

ГЕОДЕЗИЯ

УДК 625.72:528.4

Коваленко Л.А.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗАКРУГЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

В статье рассмотрена последовательность выполнения геодезических измерений и расчетов основных геометрических элементов закруглений в плане с целью обоснования необходимости реконструкции автомобильной дороги. Перед непосредственным определением радиуса и длины закругления необходимо установить его геометрическую конструкцию. Геодезические методы наиболее доступны и распространены на производстве. Они обеспечивают наиболее точное определение геометрических параметров автомобильных дорог в плане и продольном профиле.

Ключевые слова: автомобильная дорога, паспортизация, реконструкция, геометрические параметры дороги, геодезические измерения, теодолит, мерная лента.

Постановка проблемы. Автомобильные дороги имеют важное экономическое и социальное значение. Однако, несмотря на строительство и реконструкцию в последние годы ряда автомагистралей, развитие сети дорог все еще отстает от потребностей, а их техническое состояние не отвечает возросшим скоростям и интенсивности движения. Поэтому протяженность дорог, требующих реконструкции, составляет значительную часть от общей протяженности дорожной сети [1; 2].

В деятельности дорожных организаций капитальный ремонт и реконструкция дорог занимают одно из главных мест. Посредством этих работ улучшаются транспортно-эксплуатационные качества дорог, увеличиваются радиусы закруглений, уменьшаются уклоны на наиболее крутых участках, устраиваются дополнительные полосы и уширения на подъемах [3].

Для рационального планирования работ по реконструкции и капитальному ремонту автомобильных дорог проводят их техническое обследование и паспортизацию, в результате чего получают данные о состоянии дорог, дорожных сооружений и их геометрические параметры. При решении вопросов реконструкции дороги наиболее важными и определяющими геометрическими параметрами являются радиусы круговых кривых на закруглениях, уклоны продольного профиля, радиусы вертикальных кривых. Эти параметры определяют при полевых измерениях [4; 5].

Анализ последних исследований и публикаций. Определение геометрических параметров

автомобильных дорог в плане и профиле при их инвентаризации и паспортизации – одна из важных производственных задач. При ее решении могут быть использованы различные методы.

Наиболее продуктивным является метод аэрофотосъемки [6], однако он далеко не всегда бывает доступен и не всегда может быть использован в любой дорожной организации для решения производственных задач. Эффективность метода зависит от длины участка дороги, подлежащего паспортизации, и поэтому применять его целесообразно при длине таких участков, по крайней мере, в несколько десятков километров. При этом масштаб аэрофотосъемки должен быть не мельче 1:10000.

Метод наземной фотограмметрии имеет достаточную информативность, но измерительно-вычислительные работы на снимках, составляющих основное его содержание, являются трудоемкими и поэтому существенно влияют на его эффективность. В современных условиях все больше распространенными становятся методы, основанные на использовании цифровых моделей местности, использовании современных автоматизированных приборов, позволяющих выполнять компьютерную обработку геодезической информации [6]. Но эти методы пока не получили распространение при паспортизации дорог из-за отсутствия соответствующего оборудования, лабораторий и инженерных кадров в дорожных организациях.

Геодезические методы наиболее доступны и распространены на производстве [7]. Они

обеспечивают наиболее точное определение геометрических параметров автомобильных дорог в плане и продольном профиле, и при необходимости их точность может быть повышена за счет применения более точных приборов и совершенной методики измерений. Обработка результатов измерений отличается простотой и не требует какого-либо специального оборудования или специальной подготовки инженерно-технических кадров.

Постановка задания. Целью статьи является краткий обзор методов определения геометрических параметров существующих автомобильных дорог. Особое внимание уделено геодезическим методам измерения и расчета параметров закругления автомобильных дорог.

Изложение основного материала исследования. К параметрам закругления автомобильной дороги относят геометрическую конструкцию закругления, угол поворота, длины тангенсов, радиус и длину круговой кривой, длины переходных кривых, а также общую длину закругления. Перед непосредственным определением радиуса и длины закругления необходимо установить его геометрическую конструкцию, то есть выяснить, из каких кривых оно состоит, длины этих кривых, где расположены начало и конец каждой кривой [5; 8]. Однако специалисты отмечают, что в процессе съемки закруглений в плане определить наличие переходной кривой, начало и конец переходной кривой является сложной задачей, решаемой только с определенной степенью приближения [9].

Во всех случаях, когда представляется технически возможным и экономически целесообразным, радиусы кривых в плане должны быть не менее 3000 м. Если из-за условий местности невозможно выполнить это требование, то наименьшие радиусы кривых следует принимать по нормативным документам исходя из расчетной скорости движения и категории дороги. Переходные кривые рекомендуется предусматривать при радиусах кривых в плане до 2000 м. Длина переходной кривой должна составлять, как правило, не менее 1/4 длины круговой кривой.

Длину кривой закругления можно определить по формуле:

$$K = \frac{R\theta\pi}{180^\circ}, \quad (1)$$

где R – радиус круговой кривой;
 θ – угол поворота;
 π – 3,14.

Для этого необходимо восстановить на местности вершину угла поворота θ , измерить этот

угол и длину тангенса закругления T . По измеренным значениям угла поворота, биссектрисы и тангенса закругления можно установить тип существующего закругления дороги в плане и вычислить его параметры – радиус R , длину переходной кривой L , а также длину всего закругления. Для этого используют формулы расчета параметров закруглений [7; 10]. На практике геодезические измерения при использовании данного метода отличаются значительной трудоемкостью и не всегда возможны из-за условий местности.

Наиболее простой и удовлетворительный по точности метод определения радиуса горизонтальной круговой кривой заключается в следующем. Выбирают три равноудаленные точки A , B , C , тщательно размечают на кромке покрытия. Желательно, чтобы точка B была выбрана вблизи середины кривой и хорды AB , BC различались не более чем на 2–3 м. (рис. 1). Все три точки должны располагаться в пределах круговой кривой, а это значит, что перед началом измерений необходимо определить начало и конец круговой кривой закругления.

В точке B устанавливают теодолит и измеряют угол φ одним полным приемом, а хорды (b – отрезки AB , BC) – с помощью нитяного дальномера. При измерении хорд дальномером необходимо измерять также их угол наклона к горизонтальной плоскости. Если значение вертикального угла превышает 3° , измеренные значения хорд приводят к горизонтальным проекциям.

Из треугольника BOC (рис. 1) находим значение радиуса кривой в плане:

$$R = \frac{b}{2\sin\frac{\varphi}{2}} \quad R = \frac{b}{2\sin\frac{\varphi}{2}} \quad (2)$$

где R – радиус кривой в плане;

$$b_{cp} = \frac{AB + BC}{2} \text{ – средняя длина хорд.}$$

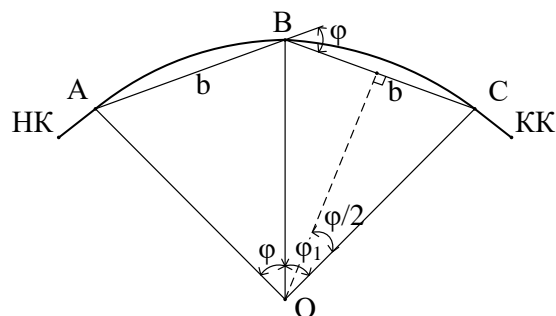


Рис. 1. Схема к определению радиуса и длины кривой

Длину кривой вычисляют по формуле:

$$K = \frac{2R\varphi}{\rho} = \frac{b_{cp}}{\rho \sin \varphi / 2}, \quad (3)$$

где K – длина кривой закругления;

$\rho = 57,3^\circ$ – значение радиана в градусах.

При установлении геометрической конструкции закругления и вычислении его параметров рекомендуется пользоваться техническими нормами, поскольку они определяют пределы возможных значений радиуса круговой кривой и длин переходных кривых в зависимости от категории дороги [2; 11]. Значительные расхождения между техническими нормами и фактическими данными для соответствующей категории дороги могут быть следствием ошибок в измерениях.

Необходимо обратить внимание на эти расхождения и проверить их.

При исследовании геометрической конструкции закругления и определении длин переходных кривых соответствующие геодезические измерения следует проводить в пределах 100–120 метров от начала и конца закругления, так как за пределами этих интервалов переходные кривые не проектируются.

Выводы. В статье проведен анализ основных методов определения геометрических параметров существующих автомобильных дорог в плане и профиле. Рассмотрена последовательность выполнения геодезических измерений и расчетов основных геометрических элементов закруглений в плане с целью обоснования необходимости реконструкции автомобильной дороги.

Список литературы:

1. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог: учебник для вузов. Москва: Транспорт, 1987. 368 с.
2. Проектування автомобільних доріг: підручник для вузів / О.А. Білятинський, В.Й. Заворицький, В.П. Старовойда, Я.В. Хомяк. Київ: Вища школа, 1997. 435 с.
3. Реконструкция автомобильных дорог: учебное пособие / Л.П. Васильев, Ю.Н. Яковлев, М.С. Коганзон, Л.П. Васильев, А.Я. Тулаев. Москва: МАДИ, 1998, 158 с.
4. Білятинський О.А., Кузьмін В.І. Інженерно-геодезичні роботи при будівництві автомобільних доріг: навчальний посібник. Київ: НТУ, 2001. 192 с.
5. Кузьмін В.І., Демішкан В.Ф. Інженерно-геодезичні роботи при ремонті і реконструкції автомобільних доріг: навчальний посібник. Харків: ХНАДУ, 2006. 132 с.
6. Островський А.Л., Мороз О.І., Тарнавський В.Л. Геодезія: підручник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. 564 с.
7. Кузьмін В.І., Білятинський О.А. Інженерна геодезія в дорожньому будівництві: навчальний посібник. Київ: Вища школа, 2006, 278 с.
8. Большаков В.Д., Левчук Г.П., Новак В.Е. Справочное руководство по инженерно-геодезическим работам. Москва: Недра, 1980. 781 с.
9. Белятинский А.А., Пеньков В.А. Исследование точности производства геодезических работ при реконструкции дорог. *Инженерная геодезия*. Киев: КАДИ, 1981. Вып. 24. С. 59–64.
10. Данилевич Б.Б., Лукьянов В.Ф., Хейфец Б.С. Практикум по инженерной геодезии: учебное пособие для вузов. Москва: Недра, 1987. 334 с.
11. Федотов Г.А. Справочник инженера-дорожника. Москва: Транспорт, 1989. 436 с.

ВИКОРИСТАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕТОДІВ

ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗАКРУГЛЕННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

У статті розглянута послідовність виконання геодезичних вимірювань і розрахунків основних геометричних елементів закруглень у плані з метою обґрунтування необхідності реконструкції автомобільної дороги. Перед безпосереднім визначенням радіуса та довжини закруглення необхідно встановити його геометричну конструкцію. Геодезичні методи найбільш доступні й поширені на виробництві. Вони забезпечують найбільш точне визначення геометричних параметрів автомобільних доріг у плані й поздовжньому профілі.

Ключові слова: автомобільна дорога, паспортизація, реконструкція, геометричні параметри дороги, геодезичні вимірювання, теодоліт, мірна стрічка.

USE OF GEODESIC METHODS FOR DETERMINING THE PARAMETERS OF THE ROADS OF THE AUTOMOBILE ROAD

The article examines the sequence of performing geodetic measurements and calculations of the basic geometric elements of curvatures in the plan with the aim of justifying the need for reconstruction of the road. Before the direct determination of the radius and the length of the rounding, it is necessary to establish its geometric construction. Geodetic methods are the most accessible and widely distributed in production. They provide the most accurate definition of the geometric parameters of highways in terms of and longitudinal profile.

Key words: automobile road, passportization, reconstruction, geometric parameters of the road, geodetic changes, theodolite, measuring tape.