

УДК 528.4:625.72(075.8)

к.т.н., доцент Пеньков В.О.,
Харківський національний університет
міського господарства ім. О. М Бекетова

ВРАХУВАННЯ УМОВ ФОРМОУТВОРЕННЯ ПРИ ОБГРУНТУВАННІ ТОЧНОСТІ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ

Розглянута одна з моделей визначення вимог до точності геодезичних вимірювань в будівництві. Виконано оцінку можливості і доцільності її використання при вишукуванні для реконструкції автомобільних доріг та при вирішенні інших задач, пов'язаних з визначенням параметрів геометричних елементів складних ділянок трас існуючих доріг при врахуванні вимог до точності формоутворення.

Ключові слова: геодезичні вимірювання, розмічувальні роботи, точність, дороги, геометричні параметри.

Вступ

Потреба у розвитку методів геодезичного забезпечення зумовлена невідпинним розвитком та вдосконаленням технологічних процесів проектування, будівництва та реконструкції об'єктів різного призначення, в тому числі і дорожнього. При цьому деякі нормативні документи з геодезичного забезпечення будівництва є застарілими та потребують якнайшвидшого доопрацювання [1,2].

Задача своєчасного обґрунтованого оновлення вимог до точності, та вдосконалення методів виконання геодезичних робіт є важливою і актуальною. Вона може вирішуватися на основі визначення рівня раціонального впливу точності геодезичних робіт на якість будівельних, транспортно-експлуатаційних і економічних параметрів проектів і зведених споруд. [1,2,6,7].

Постановка проблеми.

Загальні правила проектування, виконання та приймання геодезичних робіт, обов'язкових під час будівництва, реконструкції, технічного переоснащення об'єктів будівництва будь-якого призначення викладено у [3], але усі чинні нормативні документи, які регламентують точність геодезичних робіт, мають певні вади [1]. В наш час спосіб одержання і точність результатів геодезичних вимірювань часто визначаються не точністю приладів, (вона може бути надмірно високою), а особливостями стану і форми об'єкту, на якому проводяться вимірювання, особливо при реконструкції. Основним недоліком чинних нормативних документів, які регламентують точність геодезичних робіт, є встановлення норм точності геометрії споруди

тільки на підставі досвіду та даних про геометрію споруди [1]. Це вимагає використання особливих способів вимірювань та визначення їхньої раціональної точності.

Мета роботи полягає в оцінці можливості і доцільності використання при вишукуванні для реконструкції автомобільних доріг та при вирішенні інших задач, пов'язаних з визначенням параметрів геометричних елементів складних ділянок трас існуючих доріг однієї з моделей системи забезпечення точності геодезичних робіт [7].

Виклад основного матеріалу

Однією з умов якості реконструкції є максимальне використання існуючої дороги. При нормуванні точності геодезичних робіт доцільно розглядати вимоги до точності на складних ділянках, якими є заокруглення різної структури.

В моделі, яка розглядається, в якості нормуючої величини приймається відхилення відновленої при вишукуванні осі дороги відносно осі існуючої дороги в середині заокруглення Δ_c . Під відновленням траси розуміється повторне розмічування ділянки траси по геометричних елементах, чисельні значення яких визначені шляхом геодезичних вимірювань на існуючій дорозі.

Параметри геометричних елементів існуючих доріг з різних причин відрізняються від проектних [4,5,6]. Тому складність відновлення траси полягає у необхідності визначенні реальних параметрів геометричних елементів існуючої дороги. Для визначення елементів нового розмічування необхідно знати параметри геометричних елементів траси з точністю, яка б забезпечувала точність розмічування, прийняту при новому будівництві.

Тому в даній моделі нормуванню підлягають точність визначення реальних параметрів кривизни траси та положення головних точок заокруглень: початку -ПК та кінця -(КК).

Як обумовлено вище, похибка визначення положення середньої точки заокруглення m_c залежить тільки від похибки визначення геометричних елементів траси: типу заокруглення та чисельних значень геометричних параметрів. Коли структура заокруглення та чисельні значення всіх, або частини геометричних елементів не відомі, їх визначають з допоміжних вимірювань.

Очевидно, що різні типи заокруглень можуть вимагати різного обсягу робіт по визначенню реальних значень їхніх геометричних елементів і різної точності вимірювальних робіт

Далі розглянуто реалізацію моделі для випадку, коли тип заокруглення колова крива радіуса R .

Відновлення траси виконується розмічуванням способом прямокутних координат. При цьому вісь x збігається з напрямком траси, координати x_c y_c середньої точки C заокруглення відновлюваної траси визначається за (1).

$$x_c = R \cdot \sin(\theta/2); \quad y_c = R(1 - \cos\theta/2), \quad (1)$$

де θ - кут повороту траси;

Для подальших розрахунків з відносною похибкою визначення $y_c \leq 2\%$ прийнято:

$$y_c \approx x_c^2 / 2R \quad (2)$$

Тоді сумарна похибка визначення положення точки C - M_{y_c} :

$$M_{y_c}^2 = m_1^2 + m_2^2, \quad (3)$$

де: m_1 , m_2 - середні квадратичні похибки в положенні точки C , викликані похибкою побудови координати x_c та визначення значення радіусу m_R

При відновленні траси, точність суто розмічувальних робіт приймається і досить легко забезпечується такою ж, як і при новому будівництві, тому в даному розгляді похибки розмічувальних робіт далі не враховуються, як дуже малі.

Оскільки розглядається випадок розмічування відносно відновленого початку кривої, то замість m_x приймають похибку визначення положення початку кривої $m_x \approx m_{нк}$:

$$m_1 = m_x \cdot x / R = m_{нк} \cdot x / R, \quad (4)$$

тоді для середини заокруглення: $x_c \approx T \approx R \cdot \operatorname{tg}(\theta/2)$;

$$m_1 \approx m_{нк} \cdot \operatorname{tg}(\theta/2), \quad (5)$$

де θ - кут повороту траси.

Відносна похибка визначення y_c :

$$m_1 / y_c = 2m_{нк} / x = 2m_{нк} / R \cdot \operatorname{tg}(\theta/2) \quad (6)$$

Щодо m_2 - середньої квадратичної похибки координати y_c , викликаній похибкою m_R визначення за результатами вимірювань радіусу R , можливі два варіанти:

- проектне значення радіусу відоме і підтверджене натурними вимірюваннями: похибка $m_R = 0$;
- проектне значення радіусу не відоме і реальне значення радіусу R визначене з натурних вимірювань. Похибка m_R характеризує відмінність значення радіусу у проекті дороги при її будівництві та реального значення, визначеного при вишукуваннях. При цьому радіус розглядається як геометричний елемент всього заокруглення.

Під час вишукувальних та дослідницьких робіт на існуючих дорогах було виявлено значні відхилення локальних радіусів заокруглень (до 44%) через порушення технології будівництва та недотримання вимог до детальності розмічувальних робіт [4].

Похибка m_2 визначення y_c , обумовлена похибкою m_R визначення радіусу R .

$$m_2 = x^2 \cdot m_R / R^2, \quad (7)$$

або з урахуванням (3):
$$m_2 = m_R \cdot \operatorname{tg}^2(\theta/2) \quad (8)$$

Відносна похибка :
$$m_2 / y_c = m_R / R \quad (9)$$

Співвідношення допустимих похибок m_1 та m_2 при заданій допустимій абсолютній похибці положення середини кривої:

$$m_1 \approx m_2 \cdot \operatorname{tg} \theta / 2$$

При заданій допустимій абсолютній похибці положення середини кривої $M_{c_{\partial on}}$, встановлюють допустимі похибки визначення R та ПК

При рівному впливі похибок m_1 та m_2 : $m_{0\partial on} = M_{c_{\partial on}} / \sqrt{2}$,

- допустима похибка визначення положення початку кривої в плані:

$$m_{нк\partial on} = m_{0\partial on} / \operatorname{tg} \theta / 2$$

- допустима похибка визначення радіусу кривої в плані:

$$m_{R\partial on} = m_{0\partial on} / \operatorname{tg}^2 \theta / 2$$

Проектне значення радіусу, як геометричного елементу загального для всього заокруглення можна з необхідною точністю визначати за вимірними значеннями локальних радіусів [4,6]. Тоді вся допустима похибка M_{y_c} ставиться у залежність від m_1 . В такому разі визначення роботи з визначення радіусу вимагають попереднього розгляду щодо способу і необхідної точності вимірювань [4, 5, 6].

При відновленні траси існуючої дороги всіма способами, вимірювання для визначення фактичних значень параметрів заокруглень виконуються на лінії формоутворення - відновленій осі, або крийці покриття. При цьому основний вплив на точність цих вимірювань чинить похибка приналежності точок до цієї лінії m_{np} , яка є відображенням перш за все якісного стану покриття на момент вишукувань. Вона включає випадкові похибки розмічувальних робіт m_p , формоутворення при будівництві m_{mb} . Для криволінійних ділянок додаються систематичні за знаком та випадкові за величиною похибки заміни дуг хордами m_z . Найбільші зміни в положенні точок $m_{ек}$ виникають під час експлуатації. Так, при допустимому

відхиленні ширини покриття 0,10 м, з урахуванням руйнування і забруднення кромки при експлуатації, m_{np} може досягати 0,20-0,25 м [4,6].

Величина похибки може дуже різнитись навіть на різних ділянках однієї дороги, і залежить в першу чергу від типу покриття, строку і умов експлуатації. Тому для підвищення надійності результатів вимірювань її визначають на місці.

Обґрунтовані вимоги до точності визначення кривизни та положення головних точок заокруглення дозволяють визначити точність необхідних додаткових вимірювань та призначити найбільш раціональні в конкретних умовах способи вирішення задачі з доцільним урахуванням вимог формоутворення [6,7]. При визначенні точності цих вимірювань застосовують відомі принцип рівних впливів та коефіцієнт незначущого впливу.

Розглянуту модель визначення необхідної точності доцільно використовувати і для більш складних заокруглень, зважаючи на більш складні умови визначення параметрів геометричних елементів.

Висновок.

У розглянутій моделі встановлення точності геодезичних робіт для реконструкції доріг виконується на основі аналізу та узагальнення допустимих відхилень окремих геометричних елементів. Запропонований підхід дозволяє уточнити і конкретизувати вимоги до точності у комплексі геометричних елементів і призначати точність геодезичних робіт з урахуванням форми та стану споруди і може використовуватись при вирішенні практичних і дослідницьких задач. Запропонована модель системи забезпечення точності може бути використана для визначення і оновлення вимог до точності геодезичних робіт доріг в різних технологічних схемах вишукувань та в ряді інших завдань, пов'язаних з визначенням геометричних параметрів існуючих доріг.

Список використаних джерел

1. Адаменко О.В. Сучасний стан нормування точності геодезичних робіт під час будівництва інженерних споруд Інженерна геодезія : Наук.-техн. збірник / - К., КНУБА, 2014. - Вип. 60.- С. 6-11.
2. Дем'яненко Р.А., Ковальов М.В. Аналіз точності виконання геодезичних розмічувальних робіт при будівництві будівель і споруд / Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / – К., КНУБА, 2014. – Вип. 52. – С. 76-84
3. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві.

- Геодезичні роботи у будівництві: ДБН В.1.3-2:2010. – [Чинний від 2010-01-09]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 70 с.
4. Дорошенко, А. И. Влияние качества строительства автомобильных дорог на риск возникновения дорожно-транспортных происшествий / А. И. Дорошенко // Сб. науч. тр. / СГТУ. - Саратов, 2012. - С. 99-103.
5. Кокодеева Н. Е. Методологические основы комплексной оценки надежности автомобильных дорог в системе технического регулирования дорожного хозяйства: автореф. дис. ... докт. техн. наук. - Санкт-Петербург, 2012. – 32 с.
6. Белятынский А.А., Пеньков В.А. Особенности обоснования точности изысканий при реконструкции автодорог /Инженерна геодезія : Наук.-техн. збірник / – К.: КДТУБА, 1989. - Вип. 32.- С. 24-28
7. Пеньков В.О. Принципи забезпечення точності геодезичних робіт при реконструкції автомобільних доріг /Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / – К.: КНУБА, 2014. – Вип. 53. – с. 387-391
8. Курьянов В.К. , Кондрашова Е.В. , Лобанов Ю.В. Повышение эффективности обследования автомобильных дорог в районах лесозаготовок "Академия Естествознания", 2010.
9. Батракова А.Г. Определение геометрических параметров трассы в задачах автоматизированного проектирования // Вестник ХГАДТУ, 2002. - вып. 17. – С. 83-86.

Аннотация

Рассмотрена одна из моделей определения требований к точности геодезических измерений в строительстве. Выполнена оценка возможности и целесообразности ее использования при изысканиях для реконструкции автомобильных дорог и при решении других задач, связанных с определением параметров геометрических элементов сложных участков трасс существующих дорог при учете требований к точности формообразования.

Ключевые слова: геодезические измерения, разбивочные работы, точность, дороги, геометрические параметры.

Abstract

Presented one of the models accuracy requirements for geodetic measurements in construction. Evaluated the appropriateness of its use in the reconstruction of roads and other tasks related to the determination of the parameters of the geometric elements on complex sections of the route of existing roads.

Key words: survey measurement, accuracy, road, parameters of geometrical elements, road curves