

REFERENCES

- [1] Mussayev Zh.S., Algazy Zhaut, Analysis of disturbing influence of traffic load on soil bodyю Hindawi Publishing Corporation. Advances in Materials Science and Engineering. Volume 2015, Article ID 318289, 7 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2015/318289> (ISI Thomson Reuters Impact Factor 0,897)
- [2] Skobelev V.E., Soloviev G.I., Epifanov A.P. *Analiz putey uluchsheniya kharakteristik tyagovykh lineynykh asinkhronnykh dvigateley dlya vysokoskorostnogo nazemnogo transporta* [In Russian: "Analysis of ways to improve the characteristics of traction linear induction motors for high-speed land transport"] - Railways of the World, 2012, № 2, p. 3-12.
- [3] Kazachenko E. V. *Eksperimental'nyye vzaimodeystviya mezhdu induktorom i reaktivnoy shinoy odnostoronnogo lineynogo asinkhronnogo dvigatelya* [In Russian: "Experimental interactions between inductor and reactive bus of a one-way linear induction motor"] - In the book: High-speed ground transport, 2016, P. 144 - 150.
- [4] Matin V. N., Kim K.I. *Kombinirovannyye sistemy sinkhronnoy tyagi i napravleniya dlya vysokoskorostnogo nazemnogo transporta* [In Russian: "Combined synchronous traction and direction systems for high-speed ground transport"] - In High-speed ground transport, 2016, P. 45 - 52.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ СИНХРОННОЙ ТЯГИ С ЛИНЕЙНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

Ахатов Семят Турганжанович, докторант, Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М. Тынышпаева, г.Алматы, Казахстан

Солоненко Владимир Гельевич, д.т.н., профессор, Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М. Тынышпаева, г.Алматы, Казахстан

Махметова Нарзанкуль Мусаевна, д.т.н., профессор, Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М. Тынышпаева, г.Алматы, Казахстан

СЫЗЫҚТЫҚ ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫ БАР СИНХРОНДЫ ТАРТУ ЖҮЙЕСІН ЗЕРТТЕУ

Ахатов Семят Турганжанович, докторант, Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы М. Тынышпаева, Алматы, Қазақстан; semyat@mail.ru

Солоненко Владимир Гельевич, т.ғ.д., профессор Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы М. Тынышпаева, Алматы, Қазақстан; v.solonenko@mail.ru

Махметова Нарзанкуль Мусаевна, т.ғ.д., профессор Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы М. Тынышпаева, Алматы, Қазақстан; makhmetova_n1958@mail.ru

Аңдатпа. Мақалада жоғары жылдамдықты жер үсті көлігінде синхронды тартқышы бар желілік электр қозғалтқыштарында жұмыс істеу кезінде пайда болатын әртүрлі күштердің нұсқалары қарастырылады. Экипажға бүйір бағытта сыртқы әсер ететін негізгі күштер анықталды. Экипаждардың қауіпсіз жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін мақалада өз кезегінде жолдың өткізгіш элементтері бар синхронды қозғалтқыштарды қоздыру ретінде әрекет ете алатын экипаждағы өте өткізгіш электромагниттердің байланыссыз өзара әрекеттесу күштерін бағыттаушылармен өтеу ұсынылады. Шетелде жүзеге асырылған суспензия жүйесімен синхронды тарту мен бағыттың құрылымдық аралас жүйелері талданды. Синхронды тарту және бағыттың біріктірілген жүйелерінің орамаларын қосудың егжей-тегжейлі схемалары ұсынылған. Мақалада синхронды тарту мен бағыттың біріктірілген жүйелерін қолдану жағдайында бағыттаушы күштерді есептеу үшін математикалық аппарат ұсынылған.

Түйінді сөздер: жер үсті көлігі, аралас жүйелер, суспензия электромагниттері, жол құрылымы, синхронды қозғалтқыш, тежегіш күш, электродинамикалық күш, индуктивтілік.

The Bulletin of Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev
ISSN 1609-1817. Vol. 116, No.1 (2021), pp.95-102

MOVEMENT OF THE CART WITH ELASTIC-VISCOUS LINKS ON A CURVILINEAR SITE OF A WAY

Semyat Akhatov, Master (Eng.), doctoral student, assistant teacher, Kazakh Academy of transport and communications named after M. Tynyshpayev (KazATC), Almaty, Kazakhstan, semyat@mail.ru

Nurgul Suleyeva, Cand.Sci.(Eng.), associate Professor KazATC, Kazakh Academy of transport and communications named after M. Tynyshpayev (KazATC), Almaty, Kazakhstan, n.suleeva@kazatk.kz

Mukangali Turkebayev, Cand.Sci.(Eng.), associate Professor KazATC, Kazakh Academy of transport and communications named after M. Tynyshpayev (KazATC), Almaty, Kazakhstan, m.turkebayev@kazatk.kz

Abstract. When a car enters a curve, there is a horizontal impact of the comb against the rail head and a different rotation of the car in the plane. Such motion is commonly referred to as impact car entry into a curve. The resulting interaction forces should be considered when calculating the strength and stability of the car against derailment and overturning.

The process of car entrance into a curve is considered in the case when wheels combs of front bogie simultaneously touch the outer rail from the beginning of a curve and bogies together with the spot section of the body gets centripetal acceleration - rotation of the body in transverse vertical plane and in plane due to gaps between side slides and deformation of springs.

In addition, it is possible when the front bogie crests at the beginning of the curve are away from the edge of the outer rail on the size of the gap, when there is an impact interaction of the front wheel crest with the outer rail, accompanied by the rotation of the bogie frame relative to the vertical axis in the plan until the rear wheel crest comes into contact, after which the front bogie and the body plate acquire centripetal acceleration.

The bogie crane in the transverse vertical plane occurs due to the gaps between the side slides and then due to the vertical deformation of the springs of the spring set.

The aim of the research is to reveal the peculiarities of freight bogie design with elastic-coupling links when moving in a curved section. The paper considers bogie designs with elastic-tie connections which connect wheel pairs with bogie frame. This design refers to such bogies as Barber-2-S, ZK-1. There are also shown the calculation diagrams of forces acting on wheel pairs during the movement of the cart in a curve; the equations of resultant forces on wheel pairs, the equations of resultant forces on the cart frame in the horizontal plane are given. The dependence which determines the bogie resistance force is defined. Such a design allows to make progressive movements along the track and rotary movements around the vertical axis by moving the horizontal forces of reaction of the rails on the wheels. If the latter do not exceed the Coulomb friction forces, it is possible to hold the wheelsets in strictly radial directions. This prevents the wheels from slipping on the rails.

Keywords: cart frame, radial installation, conicity, elastoviscous communication, balance of forces, wheel slip.

УДК 625.242

10.52167/1609-1817-2021-116-1-95-102

С.Т. Ахатов¹, Н.З. Сулеева¹, М.Ж. Туркебаев¹

¹Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М.Тынышпаева, г. Алматы, Казахстан

ДВИЖЕНИЕ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ С УПРУГО-ВЯЗКИМИ СВЯЗЯМИ НА КРИВОМ УЧАСТКЕ ПУТИ

Аннотация. Цель исследования – раскрыть особенности конструкции грузовой тележки с упруго-вязкими связями при движении на кривом участке. В статье рассмотрены конструкции тележек с применением упруго-вязких связей, которые соединяют колесные пары с рамой тележки. Данная конструкция относится к таким тележкам как Barber-2-S, ZK-1. В статье также показаны расчетные схемы сил, действующих на колесные пары при движении тележки на кривом участке, действующих на раму тележки, при ее движении в кривой. Приведены уравнения равнодействующих сил на колесные пары, уравнения равнодействующих сил на раму тележки в горизонтальной плоскости. Определена зависимость, которая определяет силу сопротивления тележки. Такая конструкция позволяет совершать поступательные движения вдоль пути и поворотные вокруг вертикальной оси, перемещая горизонтальные силы реакции рельсов на колеса. Если последние не превышают по величине кулоновских

сил трения, то возможно удерживать колесные пары в строго радиальных направлениях. Это позволяет избежать проскальзывания колес по рельсам.

Ключевые слова: рама тележки, радиальная установка, конусность, упруго-вязкая связь, равновесие сил, проскальзывание колес.

В настоящее время на пространстве колеи 1520 появилось несколько моделей тележек с упруго-вязкими связями, к ним относится Varber-2-S(Россия), ZK-1(Казахстан). Упруго-вязкая связь образуется за счёт прокладки, устанавливаемой между боковой рамой и адаптером, который, в свою очередь, опирается на корпус кассетного подшипника [1,2].

Так как рама тележки соединена с колесными парами в горизонтальной плоскости упруго-вязкими связями, что вследствие этого при движении тележки в кривой, колесные пары будут стремиться занять радиальную установку. При этом, между рамой тележки и буксами колесных пар возникнут горизонтальные силы упругости связей, направленные для каждой колесной пары в противоположные стороны, стремящиеся развернуть их из положения радиальной установки [2,4].

Покажем, что, не смотря на это, благодаря горизонтальным силам реакции $\overline{F_{1jx}}$ рельсов на колеса, если последние не превышают по величине кулоновых сил

трения, радиальная установка колесных пар в кривых возможна.

Скорость движения экипажей в кривой будем считать постоянной и по величине равной той, при которой центробежные силы уравниваются составляющими сил тяжести от возвышения наружного рельса.

Будем считать, что в рассматриваемой кривой величина δ достаточна для качения колесных пар в их радиальной установке.

При движении экипажа при радиальной установке колесных пар все его точки описывают в горизонтальной плоскости концентрические траектории. В связи с этим, представляется возможным рассмотреть кинестатику движения каждой тележки в отдельности [5-8].

Пусть $\alpha = l/R_0$ – угол между радиальной осью корпуса тележки и осью вращения колесной пары ее радиальной установки в кривой.

Напишем уравнения равновесия сил, действующих на колесные пары (Рисунок 1).

Для передней колесной пары имеем:

$$\begin{cases} \sum X = F_{11x}^c - F_{12x}^c - Q_{11x}^c + Q_{12x}^c = 0 \\ \sum M_{o,y} = -F_{11x}^c r_{11} + F_{12x}^c r_{12} - q_{12} = 0 \\ \sum M_{o,z} = (F_{11x}^c + F_{12x}^c) h - (Q_{11x} + Q_{12x}) H = 0 \end{cases} \quad (1)$$

где:

$$\begin{cases} Q_{11x}^c = c_x(\alpha_0 H - \lambda_{01}) \\ Q_{12x}^c = c_x(\alpha_0 H - \lambda_{01}) \end{cases} \quad (2)$$

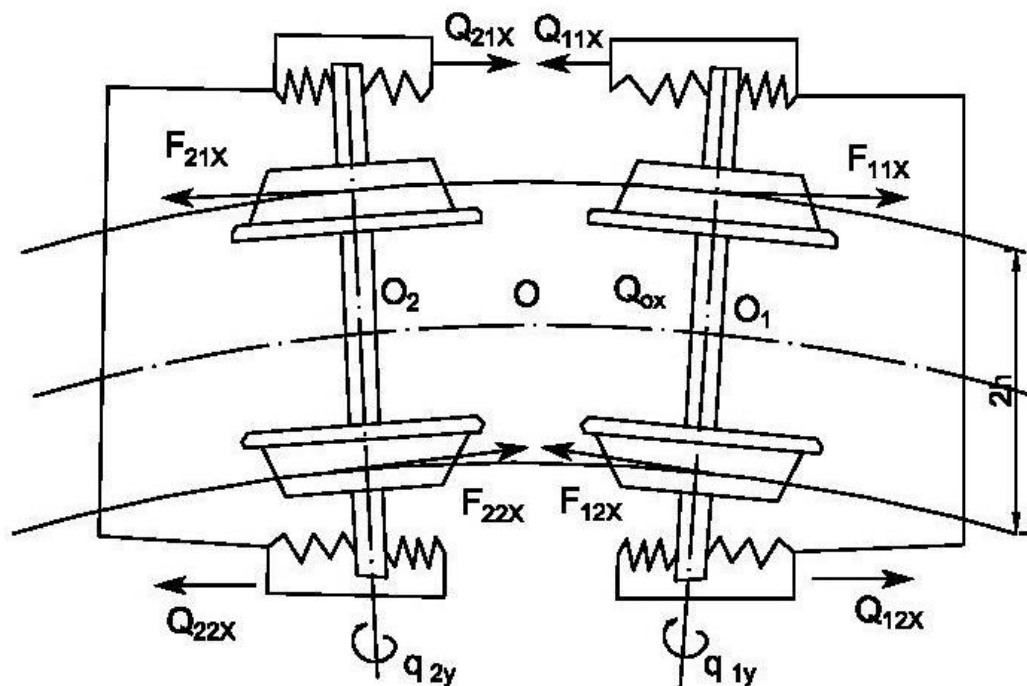


Рис. 1 – Расчетная схема сил, действующих на колесные пары, при движении тележки в кривой
Fig. 1 - Calculation of forces acting on wheelsets when a cart moves in a curve

Для задней колесной пары имеем:

$$\begin{cases} \sum X = -F_{21x}^c - F_{22x}^c - Q_{21x}^c + Q_{22x}^c = 0 \\ \sum M_{O_{2y}} = F_{21x}^c r_{11} + F_{22x}^c r_{12} - q_{2y} = 0 \\ \sum M_{O_{2z}} = (F_{21x}^c + F_{22x}^c) h - (Q_{21x}^c + Q_{22x}^c) H = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Где:

$$\begin{cases} Q_{21x}^c = c_x (\alpha_0 H - \lambda_{02}) \\ Q_{22x}^c = c_x (\alpha_0 H - \lambda_{02}) \end{cases} \quad (4)$$

Разрешая систему (1), с учетом (2) находим:

$$\begin{cases} \lambda_{01} = \frac{H^2 l}{h R_0} \cdot \frac{r_{11} - r_{12}}{r_{11} + r_{12}} + \frac{q_{1y}}{c_x (r_{11} + r_{12})}, \\ F_{11x}^c = 2c_x \frac{H^2 l}{h R_0} \cdot \frac{r_{12}}{r_{11} + r_{12}} - \frac{q_{1y}}{r_{11} + r_{12}}, \\ F_{12x}^c = 2c_x \frac{H^2 l}{h R_0} \left(\frac{r_{11}}{r_{11} + r_{12}} \right) + \frac{q_{1y}}{r_{11} + r_{12}}, \\ Q_{11x}^c = c_x \frac{H^2 l}{h R_0} \left(1 - \frac{H}{l} \cdot \frac{r_{11}}{r_{11} + r_{12}} \right) - \frac{q_{1y}}{r_{11} + r_{12}}, \\ Q_{12x}^c = c_x \frac{H^2 l}{h R_0} \left(1 + \frac{H}{l} \cdot \frac{r_{11} - r_{12}}{r_{11} + r_{12}} \right) + \frac{q_{1y}}{r_{11} + r_{12}}, \end{cases} \quad (5)$$

Разрешая систему (3), с учетом (4) находим:

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda_{02} = \frac{H^2 l}{hR_0} \cdot \frac{r_{21} - r_{22}}{r_{21} + r_{22}} + \frac{q_{2y}}{c_x(r_{21} + r_{22})}, \\ F_{21x}^c = 2c_x \frac{H^2 l}{hR_0} \cdot \frac{r_{22}}{r_{21} + r_{22}} - \frac{q_{2y}}{r_{21} + r_{22}}, \\ F_{12x}^c = 2c_x \frac{H^2 l}{hR_0} \left(\frac{r_{22}}{r_{21} + r_{22}} \right) + \frac{q_{2y}}{r_{21} + r_{22}}, \\ Q_{11x}^c = c_x \frac{H^2 l}{hR_0} \left(1 - \frac{H}{l} \cdot \frac{r_{22}}{r_{21} + r_{22}} \right) - \frac{q_{2y}}{r_{21} + r_{22}}, \\ Q_{12x}^c = c_x \frac{H^2 l}{hR_0} \left(1 + \frac{H}{l} \cdot \frac{r_{21} - r_{22}}{r_{21} + r_{22}} \right) + \frac{q_{2y}}{r_{21} + r_{22}} \end{array} \right. \quad (6)$$

Покажем, что рама двухосной тележки во время движения в кривой будет сохранять свое начальное взаимное расположение относительно радиально расположенных колесных пар, если к её пятнику от шкворня кузова приложить лишь

некоторую продольную силу $\overline{Q_{0x}}$, направленную в сторону движения.

С этой целью напишем уравнения равновесия сил, действующих на раму тележки в горизонтальной плоскости:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum X = Q_{11x}^c - Q_{12x}^c - Q_{21x}^c + Q_{22x}^c + Q_{0x} = 0 \\ \sum M_{M_{02,x}} = -(Q_{11x}^c - Q_{12x}^c + Q_{21x}^c + Q_{22x}^c)H = 0 \end{array} \right. \quad (7)$$

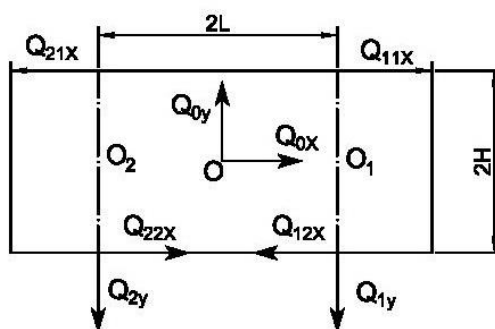


Рис. 2 – Расчетная схема сил, действующих на раму тележки, при ее движении в кривой
Fig. 2 - Calculation of forces acting on the cart frame, when it moves in a curve

Учитывая (4), приходим к уравнения (7) получим зависимость, заключающую, что уравнение (8) определяющую силу сопротивления удовлетворяется тождественно, а из тележки:

$$Q_{0x}^c = 2 \left(\frac{q_{1y}}{r_{11} + r_{12}} + \frac{q_{2y}}{r_{21} + r_{22}} \right) + 2c_x \frac{H^2 l}{hR_0} \left(\frac{r_{11} - r_{12}}{r_{11} + r_{12}} - \frac{r_{21} - r_{22}}{r_{21} + r_{22}} \right) \quad (8)$$

Отсюда следует, что при достаточной величине конусности поверхности катания колёсные пары в кривой сохраняют радиальное положение только под действием внешней продольной силы Q_{0x} , приложенной от шкворня кузова к пятнику рамы тележки. Как было показано ранее, чтобы i -я колесная пара в кривом участке пути

радиуса R_0 могла катиться без проскальзывания колес по рельсам (т.е. в радиальном положении), ей необходимо сдвинуться поперек пути на величину y^* , определяемую равенством [9,10]:

$$\Delta r(y^*) = \frac{r_0 h}{R_0} \quad (9)$$

При этом для одинаковых колесных пар имеем:

$$\begin{cases} r_{11} = r_{21} = r_0 + \Delta r(y^*), \\ r_{12} = r_{22} = r_0 - \Delta r(y^*) \end{cases} \quad (10)$$

тогда

$$\begin{cases} r_{11} - r_{12} = r_{21} - r_{22} = 2\Delta r(y^*), \\ r_{11} + r_{12} = r_{21} + r_{22} = 2\Delta r_0 \end{cases} \quad (11)$$

Учитывая эти соотношения для одинаковых колесных пар, будем иметь:

$$\begin{cases} \lambda_{01} = \frac{H^2 l}{2R_0^2} + \frac{q_{1y}}{2c_x r_0}, \\ \lambda_{01} = -\frac{H^2 l}{2R_0^2} + \frac{q_{2y}}{2c_x r_0} \end{cases} \quad (12)$$

$$\begin{cases} F_{11x}^c = c_x \frac{H^2 l}{2R_0^2 h} (R_0 - h) - \frac{q_{1y}}{2r_0} \\ F_{12x}^c = c_x \frac{H^2 l}{2R_0^2 h} (R_0 + h) + \frac{q_{1y}}{2r_0} \\ F_{21x}^c = c_x \frac{H^2 l}{2R_0^2 h} (R_0 - h) + \frac{q_{1y}}{2r_0} \\ F_{22x}^c = c_x \frac{H^2 l}{2R_0^2 h} (R_0 + h) - \frac{q_{1y}}{2r_0} \end{cases} \quad (13)$$

$$\begin{cases} Q_{11x}^c = c_x \frac{Hl}{R_0} \left(1 - \frac{H}{R_0}\right) - \frac{q_{1y}}{2r_0} \\ Q_{12x}^c = c_x \frac{Hl}{R_0} \left(1 + \frac{H}{R_0}\right) + \frac{q_{1y}}{2r_0} \\ Q_{21x}^c = c_x \frac{Hl}{R_0} \left(1 - \frac{H}{R_0}\right) + \frac{q_{1y}}{2r_0} \\ Q_{22x}^c = c_x \frac{Hl}{R_0} \left(1 + \frac{H}{R_0}\right) - \frac{q_{1y}}{2r_0} \\ Q_{0x}^c = \frac{q_{1y} + q_{2y}}{r_0} \end{cases} \quad (14)$$

Вывод. Необходимо обратить внимание на очень важное свойство сил \bar{F}_{ijx} реакций рельсов на колеса: эти силы, приложенные к колесам от неподвижного тела (каковым является рельсовый путь), удерживают колесные пары в радиальной установке, а для обеспечения радиальной установки передней и задней колесных пар необходим суммарный зазор δ между адаптером и буксовым проёмом рамы в продольном направлении.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Солоненко В.Г., Махметова Н.М., Мусаев Ж.С. Методика определения динамических характеристик тележек подвижного состава на примере 18-9996/ Научный журнал современного образовательного и исследовательского института. Бельгия, Брюссель. 15 сентября 2018 г. 74-82.
- [2] Солоненко В.Г., Махметова Н.М., Мусаев Ж.С. Моделирование динамических характеристик грузового вагона с оптимизированными параметрами клинового амортизатора/ Журнал виброинженерии JVE, 2017, Том 19, Выпуск 2, Страницы 1197-1213 ISSN 1392-8716 DOI <https://doi.org/10.21295/jve.2017.16901>
- [3] Солоненко В.Г., Махметова Н.М., Бекжанова С.Е., Мусаев Ж.С. Методика определения предельных скоростей при прохождении стрелочных переводов железнодорожных экипажей с тележками модели ZK-1/ «Вестник НАН РК», серия «Геология и технические науки» №1(433), 2019, с.151
- [4] Солоненко В.Г., Махметова Н.М., Мусаев Ж.С., Квашнин М.Я. Некоторые аспекты экспериментальной оценки динамического поведения железнодорожного пути / Журнал теоретической и прикладной механики, том 55, выпуск 2, с. 421-432, Варшава 2017, DOI: 10.15632/jtam-pl.55.2.421 <http://plmts.org/jtam/index.php/tjam/issue/current/showToc>
- [5] Мусаев Ж.С. Динамика сочлененных вагонов скоростных поездов / Вестник КазАТК, 2009.- №1 (56). - С. 28 - 31.
- [6] Мусаев Ж.С. Анализ динамики наливного поезда при установившемся режиме движения / Вестник КазАТК, 2010. - №3 (64). - С. 35 – 40.
- [7] Мусаев Ж.С. Влияние случайных неровностей пути на динамическую устойчивость цистерны / ПОИСК, 2010. - №4. - С. 307 – 310.
- [8] Рельсовое скрепление для кривых радиусом менее 800 м / Э.П. Исаенко, С.Н. Шарапов, С.А. Косенко, В.К. Финк / Путь и путевое хозяйство. 2013. № 6. с. 9-12
- [9] Косенко С.А., Исагулова С.О., Сулова Т.М. Новая структура ведения путевого хозяйства на железных дорогах Казахстана // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. 2012. № 6. С. 39-41.
- [10] Косенко С.А., Монастырский А.Д., Алимкулов М.М. Альбом чертежей верхнего строения пути: Учебно-методическое пособие / Алматы: изд-во КазАТК, 2015. – с. 318.

REFERENCES

- [1] Solonenko V.G., Makhmetova N.M., Musaev J.S. *Metodika opredeleniya dinamicheskikh kharakteristik telezhok podvizhnogo sostava na primere 18-9996* [In Russian: "Technique of determination of dynamic characteristics of carts of the rolling stock on the example of 18-9996"]/ Scientific journal of the modern education & research institute. Belgium, Brussel. 15 september 2018 p. 74-82.
- [2] Solonenko V.G., Makhmetova N.M., Musaev J.S. *Modelirovaniye dinamicheskikh kharakteristik gruzovogo vagona s optimizirovannymi parametrami klinovogo amortizatora* [In Russian: "Modeling of dynamic characteristics of freight car with optimized parameters of wedge-type shock absorber"]/ Journal of Vibroengineering JVE, 2017, Volume 19, Issue 2, Pages 1197-1213 ISSN 1392-8716 DOI <https://doi.org/10.21295/jve.2017.16901>
- [3] Solonenko V.G., Makhmetova N.M., Bekzhanova S.E., Musaev J.S. *Metodika opredeleniya predel'nykh skorostey pri prokhozhenii strelochnykh perevodov zheleznodorozhnykh ekipazhey s telezhkami modeli ZK-1* [In Russian: "The method of determining the maximum speeds when passing railroad switches of railway crews with trolleys of model ZK-1"] / "Vestnik NAS RK", series "Geology and technical sciences" No. 1 (433), 2019, p.151
- [4] Solonenko V.G., Makhmetova N.M., Musaev J.S., Kvashnin M.J. *Nekotoryye aspekty eksperimental'noy otsenki dinamicheskogo povedeniya zheleznodorozhnogo puti* [In Russian: "Some aspects of the experimental assessment of dynamic behavior of the railway track"]/ Journal of theoretical and applied mechanics Volume 55, Issue 2, pp. 421-432, Warsaw 2017, DOI: 10.15632/jtam-pl.55.2.421 <http://plmts.org/jtam/index.php/tjam/issue/current/showToc>
- [5] Musaev J.S. *Dinamika sochlenennykh vagonov skorostnykh poyezdov* [In Russian: "The dynamics of articulated high-speed train cars"] / Vestnik KazATK, 2009.- No. 1 (56). - pp. 28 - 31.
- [6] Musaev J.S. *Analiz dinamiki nalivnogo poyezda pri ustanovivshemsya rezhime dvizheniya* [In Russian: "Analysis of the dynamics of a bulk train with a steady mode of movement"] / Vestnik KazATK, 2010. - No. 3 (64). - pp. 35 - 40.
- [7] Musaev J.S. *Vliyaniye sluchaynykh nerovnostey puti na dinamicheskuyu ustoychivost' tsisterny* [In Russian: "The influence of random irregularities of the path on the dynamic stability of the tank"] / SEARCH, 2010. - No. 4. - pp. 307 - 310.
- [8] *Rel'sovoye skrepleniye dlya krivykh radiusom meneye 800 m* {In Russian: "Rail fastening for curves with a radius of less than 800 m"} / E.P. Isaenko, S.N. Sharapov, S.A. Kosenko, V.K. Fink / Way and track facilities. 2013. No 6. pp. 9-12
- [9] Kosenko S.A., Ismagulova S.O., Suslova T.M. *Novaya struktura vedeniya putevogo khozyaystva na zheleznykh dorogakh Kazakhstana* [In Russian: "The new structure of conducting track facilities on the railways of Kazakhstan"] // Bulletin of the Research Institute of Railway Transport. 2012.No.6. pp. 39-41.
- [10] Kosenko S.A., Monastyrsky A.D., Alimkulov M.M. *Al'bom chertezhey verkhnego stroeniya puti* [In Russian: "Album of drawings of the upper structure of the track: Teaching aid"] / Almaty: KazATK publishing house, 2015. - pp.318.

ДВИЖЕНИЕ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ С УПРУГО-ВЯЗКИМИ СВЯЗЯМИ НА КРИВОМ УЧАСТКЕ ПУТИ

Ахатов Семят Турганжанович, докторант, Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М. Тынышпаева, г.Алматы, Казахстан

Сулеева Нургуль Зинабдиновна, к.т.н., ассоц. профессор КазАТК, Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М. Тынышпаева, г.Алматы, Казахстан

Туркебаев Мукангали Жамбулович, к.т.н., ассоц. профессор КазАТК, Казахская академия транспорта и коммуникаций имени М. Тынышпаева, г.Алматы, Казахстан

ЖОЛДЫҢ ҚИСЫҚ УЧАСКЕСІНДЕГІ ТЫҒЫЗ-ТҰТҚЫР БАЙЛАНЫСТАРЫ БАР ЖҮК АРБАСЫНЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫ

Ахатов Семят Турганжанович, докторант, М. Тынышбаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы, Алматы, Қазақстан; semyat@mail.ru

Сулеева Нургуль Зинабдиновна, т.ғ.к., ассоц. профессор М. Тынышбаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы, Алматы, Қазақстан; n.suleeva@kazatk.kz

Туркебаев Мукангали Жамбулович, т.ғ.к., ассоц. профессор М. Тынышбаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы, Алматы, Қазақстан; m.turkebayev@kazatk.kz

Андатпа. Зерттеудің мақсаты - қисық аймақта қозғалу кезінде серпімді-тұтқыр байланыстары бар жүк арбасының дизайн ерекшеліктерін ашу. Мақалада доңғалақ жұптарын арбаның жақтауына қосатын серпімді-тұтқыр байланыстарды қолдана отырып, арбалардың дизайны қарастырылған. Бұл дизайн Barber-2-S, ZK-1 сияқты арбаларға қатысты. Мақалада

сонымен қатар күштердің есептелген схемалары көрсетілген; троллейбус қисық аймақта қозғалғанда доңғалақ жұптарына әсер етеді; арбаның жақтауына әсер ететін, оның қисық сызықта қозғалысы кезінде доңғалақ жұптарына әсер ететін күштердің теңдеулері, көлденең жазықтықта арбаның жақтауына әсер ететін күштердің теңдеулері келтірілген. Арбаның қарсылық күшін анықтайтын тәуелділік анықталды. Бұл дизайн рельстердің көлденең реакция күштерін доңғалақтарға жылжыту арқылы жол бойымен және тік осьтің айналасында аудармалы қозғалыстар жасауға мүмкіндік береді. Егер соңғысы кулондық үйкеліс күштерінің мөлшерінен аспаса, онда доңғалақ жұптарын қатаң радиалды бағытта ұстауға болады. Бұл доңғалақтардың рельстермен сырғанауды болдырмауға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: арбаның жақтауы, радиалды қондырғы, конустық, серпімді-тұтқыр байланыс, күштердің тепе-теңдігі, доңғалақтардың сырғанауы.
