

ENGINEER



international scientific journal

SPECIAL ISSUE

E-ISSN

3030-3893

ISSN

3060-5172



A bridge between science and innovation



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**
Tashkent state
transport university



ENGINEER

A bridge between science and innovation

E-ISSN: 3030-3893

ISSN: 3060-5172

SPECIAL ISSUE

16-iyun, 2025



engineer.tstu.uz

“QURILISHDA YASHIL IQTISODIYOT, SUV VA ATROF-MUHITNI ASRASH TENDENSIYALARI, EKOLOGIK MUAMMOLAR VA INNOVATSION YECHIMLAR” MAVZUSIDAGI RESPUBLIKA MIQYOSIDAGI ILMIY-AMALIY KONFERENSIYA TASHKILIY QO‘MITASI

1. Abdurahmonov O.K. – O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi ijtimoiy rivojlantirish departamenti rahbari, Toshkent davlat transport universiteti rektori
2. Gulamov A.A – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
3. Shaumarov S.S – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
4. Suvonqulov A.X. – O‘zsuvta’minoti AJ raisi
5. Xamzayev A.X. – O‘zbekiston ekologik partiyasi raisi
6. Maksumov N.E. – O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Qurilish va uy-joy kommunal xo‘jaligi sohasida nazorat qilish inspeksiysi boshlig‘i o‘rinbosari
7. Baratov D.X. – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
8. Turayev B. X – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
9. Norkulov S.T. – Toshkent davlat transport universiteti prorektori
10. Adilxodjayev A.E. – Universitedagi istiqbolli va strategik vazifalarni amalga oshirish masalalari bo‘yicha rektor maslahatchisi
11. Negmatov S.S. – “Fan va taraqqiyot” DUK ilmiy rahbari, O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Akademigi
12. Abed N.S. – “Fan va taraqqiyot” DUK raisi
13. Merganov A.M – Ilmiy tadqiqotlar, innovatsiyalar va ilmiy-pedagogik kadrlar tayyorlash bo‘limi boshlig‘i
14. Ibadullayev A. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasi professori
15. Rizayev A. N. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasi professori
16. Xalilova R.X. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasi professori
17. Babayev A.R. – “Qurilish muhandisligi” fakulteti dekani
18. Boboxodjayev R.X – Tahririy nashriyot va poligrafiya bo‘limi boshlig‘i
19. Talipov M.M – Ilmiy nashrlar bilan ishslash bo‘limi boshlig‘i
20. Maxamadjonova Sh.I. - Matbuot xizmati kontent-menedjeri
21. Umarov U.V. – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasi mudiri
22. Eshmamatova D.B. – Oliy matematika kafedrasi mudiri
23. Muxammadiyev N.R. – Bino va sanoat inshootlari qurilishi kafedrasi mudiri
24. Tursunov N.Q. – Materialshunoslik va mashinasozlik kafedrasi mudiri
25. Shermuxammedov U.Z. – Ko‘priklar va tonnellar kafedrasi mudiri
26. Lesov Q.S. – Temir yo‘l muhandisligi kafedrasi mudiri
27. Pirnazarov G‘.F. – Amaliy mehanika kafedrasi mudiri
28. Teshabayeva E.U. – Tabiiy fanlar kafedrasi professori
29. Chorshanbiyev Umar Ravshan o‘g‘li – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasi dotsent v.b.
30. Obidjonov Axror Jo‘raboy o‘g‘li – Muhandislik kommunikatsiyalari va tizimlari kafedrasi assistenti

Features the elevation of the outer rail in the curved part of the road

M.M. Toshmatova¹

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: In the layout of a railway track, its curved section is of particular importance. When transitioning from one straight section of the track to another, a curved segment arises. In the curved section, the outer rail is elevated to neutralize the centrifugal force that appears during the turning of the train. This study is dedicated to analysing the functional properties of the elevation of the outer rail in a railway track. The transition section is divided into two equal parts. This division becomes the centre of symmetry for both parts. Such a configuration ensures a smooth and symmetric transition of the train at both ends of the transitional section. The elevation function value is calculated using a differential equation derived by the author. The layout of the elevated part is presented in a schematic drawing, and a method is proposed to compute the elevation that ensures a smooth transition of the train from a straight section to a curved one.

Keywords: Track plan, radius, curvature, outer and inner rail, centrifugal force, clothoid, railway transition curve.

Особенности возвышение внешнего рельса в кривой части дороги

Тошматова М.М.¹

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В плане железнодорожной пути особым являются его кривая часть. При переходе от одной прямой части дороги к другой возникает кривая часть дороги. В кривой части дороги внешний рельс возвышается для погашения центробежной силы, появляющейся при повороте состава. Данная работа посвящена изучению свойств функции возвышения внешнего рельса железнодорожной пути. Переходная часть разделяется на две равные части. Тогда разделение является центром симметрии обоих частей. Такая конструкция переходной части обеспечивает одинаковый плавный переход состава в обоих концах переходной части. Значение функции возвышения вычислено с помощью дифференциального уравнения, полученного автором. Схема возвышенной части приведена в чертеже и указан метод вычисления высоты, обеспечивающей плавный переход состава от прямой части дороги к кривой.

Ключевые слова: План дороги, радиус, кривизна, внешний и внутренний рельс, центробежная сила, клотоида, переходная часть дороги.

1. Введение

Известно [1], что переходная часть дороги необходимо для плавного перехода состава от прямолинейного движения к движению по кривой. Когда состав двигается по прямой линии, он не испытывает центробежную силу [2], [3]. При переходе и кривой части дороги на состав действует центробежная сила, величина которой пропорционально к кривизне кривой по которому двигается состав. Центробежная сила пропорционально к кривизне кривой. Очевидно, когда состав двигается по прямой, центробежная сила равна нулю. Она появляется, когда состав проходит по кривой части. Это механические свойства движущего материальной точки по кривой описывается геометрическими характеристиками кривой. В данном случае она выражается кривизной кривой. Плавный переход от прямой к кривой части математически описывается как изменение дифференциала кривой. Поэтому кривая описывающая график дороги должна быть дифференцируемой функцией. Идея

проектирование плана железнодорожной пути, проведенной в наших предыдущих работах, подтверждает, что самым сложным участком является переходная часть дороги [4], [5]. Когда кривая выражающая траекторию внутреннего рельса плоская, то она расположена в следующем последовательности “прямая – переходная часть – дуга окружности – переходная часть – прямая”. Длины этих кривых участков выбираются в зависимости от радиуса и угла между прямыми [6], [7].

2. Методы определение высоты переходной части

Кривая график которого выражает траекторию внешнего рельса, также будет в последовательности как внутренняя. Но в отличие от него, внешняя кривая является пространственной кривой. Причём та часть, которая соответствует дуге окружности внутренней кривой, будет дугой окружности полученной



параллельным переносом, от внутренней кривой, на постоянном расстоянии.

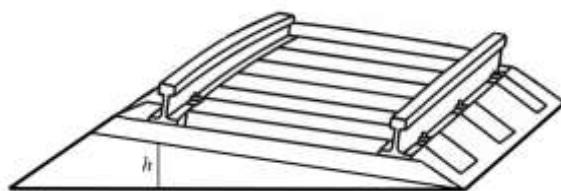


Рис. 1. Профиль переходной части

Так как она принадлежит одной плоскости, то его возвышения будет меняться в зависимости от внутреннего рельса, на постоянную величину. Особенno сложным является определение возвышения внешнего рельса при переходной части. Поэтому мы отдельно изучаем закон изменения возвышности внешнего рельса, которая наиболее оптимально соответствует технико-экономическим требованиям предъявляемой проходной части. Математический метод предлагаемой нами основан на идею, что кривизна и кручение кривой, определяющая траекторию внешнего рельса, считаем линейно зависимой от длины пути. Когда проекция кривой на плоскости будет клоноидой уравнения возвышности пути задается дифференциальным уравнением данное в работе [8-10]. Решая эту дифференциальную уравнению получили значение функции возвышения обесцвечивавшая вышеизложенных требований [11], [12].

Оказывается, функция возвышения $z(s) = h$ является возрастающей функцией. Поэтому график внешнего рельса схематически можно представить в следующем виде.

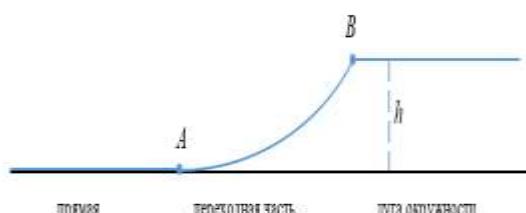


Рис. 2. Схема переходной части

В переходной части функции возвышение $z(s)$ – возрастающая и при переходе на дуги окружности она постоянная. Следовательно, в точке B дифференциал кривой имеет разрывность. Состав в точке при переходе точку B испытывает толчок. Но функции $z(s)$ – по определению в точке A обеспечивает плавную переход от прямой к кривой части. Она отвечает технико-экономическим требованиям. Чтобы добиться плавного перехода и в конце переходной части или точке B , предлагаем следующую конструкцию. Переходную часть дороги разделит на две равные части. Это означает чтобы дугу AB с точкой C разделить на два равные части. В отрезке AC высоту возвышности внешней кривой определим как значения функции $z(s)$. В другой части CD функцию возвышности определим как функция

$$\tilde{z} = h - z(a - s)$$

Предлагаемая метод определения выглядит схематически следующем виды:

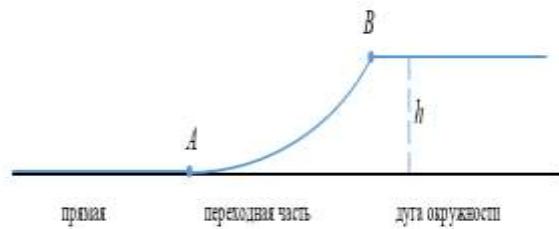


Рис. 3. Схема предлагаемой переходной части

3. Результаты

Предлагаемый нами математический подход основан на предположении, что кривизна и кручение кривой являются функциями длины пути. При таком определение функция $z(s)$ возвышности дороги, остается всегда возрастающей функцией. Точка C является точкой перегиба. Причём график функции части, AC и CB будет центрально симметричным относительно точки C . Центрально-симметричность графика относительная точка C обеспечивает одинаковую переход движущего состава по кривой AC и CB . Таким образом добиваемся плавного перехода состава в точках A и B . Расстоянию AB определяется в зависимости от радиуса дороги и от угла между прямыми частями. Его величина должна быть не менее длины двух вагонов, то есть не меньше 50 м и обеспечивающая плавную переход состава от прямой к кривой части.

4. Выводы

В данной работе рассмотрены особенности возвышения внешнего рельса в кривой части железнодорожного пути. Установлено, что оптимальный профиль возвышения внешнего рельса должен удовлетворять технико-экономическим требованиям и обеспечивать плавность перехода от прямолинейного движения к криволинейному. На основе анализа кривизны и кручения пространственной кривой предложен математический метод, обеспечивающий плавное изменение возвышения. Установлено, что симметричная форма функции возвышения относительно точки перегиба позволяет добиться равномерного распределения центробежных сил на всём протяжении переходной части пути. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании геометрических параметров железнодорожного полотна, особенно на скоростных участках, где требования к комфорту и безопасности движения являются особенно высоким.

5. Благодарности

Автор выражает искреннюю благодарность преподавателям и научным сотрудникам Ташкентского

государственного транспортного университета за ценное руководство и поддержку на всех этапах выполнения данной работы. Особую признательность автор выражает коллегам кафедры высшей математики за конструктивные замечания и моральную поддержку. Также автор благодарит за оказанную техническую помощь при графическом моделировании и оформлении материала.

Использованная литература / References

- [1] Левин Б.А., Пономарев В.Н. Проектирование и строительство железных дорог. СПб.: Лань, 2006.
- [2] Киселёв В.П., Кононов И.А. Современные методы проектирования железнодорожного пути. Новосибирск: НГАСУ, 2008.
- [3] Ермаков А.М., Степанов В.С. Железнодорожный путь и путевое хозяйство. М.: ИД «ФОРУМ», 2012.
- [4] Furuya, T. Railway Track and Structures for High-Speed Railways. Springer, 2015.
- [5] Esveld, C. Modern Railway Track. MRT-Productions, 2001 (Second Edition).
- [6] Profillidis, V.A. Railway Management and Engineering. Ashgate Publishing, 2006.
- [7] Wen, Z., Wu, J. Dynamics of High-Speed Railway Track Systems. CRC Press, 2017.
- [8] Клименко И.М., Латышев В.И. Теоретические основы проектирования железнодорожного пути. Омск: ОмГУПС, 2010.
- [9] Sadeghi, J. Track Transition Dynamics. Taylor & Francis, 2018.
- [10] Бородин С.В. Динамика железнодорожного пути. М.: Транспорт, 2004.
- [11] Дмитриев Н.Я. Сопротивление пути движению поездов. М.: Маршрут, 2011.
- [12] Жданов В.А., Брагин А.И. Проектирование железных дорог. Геометрическое выравнивание. М.: Транспорт, 2002.

Информация об авторах/ Information about the authors

**Тошматова
Мохинисо
Муродулла
кизи** Докторант Ташкентского государственного транспортного университета. Высшая математика.

E-mail: toshmatova_mm@mail.ru

Tel.: +99890 007 50 10

<https://orcid.org/0009-0006-2781-9325>

S. Negmatov, N. Erniezov, K. Negmatova, Zh. Negmatov, S. Saidkulov, G. Gulmurodova, Sh. Tursunov, G. Toshpulatova, T. Ibodullaev, D. Kholbozorova	
<i>Study of physicochemical properties and sorption capacity of developed composite sorbents KHR-OKS for use in the process of cyanidation and sorption</i>	270
Sh. Kasimov, O. Anorov, N. Shomurodov	
<i>Determination of the constructive sizes of cavitation mixers</i>	275
O. Anorov, F. Sultanova	
<i>Quadratic stochastic operators as operators describing Fisher's generalized model</i>	278
M. Toshmatova	
<i>Features the elevation of the outer rail in the curved part of the road</i>	280
B. Sipatdinova, D. Ibragimova	
<i>Innovative approaches to architectural design of youth centers in the era of information society</i>	283
R. Kendjaev, U. Shamsieva	
<i>Multivariate regression model for factors affecting natural gas production in the Republic of Uzbekistan</i>	285
Y. Islamov	
<i>The use of green infrastructure elements in urban planning: environmental and economic efficiency</i>	287
F. Yusupov, A. Eshkabilov	
<i>Complete dynamics of quadratic stochastic quasi non-Volterra operator</i>	290
F. Davletova, S. Tuichieva	
<i>Coefficients of the weighting optimal quadrature formula in the sobolev space</i>	293
R. Isanov, P. Samsokov	
<i>The problem of the removal of solid particles from the Earth's surface formed by the movement of a high-speed train</i>	296
Zh. Azimov, A. Turaev	
<i>Models of random processes with particle interaction</i>	298
A. Eshkabilov , A. Turaev	
<i>About some application of the Rademacher function</i>	301