірювання горизонтального кута при двох положеннях вертикального круга теодоліта. Оскільки вимірюється один той самий кут, то обидва значення мають співпасти, або відрізнятись не більше ніж на подвійну точність вимірювання горизонтального кута теодоліта. Якщо умова виконується, але кути відрізняються, то за остаточне значення приймають середнє значення з двох виміряних кутів.

Для вимірювання кута  $\varphi$ , з рисунка 1, в точках початок заокруглення ПЗ і кінець заокруглення КЗ на кромці покриття встановлюють рейки. Згідно з [2, 3], якщо заокруглення складається тільки з колової кривої, то має виконуватися залежність [3]:

$$\alpha = 2 \cdot \varphi . \quad (2)$$

Оскільки кути  $\alpha$  і  $\varphi$  вимірюються з деякими похибками  $m_\alpha$  і  $m_\varphi$ , то абсолютно точно умова з формули (2) ніколи не виконується. Якщо позначити [3]:

$$\Delta = \alpha - 2 \cdot \varphi , \quad (3)$$

то величина  $\Delta$  являє собою сумарний вплив похибок  $m_\alpha$  і  $m_\varphi$  [3]:

$$\Delta = \pm \sqrt{m_\alpha^2 + 4m_\varphi^2} . \quad (4)$$

У відповідності з нормальним законом розподілу, за яким розподіляються похибки вимірювань, можна записати:

$$|\alpha - 2 \cdot \varphi| \leq \pm 3 \sqrt{m_{\alpha}^2 + 4m_{\varphi}^2}. \quad (5)$$

Умова формули (5) виконується з вірогідністю 0,997 (99,7 %), оскільки перед коренем квадратним стоїть коефіцієнт 3, що відповідає зазначеній вірогідності [2, 3]. Згідно з [2, 3] похибка  $m_{\alpha}$  дорівнює близько  $\pm 13'$  і похибка  $m_{\varphi}$  дорівнює  $\pm 6'$ , отже:

$$|\alpha - 2 \cdot \varphi| \leq 51'. \quad (6)$$

Таким чином, якщо значення  $|\alpha - 2 \cdot \varphi|$  перевищуватиме  $55'$ , то з майже 100 % долею вірогідності можна стверджувати, що заокруглення має перехідні криві. Та навпаки, якщо виконується умова формули (6), то можна вважати, що заокруглення повністю складається лише з колової кривої.

У випадку, якщо заокруглення не має перехідних кривих, то для визначення радіуса колової кривої окрім кута  $\varphi$  необхідно також виміряти хорди  $b_1 = ПЗ - В$  та  $b_2 = КЗ - В$ . Радіус заокруглення тоді дорівнює [3]:

$$R = \frac{b_{cp}}{2 \sin \frac{\varphi}{2}}, \quad b_{cp} = \frac{b_1 + b_2}{2}. \quad (7)$$

Якщо заокруглення має перехідні криві, тобто  $|\alpha - 2 \cdot \varphi| \gg 60'$ , тоді в точці ПЗ (рисунок 1) на кромці покриття встановлюють теодоліт, приводять в робоче положення (горизонтують та центрують), поєднують нулі лімбу та аліади і наводять трубу на точку D, що знаходиться на відстані від 30 м до 40 м (точку D обирають на кромці покриття). Від точки ПК в сторону точки В на кромці покриття за допомогою рулетки розміщують через кожні 10 м точки 1, 2, 3, ... n. Трубу теодоліта після наведення на точку D переводять через зеніт і послідовно

наводять на точки 1, 2, 3, 4,... n в яких встановлюють рейку, рисунок 2.

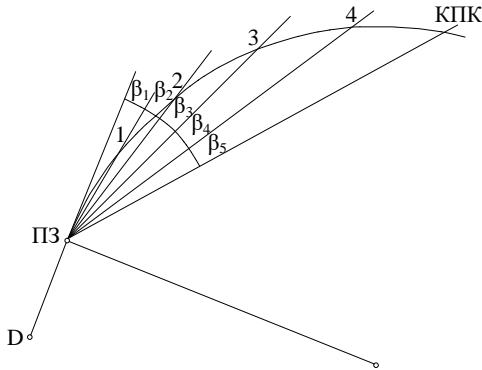


Рисунок 2 – Схема визначення точки КПК и довжини перехідної кривої

На горизонтальному крузі беруть відповідно відліки  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \dots, \lambda_n$ . Ділі розраховують кути:

$$\beta_1 = \lambda_1, \beta_2 = \lambda_2 - \lambda_1, \beta_n = \lambda_n - \lambda_{n-1}. \quad (8)$$

Порівнюють значення кутів  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ . Якщо виконується умова:

$\beta_1 < \beta_2 < \beta_3 < \beta_4 < \dots < \beta_n \approx \beta_{n+1} \approx \beta_{n+2}$ , то в точці з номером n фіксується кінець перехідної кривої КПК.

### Література

1. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. [Чинний від 2016–04–01]. Київ, 2015. 109 с.
2. Кузьмін В.І., Демішкан В.Ф. Інженерно-геодезичні роботи при ремонті і реконструкції автомобільних доріг : навчальний посібник. Харків : ХНАДУ, 2006. 132 с.
3. Кузьмін В.І., Білятинський О.А. Інженерна геодезія в дорожньому будівництві : навчальний посібник. Київ : Вища школа, 2006, 278 с.