

ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ПРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПАСПОРТИЗАЦІЇ

Рахуба Д.Ю.

Національний транспортний університет

Прийняття надійних рішень в дорожній галузі можливе на основі використання надійної інформаційної бази. Такою інформаційною базою є паспорт автомобільної дороги. Розробка паспорта автомобільної дороги складається із таких технологічних процесів як технічний облік та створення власне самого паспорта автомобільної дороги.

Мета технічного обліку – отримання достовірних параметрів, що характеризують всі елементи автомобільної дороги та її інфраструктури, що знаходиться в межах придорожньої смуги. Збір такої інформації відноситься до польових робіт.

При виконанні польових робіт багато уваги приділяється вимірювальним роботам, за допомогою яких отримують значення геометричних параметрів автомобільної дороги. До таких найважливіших параметрів, які впливають на прийняття надійних рішень в сучасних програмно-методичних комплексах, є радіуси горизонтальних кривих, радіуси вертикальних кривих та поздовжні похили.

Аналіз свідчить, що в даний час існує декілька методів визначення горизонтальних кривих, як за допомогою ходової лабораторії, так і з використанням геодезичних інструментів [1].

При використанні ходової лабораторії на базі автомобіля радіус обчислюють за кутом повороту поздовжньої осі автомобіля в поперечній площині. За наявності гіроскопічної апаратури кут повороту визначають гіронапівкомпасом, напрямком вимірювальної осі якого завжди залишається сталим і орієнтованим паралельно його початковому встановленню. За кутом повороту поздовжньої осі автомобіля γ і шляхом, пройденим автомобілем S , можна визначити радіус кривої R за залежністю:

$$R = \frac{57,3 S}{\gamma}, \quad (1)$$

де $\gamma = \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \gamma_4$ – сумарний кут повороту, град.

Радіус кривої в плані можна визначити також за допомогою геодезичних інструментів та обчислити за геометричними залежностями, користуючись відповідними розрахунковими схемами. Для визначення радіусів вертикальних кривих використовують інструментальні методи вимірювання, які детально висвітлені в [1].

Аналіз сучасних методів вимірювань свідчить про те, що похибка визначення радіусів горизонтальних кривих при застосуванні вищезазначених підходів становить від 10 до 20 %, а це суттєво впливає на прийняття надійних рішень. Витрати, пов'язані з вимірюванням

та визначенням одного радіуса, складають від 1,0 до 1,5 люд.год в залежності від стану крайки проїзної частини та інтенсивності руху по автомобільній дорозі.

Для визначення вертикальних перевищень з метою встановлення радіуса опуклої чи вгнутої кривої потрібно виконати від 3 до 5 вимірів, використовуючи при цьому такі інструменти як теодоліт, нівелір. Витрати часу на один вимір складають від 0,5 до 1,2 люд.год. Обробка матеріалів та визначення величини радіуса потребує 0,5 люд.год.

Практика свідчить про те, що кількість горизонтальних кривих коливається від 0,7 до 2,5 одиниць на 1 км в залежності від типу рельєфу місцевості. Кількість вертикальних кривих коливається від 0,3 до 1,5 одиниць на 1 км і залежить від типу рельєфу місцевості та категорії дороги.

Резюмуючи вищесказане, слід відзначити, що трудомісткість виконання робіт існуючими методами по визначенню радіусів горизонтальних кривих коливається від 1 до 3 люд.год. на 1 км, а трудомісткість визначення радіусів вертикальних кривих коливається від 3 до 8 люд.год. на 1 км. Таким чином, існуючі методи визначення геометричних параметрів не задовольняють сучасні вимоги, тому потрібне використання сучасних економічно обґрунтованих технологій вимірювання.

До сучасних технологій вимірювання слід віднести GPS системи які є складовою частиною GPS-технології. Супутникова радіонавігаційна система – глобальна система визначення місця розташування GPS (Global Position System) забезпечує високоточне визначення координат і швидкості об'єктів у будь-якій точці земної поверхні у будь-який час доби, у будь-яку погоду, а також точне визначення часу [2].

Практичне застосування GPS – технологій при виконанні польових робіт можливе з використанням автономного апаратурного комплексу, що встановлюється на рухомому об'єкті (ходовій лабораторії). Структурно автономний апаратурний комплекс (ААК) складається з таких елементів як антена GPS, приймач GPS, мікропроцесор, блок живлення, блок збереження інформації, блок давачів, блок візуалізації.

Кожен з вищеназваних елементів ААК виконує притаманну йому функцію. Точність вимірювання за допомогою GPS становить від 0,2 до 0,5 м на 100 км. Погрішність вимірювання у вертикальній площині становить від 2 до 20 см в залежності від класу GPS приймача.

За допомогою такого комплексу для кожної точки отримують три координати X, Y, Z, де X, Y – відносяться до плоских, Z – до вертикальних координат. Дискретність отримання інформації може бути задана і становить від кількох наносекунд до декількох секунд. Таким чином за допомогою ААК отримуємо план траси автомобільної дороги зафіксований в координатах X, Y. Маючи таку множину точок координат, можна визначитись з видом елемента плану автомобільної дороги – прямолінійна чи криволінійна ділянка. Крім цього, для криволінійних ділянок можна визначити і величину радіуса горизонтальної кривої.

Аналіз методів визначення радіусів горизонтальних кривих показує, що його необхідно визначати найбільш адекватним методом, який, з одного боку, враховує технологію вимірювань, а з іншого – дає мінімальну похибку.

З цією метою доцільно використовувати припущення про те, що на невеликих суміжних ділянках і на кривих значного радіуса (горизонтальних та вертикальних) довжина дуги

не відрізняється від довжини хорди, що стягує цю дугу. Скористаємося схемою рисунка 1 та формулою (2), згідно з якою в кожній точці можна визначити радіус кривизни R :

$$R = \frac{a}{2\sqrt{1 - \cos^2 a}}, \quad (2)$$

$$\cos a = \frac{c^2 + b^2 - a^2}{2cb}. \quad (3)$$

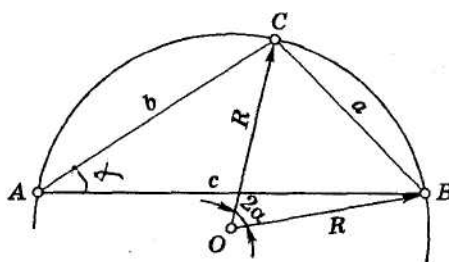


Рисунок 1 – Розрахункова схема для визначення радіуса горизонтальної кривої

Використовуючи індекси множини точок (рис.1), де точки А відповідають координати X_i, Y_i , точки С – координати X_{i+1}, Y_{i+1} , а точки В – X_{i+2}, Y_{i+2} , визначаємо довжини сторін трикутника a, b і c із формул

$$a = \sqrt{(x_{i+2} - x_{i+1})^2 + (y_{i+2} - y_{i+1})^2}, \quad (4)$$

$$b = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}, \quad (5)$$

$$c = \sqrt{(x_{i+2} - x_i)^2 + (y_{i+2} - y_i)^2}, \quad (6)$$

Використовуючи множину координат X, Y для кожної точки із множини від $i=1$ до $i=n$ встановлюємо значення R_i . Враховуючи, що відстані між сусідніми точками представлені нерівномірно, отримані значення радіуса потребують кореляції. З цією метою можна скористатися методами математичної статистики, задавши попередньо допустимую похибку при визначенні радіуса [3].

На початку і в кінці кругової кривої може бути перехідна крива. Таким чином, виникає необхідність визначення місцеположення як перехідної, так і кругової кривої, а також встановлення параметрів цих елементів. З цією метою доцільно побудувати розгорнутий графік $R=f(L)$ та виділити ділянки за відповідним критерієм. Таким критерієм може бути відхилення значень радіуса від середніх значень не більш як на 10 відсотків. Подальше збільшення радіуса кривизни свідчить про те, що на цій ділянці є перехідна крива. Початок та кінець перехідної кривої доцільно обмежити тими ділянками, де радіус кривизни спрямований до нескінченності. Враховуючи можливі похибки при вимірюваннях, слід вважати, що числовою межею нескінченності в даному випадку можна прийняти радіус кривизни, що перевищує 5000 метрів.

Для визначення радіусів вертикальних кривих при наявності координати Z можна скористатися наведеною вище схемою (рис.1), розгорнутою у вертикальній площині. При цьому слід враховувати те, що для визначення довжини хорди a потрібно використовувати три координати.

Як для горизонтальних так і вертикальних кривих виникає задача встановлення їх напрямку або їх опуклості. Для горизонтальних кривих це стосується визначення напрямку їх повороту – направо чи наліво відносно осі дороги. Для вертикальних кривих необхідно визначитись – чи це опукла, чи вгнута крива. Таким критерієм для першого випадку може бути зростання чи зменшення відповідних координат X та Y , а для другого – характер зміни координати Z . Крім цього, в процесі аналізу вертикальної кривої можна встановити ділянки з постійним похилом та величину цього похилу, а також його характер – спуск чи підйом.

Таким чином, використання GPS – технологій дозволяє вдосконалити методику проведення польових робіт та отримувати з відповідною дискретністю три координати зі швидкістю руху лабораторії від 20 до 50 км/год в залежності від кількості зафіксованих додатково елементів дороги, що знаходяться в межах придорожньої смуги. Визначення радіусів горизонтальних і вертикальних кривих на автомобільній дорозі дозволяє прискорити ці процеси у 18-25 разів у порівнянні з традиційними. При цьому досягається економія матеріальних ресурсів у розмірі до 100 грн. на один кілометр автомобільної дороги.

Література

1. О.А. Білятинський, В.П. Старовойда Проектування капітального ремонту і реконструкції доріг. Київ „Вища освіта”, 2003. – 343с.
2. Ю.А. Соловьев Системы спутниковой навигации. Москва: Эко-Трендз, 2000. – 268 с.
3. И.М. Грушко, В.М. Сиденко Основы научных исследований. Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1983. – 224 с.