

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТАХ
ASSESSMENT OF THE QUALITY OF FORMATION DURING EARTHWORKS

Пеньков В.А., кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Penkov V.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Морковин В.А., кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Morkovin V.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Стородубцева Т.Н., доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Storodubtseva T.N., Doctor of Technical Sciences, Head of Department, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация. В работе рассматривается влияние отклонений геометрических параметров при земляных работах и условий местности на точность определения площади поперечных сечений в дорожном строительстве. Обосновано детальное рассмотрение точности процессов, определяющих качество формообразования при выполнении земляных работ во всем их разнообразии. Рассмотрены возможные подходы к оценке качества формообразования объектов. Предлагается для оценки величины отклонений в плановом и высотном положении точек поперечного сечения земляного полотна в качестве предельных отклонений использовать строительные допуски. Показано, что крутизна косогора и рабочие отметки могут существенно влиять на относительные изменения площади поперечного сечения, необходим учет условий выполнения работ на всех промежуточных этапах. Представлены зависимости для определения относительных изменений площади поперечного сечения учитывают влияние рабочей отметки, крутизны откоса и уклона косогора.

Abstract. The paper examines the influence of deviations in geometric parameters during excavation work and terrain conditions on the accuracy of determining the cross-sectional area in road construction. A detailed examination of the accuracy of the processes that determine the quality of shaping during excavation work in all their diversity is substantiated. Possible approaches to assessing the quality of shaping of objects are considered. It is proposed to use construction tolerances as limit deviations to assess the magnitude of deviations in the planned

and altitude position of cross-sectional points of the roadbed. It is shown that the steepness of the slope and working marks can significantly affect the relative changes in the cross-sectional area. It is necessary to take into account the conditions of work at all intermediate stages. The obtained dependencies for determining the relative changes in the cross-sectional area take into account the influence of the working mark, slope steepness and hill slope. They can be used to standardize the requirements for the quality of shaping and initial information when designing slopes in different conditions, including when designing the roadbed of highways.

Ключевые слова: строительство, дороги, геометрические параметры, геодезические работы, земляные работы, качество формообразования, откос, косогор

Keywords: construction, roads, geometric parameters, geodetic work, earthworks, quality of shaping, slope, hillside

Вопрос качества формообразования в дорожном строительстве актуален на протяжении многих лет. Объектом исследования является как макроуровень – дорога в целом, так и микроуровень – ее отдельные элементы, параметры и изменение отдельных показателей геометрических параметров (например, ровность) [1]. Существенные изменения в технологии проектирования, земельно-правовых отношениях и нормах охраны окружающей среды требуют анализа соответствия действующим нормам и правилам, современным технологиям проектирования земляных работ [1-4]. В процессе проектирования земляных работ решаются задачи определения, объемов и стоимости земляных работ площади участка и стоимости земли, занятой сооружением. Совершенствование техники и технологии выполнения земляных работ требует повышения качества проектно-изыскательских работ, и новых подходов к информационным потребностям, и виду действующих нормативов.

Таким образом, необходимо детальное рассмотрение точности процессов, определяющих качество формообразования при выполнении земляных работ во всем их разнообразии, разработка требований к качеству создания откосов как элементов, требующих специальных приемов формообразования и методика его оценки. Необходимость изменений требований к качеству формообразования откосов в разных условиях обусловлена: изменением уровня изменений влияния отдельных факторов на точность формообразования, площади поперечного пересечения откосов в процессе формообразования, требования к информации о местности при проектировании откосов на разных этапах.

Формообразование при земляных работах происходит как превращение геометрической информации из символического вида в естественный – это процесс придания строительным материалам заданной формы и размера объекта в установленном месте. При этом вследствие искажения геометрических параметров на всех этапах формообразования при сдаче в эксплуатацию объект имеет суммарное искажение формы. Формообразование земляного полотна (и откосов) проходит стадии изысканий, проектирования, выноса в натуру, строительства, как при новом строительстве, так и при реконструкции. На всех промежуточных этапах требования к качеству формы земляного полотна должны учитывать предназначение, способность сохранять приданную форму,

стоимость, значимость, долговечность, эстетические требования и другие характеристики объекта. Все это требует наличия информации, обладающей соответствующими свойствами и качеством [1–3].

Предлагается качество формообразования откосов оценивается с помощью интегрального и частных показателей. При этом интегральный показатель – величина отклонения от проектной стоимости земляных работ на стадии приемки в эксплуатацию. Частные показатели – точность положения границ откосов, определение площадей и стоимости земли под земляным полотном и др. Влияние отклонений геометрических параметров на итоговый показатель качества должно быть рационально соразмерным с влиянием отклонений, вызванных строительно-технологическими факторами. Для оценки величины отклонений в плановом и высотном положении точек поперечного сечения земляного полотна в качестве предельных отклонений использовать научно обоснованные и апробированные отклонения – строительные допуски [1, 2].

Они определяют точность формообразования на завершающем этапе и позволяют задавать соотношение между допусками на разных этапах, являясь итоговыми величинами процесса формообразования, и в значительной степени отражают текущее состояние строительного производства, обладают определенной стабильностью. Значительное их изменение невозможно без существенного изменения в технологии строительства.

Для достижения необходимого качества формообразования на завершающем этапе необходимы обоснованные, согласованные между собой оптимальные отклонения на всех предыдущих стадиях. Поэтому, исходя из допустимой ошибки определения объемов и площадей поперечного сечения на завершающих стадиях, можно установить допустимые отклонения в данных на разных этапах проектирования и строительства.

Рассмотрены изменения формы поперечного пересечения откосов при строительстве до стадии приемки в эксплуатацию. Реальная форма поперечного сечения создается в несколько этапов. Суммарное изменение формы допускается при условии

$$\Delta S_f \leq \Delta S_{opt},$$

где ΔS_f – фактическое изменение площади поперечного сечения; ΔS_{opt} – изменение площади, оптимальное при существующем уровне строительного производства.

На стадии приемки в эксплуатацию качество геометрических параметров оценивается по величине отклонения реальных величин от проектных значений.

Для земляных работ устанавливаются допустимые отклонения: расстояния между осью и бровкой – 0,1 м; высот точек – 0,05 м; поперечного уклона – $mi_1 = 0.010$; $mi_2 = 0.1i_2$ – крутизна откоса [1-2]. При оценке влияния изменений отдельных параметров на суммарную величину изменения площади получены зависимости для определения элементарных искажений и установлены соотношения между ними. Начальными величинами при определении площади поперечного сечения являются рабочая отметка h , заложение откоса l , уклон откоса i_2 .

Площадь поперечного сечения определяется по формуле

$$S = h^2 / 2d, \quad (1)$$

где $d = i_2 - i_1$; i_1 - уклон косогора; i_2 - уклон откоса.

Суммарное изменение площади поперечного сечения:

$$MS_{sum}^2 = ms^2(b) + ms^2(i_1) + ms^2(h) + ms^2(i_2), \quad (2)$$

где $ms(b)$ - средние квадратические значения изменений площади поперечного сечения, вызванные изменениями соответствующих геометрических параметров.

Относительное изменение площади поперечного сечения при совместном действии изменений параметров можно определить по формуле

$$MS_{ot}^2 = (2 \frac{mh}{h})^2 + (\frac{mi_2}{2d})^2 + (\frac{mi_1}{2d})^2 + (mb \frac{d}{h})^2. \quad (3)$$

Зависимости для определения элементарных абсолютных и относительных изменений площади получены на основе (2) и (3).

Учитывая, что возможные уклоны косогора местностей могут составлять $i_2 = 0.333 - 1.000$, при уклонах откосов $i_1 = 0.000 - 0.300$, значение разности уклонов d может изменяться в широких пределах от 0,200 до 1,300.

Для оценки суммарного относительного изменения площади откоса при различных значениях рабочих отметок h и уклонов i получена универсальная зависимость (4). Она учитывает численные значения допустимых отклонений (2) и (3).

$$MS_{ot} = 0,10 \sqrt{\frac{(d^2 + 0.25i_2^2 \cdot h^2 + 0.0006h^2 + d^4)}{h^2 \cdot d^2}}. \quad (4)$$

При отсутствии поперечного уклона рекомендовано (5):

$$MS_{ot}^1 = 0,10 \sqrt{\frac{(i^2 + 0.25i^2 \cdot h^2 + 0.0006h^2 + i^4)}{h^2 \cdot i^2}}. \quad (5)$$

Анализ (4), (5) показывает, что изменение площади поперечного сечения зависит как от рабочей отметки, так и от разности уклонов. При этом наиболее интенсивное изменение имеет место при $0.2 < d < 0.6$. При малых рабочих отметках h м и разности уклонов, смена площади практически одинакова. Характер изменения MS_{ot} различен для малых (м) и значительных рабочих отметок. При $d \approx 0.6$ и малых рабочих отметках, MS_{ot} минимально.

Следовательно, для малых рабочих отметок необходимо более детальное рассмотрение влияния косогорности. Таким образом, крутизна косогора и рабочие отметки могут существенно влиять на относительные изменения площади поперечного сечения. Это является свидетельством того, что для обеспечения оптимальности и преемственности требований к точности информации на необходимый учет условий выполнения работ на всех промежуточных этапах.

Список литературы

1. СП 126.13330.2012. (Свод правил). Геодезические работы в строительстве. Актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84. – Введ. 1.01.2013. – М. : «Росстандарт». – 98 с.
2. СП 34.13330.2012. (Свод правил). Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85. – Введ. 01.07.2013. – Минрегион развития РФ. – 110 с.
3. Столбов, Ю. В. Анализ методов расчета точности геодезического контроля, высотного положения оснований и покрытий автомобильных дорог / Ю. В. Столбов, С. Ю. Столбова, Д. О. Нагаев // Вестник СибАДИ. – 2012. – Вып. 2 (24). – С. 69-73.

References

1. SP 126.13330.2012. (Code of Practice). Geodetic Works in Construction. Updated version of SNiP 3.01.03-84. – Introduced on 01.01.2013. – M.: "Rosstandart". – 98 p.
2. SP 34.13330.2012. (Code of Practice). Motorways. Updated version of SNiP 2.05.02-85. – Introduced on 01.07.2013. – Ministry of Regional Development of the Russian Federation. – 110 p.
3. Stolbov, Yu. V. Analysis of Methods for Calculating the Accuracy of Geodetic Control, the Elevation Position of Foundations and Pavements of Motorways / Yu. V. Stolbov, S. Yu. Stolbova, D. O. Nagaev // Bulletin of SibADI. – 2012. – Issue 2 (24). – P. 69-73.