

8-15-2019

THE MOVEMENT OF TRAINS AS A SOURCE OF SEISMIC WAVES IMPACT ON THE UPPER STRUCTURE OF THE TRACK AND THE ROADBED OF RAILWAYS

A.H. Abdujabarov

Tashkent Institute of Railway Engineers, Tashkent, 100167, Uzbekistan

P. A. Begmatov

Tashkent Institute of Railway Engineers, Tashkent, 100167, Uzbekistan, pbegmatov_1986@mail.ru

M. Mehmonov

Tashkent Institute of Railway Engineers, Tashkent, 100167, Uzbekistan, m.mehmonov90@mail.ru

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/tashiit>



Part of the [Engineering Mechanics Commons](#)

Recommended Citation

Abdujabarov, A.H.; Begmatov, P. A.; and Mehmonov, M. (2019) "THE MOVEMENT OF TRAINS AS A SOURCE OF SEISMIC WAVES IMPACT ON THE UPPER STRUCTURE OF THE TRACK AND THE ROADBED OF RAILWAYS," *Journal of TIRE*: Vol. 15 : Iss. 2 , Article 15.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/tashiit/vol15/iss2/15>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Journal of TIRE by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact brownman91@mail.ru.

УДК (UDC) 625.122

THE MOVEMENT OF TRAINS AS A SOURCE OF SEISMIC WAVES IMPACT ON THE UPPER STRUCTURE OF THE TRACK AND THE ROADBED OF RAILWAYS

Абдужабаров А.Х.¹, Бегматов П.А.¹, Мехмонов М.¹
Abdujabarov A. H.¹, Begmatov P. A.¹, Mehmonov M.¹

¹ – Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта
(Ташкент, Узбекистан)

¹ – Tashkent Institute of Railway Engineers (Tashkent, Uzbekistan)

Abstract: On the basis of theoretical and experimental scientific research, the substantiation of the similarity of the impact of seismic forces and the movement of rolling stock on the engineering structures of Railways is obtained.

Key words: track structure, roadbed, ballast, rail-sleeper grid, tunnel.

ДВИЖЕНИЕ ПОЕЗДОВ КАК ИСТОЧНИК СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВЕРХНЕЕ СТРОЕНИЕ ПУТИ И ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Аннотация: На основе теоретических и экспериментальных научных исследований получено обоснование аналогичности воздействия сейсмических сил и движения подвижного состава на инженерные сооружения железных дорог.

Ключевые слова: Верхнего строения пути, земляное полотно, балластная призма, рельсошпальной решетка, тоннель.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования воздействия движения поездов на лавинозащитные галереи железных дорог позволили определить это как сейсмическое воздействие интенсивностью до 8 баллов [1]. Нетрудно по аналогии прийти к обоснованному выводу, что сочетание сложного сооружения, каким является верхнее строение пути и земляное полотно, также подвергается воздействию возникающих продольных, поперечных и вертикальных волн воздействия, источником чего является подвижной состав железных дорог.

Рассмотрим продольную синусоидальную волну вдоль трассы дороги, которая при движении поездов по закону физики создает отдельные участки сжатия и растяжения. Верхнее строение пути более надежно работает на сжатие и меньше сопротивляется растяжению. Все это может привести к искривлению рельс в плане и вертикальным деформациям балластной призмы.

Воздействие продольных колебаний от движения поездов на земляное полотно и верхнее строение пути подобно действию сейсмических волн на подземные сооружения. Поэтому при теоретическом решении вопроса оценки величин напряжений и деформаций в рассматриваемом сооружении используем динамическую теорию сейсмостойкости [2]. Колебания системы, которая состоит из верхнего строения пути и земляного полотна, описывается системой уравнений в частных производных:

$$B \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - m \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} - L_p t_x = 0; \quad (1)$$

где: B - продольная жесткость верхнего строения пути и земляного полотна;

МЕХАНИКА, ТЕМИР YO'L MASHINASOZLIGI, MATERIALSHUNOSLIK

U – продольное смещение от воздействия волны;
 m – средняя масса единицы длины сооружения;
 L_p – параметр, учитывающий периметр сооружения;
 t_x – удельная сила взаимодействия между сооружением и грунтом основания на единицу его длины.

Усилие P_n на участке железной дороги – n выражается через относительные деформации:

$$P_n = EF \frac{U_{n+1} - U_n}{L} \quad (2)$$

где: E – модуль упругости материала системы сооружения;

F – площадь поперечного сечения сооружения;

L – длина сооружения между колесными парами.

Модель грунта земляного полотна и основания примем упруго – вязко – пластичным, т.к. в этом состоянии грунт имеет наиболее низкие прочностные показатели:

$$T_x = K_x(U - U_0)[1 - W(U - U_0)]; \quad (3)$$

где: K_x – коэффициент равномерного сдвига;

W – функция пластичности.

Удельная сила между сооружением и основанием на участке n и $n-1$ равна:

$$\begin{aligned} t_n &= L_p K_x L [U_0(X_n, t) - U_n(X_n, t)] \\ t_{n-1} &= L_p K_x L [U_0(X_{n-1}, t) - U_{n-1}(X_{n-1}, t)] \end{aligned} \quad (4)$$

где: t_n – удельная сила взаимодействия между сооружением и грунтом основания, а перемещение равно:

$$\begin{aligned} U_n = (X_n, t) &= U_{0n} \frac{U_{0n+1} - U_{0n}}{L} X_n; \\ U_{n-1}(X_{n-1}, t) &= U_{n-1} + \frac{U_n - U_{n-1}}{L} X_{n-1}; \end{aligned} \quad (5)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Из (4), (5) следуют:} \\ \int_0^{\frac{1}{2}} t_n \alpha x_n = \frac{L_p K_x L}{8} [3(U_{0n} - U_n) + (U_{0n+1} - U_{n-1})]; \\ \int_{\frac{1}{2}}^1 t_{n-1} \alpha x_{n-1} = \frac{L_p K_x L}{8} [3(U_{0n} - U_n) + (U_{0n+1} - U_{n-1})] \\ \text{Здесь } U_{0n} = U_{0n}(X_n, t) \text{ при } x_n = 0; \end{array} \right. \quad (6)$$

Система уравнений колебаний системы верхнее строение пути и земляное полотно от скоростного движения поездов имеет вид системы с конечным числом степеней свободы:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{mL}{2} U_{n-1} + \left(\frac{2EJ}{L} + \frac{3L_p K_x L}{4} \right) U_{n-1} + \left(\frac{L_p K_x L}{8} - \frac{EJ}{L} \right) (U_n - U_{n-2}) = L_p K_x L U_{n-1}; \\ \frac{mL}{2} U_n + \left(\frac{2EJ}{L} + \frac{3L_p K_x L}{4} \right) U_n + \left(\frac{L_p K_x L}{8} - \frac{EJ}{L} \right) (U_{n+2} - U_{n-1}) = L_p K_x L U_{n0}; \\ \frac{mL}{2} U_{n+1} + \left(\frac{2EJ}{L} + \frac{3L_p K_x L}{4} \right) U_{n+1} + \left(\frac{L_p K_x L}{8} - \frac{EJ}{L} \right) (U_{n+2} - U_n) = L_p K_x L U_{0n+1}; \end{array} \right. \quad (7)$$

где: U_n – абсолютное перемещение n – го участка рассматриваемой системы от скоростного движения поездов.

U_{no} – перемещение грунта основания сооружения.

Решение системы уравнений (7) в относительных координатах даст влияние длины состава поезда и скорости передвижения на напряженно – деформированное состояния верхнего строения пути и земляного полотна дороги, которые представляют единую систему сооружения.

График изменения максимальных смещений рельсошпальной решетки в зависимости от числа рассматриваемых уравнений при $K_x = 0.15$ МПа и скорости распространения волн от движения поездов в грунте для барханного песка $Q_p=1200$ м/с., а для суглинка $Q_p=250$ м/с, дано на Рисунок – 1, а напряжений – Рисунок – 2.

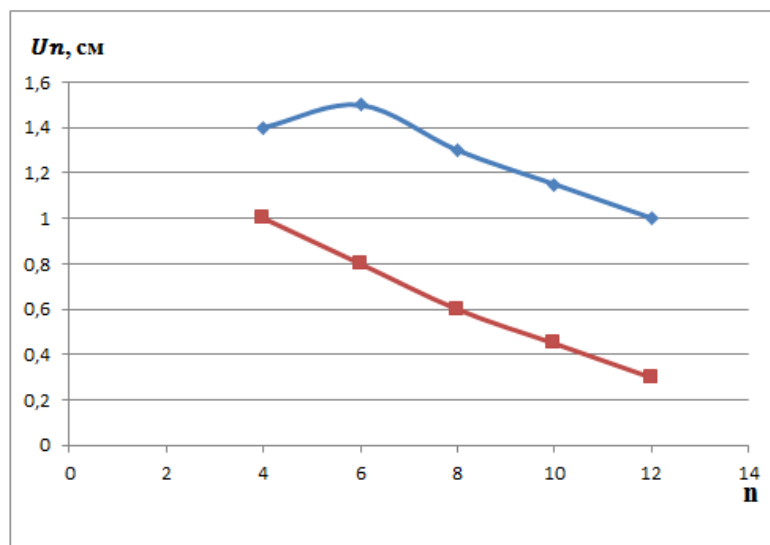


Рисунок 1. Смещение шпальной решетки при грунте земляного полотна 1 – барханный песок; 2 – суглинок

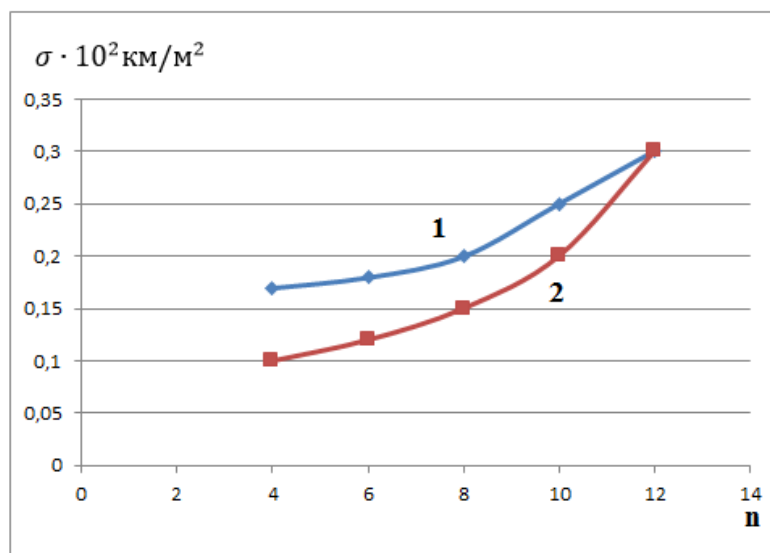


Рисунок 2. Напряжение, которое передается на балластную призму при движении поездов. 1 – грунт суглинистый; 2 – грунт барханный песок

Изменение напряжений в балластной призме, которые передаются на грунт земляного полотна, от коэффициента податливости рельсошпальной решетки дано на Рисунок 3.

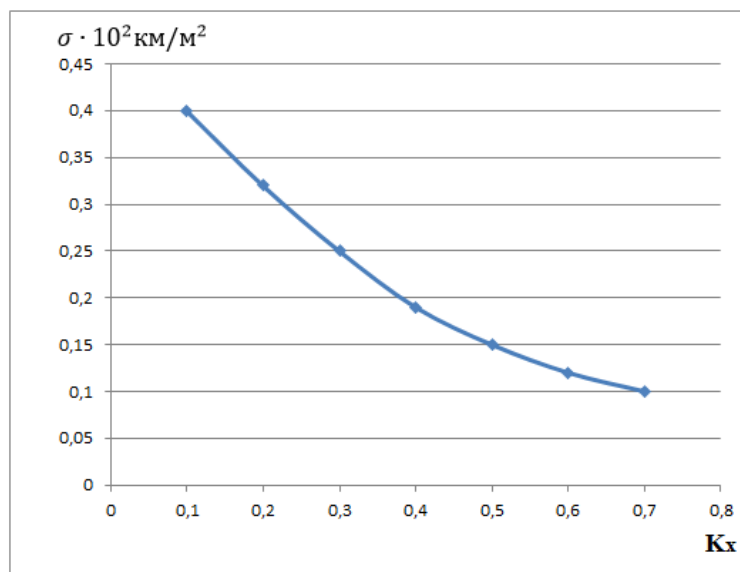


Рисунок 3. Изменение напряжений в балластной призме от податливости рельсошпальной решетки

График – Рисунок 3. Позволяет сделать вывод о том что если в рельсошпальной решетке разработать устройства, снижающие её жесткость в продольном направлении – это снизит напряжение в балластной призме, а значит и в земляном полотне дороги, что очень важно при скоростном движении поездов и с увеличением их грузоподъемности.

Вероятно, что эту жесткость рельсошпальной решетки можно снизить изменением конструкции креплений и подбора прокладок между шпалами и рельсами, что позволит снизить напряжения, передаваемые на балластную призму и земляное полотно.

Полученную систему уравнений в относительных координатах с использованием динамической теории распространения волн воздействия от движения поездов возможно использовать для определения напряженно-деформированного состояния тоннелей, мостов и сопряжения мостов с береговой опорой, которые испытывают дополнительные нагрузки, требующие конкретного уточнения. Все это позволит разработать более надежные конструктивные разработки, т.к. известно о частом повреждении сооружения в этом сечении и при входе в тоннель.

Литература

1. Абдужабаров А.Х. «Влияние скоростного движения поездов на лавинозащитные сооружения». Материалы первой международной научно-практической конференции. КАТик. Алматы.2000 с. 96-100.
2. Рашидов Т.Р. «Динамическая теория сейсмостойкости сложных систем подземных сооружений». Ташкент. Фан. 1973.276с.

References

1. Abduzhabarov A.H. «Vliyanie skorostnogo dvizheniya poezdov na lavinozashitnye sooruzheniya». Materialy pervoj mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. KATik. Almaty.2000 s. 96-100.
2. Rashidov T.R. «Dinamicheskaya teoriya sejsmostojkosti slozhnyh sistem podzemnyh sooruzhenij». Tashkent. Fan. 1973.276s