

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ГРУЗОВ НА ВАГОНЕ

Туранов Х.Т., Псеровская Е.Д.

SOME PROBLEMS OF PLACEMENT GOODS ON WAGON

Turanov H.T., Pserovskaya E.D.

В статье приводятся влияния одновременного смещения общего центра масс грузов как вдоль, так и поперёк вагона, на нагруженность или же обезгруженность комплектов пружин тележек грузового вагона, что равносильно нагруженности буксовых узлов или же шеек оси колёсных пар.

Ключевые слова: размещение грузов на вагоне, комплекты пружин тележек, буксовый узел, нагрузка на шейки оси колёсной пары, безопасность движения, сохранность деталей подвижного состава.

Рассматриваемая проблема, её актуальность и связь с научными и практическими задачами. Проанализируем методику расчёта размещения и крепления грузов на открытом подвижном составе (в дальнейшем на вагоне) согласно ТУ [1, 2]. В Приложение 14 к СМГС [2] отмечено, что размещение и крепление грузов, не предусмотренных настоящими Правилами, должно выполняться в соответствии с действующими на железной дороге отправления Местными техническими условиями (далее – МТУ) или схемами размещения и крепления грузов (далее – НТУ), разработанными в соответствии с требованиями настоящих Правил (см. п. 1 Гл. I Приложение 14 к СМГС, – С. 4). Однако оговоримся, что эти понятия не имеют научного обоснования, потому и являются надуманными. Это обосновывается тем, что в ТУ вычисленные значения усилия в элементах крепления груза должны быть меньше, чем допускаемых растягивающих, которые находят по табл. 30 Приложение 14 к СМГС. При этом допустимые значения усилия в упругих элементах крепления $[R_i]$ в ТУ и МТУ в 1,6 раза больше, чем в НТУ. Здесь особо подчеркнём, что для крепления груза в принципе не должно быть никаких отличий между такими понятиями, как Технические условия (ТУ) и Местные технические условия (МТУ) и непредусмотренные технические условия (НТУ) (см. Гл.1, пп. 1.2 [2]), – они являются

«надуманными» понятиями. Поэтому такие понятия, как НТУ, ТУ и МТУ, должны быть исключены из нормативно-правовых документов и оставлено лишь одно понятие ТУ. В [2] также отмечено, что допускаемая величина смещения $\Delta T_{гр}^o$ в продольном направлении $l_{см}$ (относительно поперечной плоскости симметрии) при погрузке груза и при проверках в пути следования определяются в соответствии с табл. 9 в зависимости от общей массы груза на вагоне. Аналогично этому допускаемая величина смещения $\Delta T_{гр}^o$ в поперечном направлении $b_{см}$ (относительно продольной плоскости симметрии) при погрузке груза и при проверках в пути следования определяются в соответствии с табл. 10 в зависимости от общей массы груза на вагоне и высоты общего центра тяжести вагона с грузом над УГР (см. п. 4 Приложение 14 к СМГС. – С. 15-16 [2]).

Анализ последних исследований и публикаций по проблеме. В официальном документе [1, 2] заранее, до того как подвижной состав находится в пути следования, разрешаются сдвиги грузов как вдоль, так и поперёк вагона. Причём величина этих сдвигов достигает от 60 до 300 мм вдоль вагона и от 60 до 170 мм – поперёк вагона. Такие сдвиги груза в принципе недопустимы, поскольку в этом случае произойдут выворачивания упорных средств крепления и провисания элементов крепления противоположного направления, а элементы крепления одного направления будут разрушены. Здесь особо отметим, что такие меры создают потенциально опасную ситуацию, угрожающую безопасности движения и сохранности деталей подвижного состава, а также к перегрузу буксовых узлов (приводящих к их перегреву), надрессорных балок и боковых рам тележек вагона (например, передних по ходу движения тележек вагона). Имеется ряд работ [3 – 7], посвящённых этой проблеме, из которых вытекает актуальность рассматриваемой проблемы.

Цель и задачи статьи как научного исследования. Аналитическое обоснование негативных последствий размещения общего центра масс грузов как вдоль, так и поперёк вагона с установлением влияния одновременного смещения центра масс груза как вдоль, так и поперёк вагона относительно оси симметрии вагона на величину этих нагрузок от кузова на шейки оси одной колёсной пары (в виде $F_1 = F_{D0}$ и $F_2 = F_{B0}$) при воздействии пространственной системы сил.

Материалы и результаты исследования. Общеизвестно [8, 9], что согласно уравнению равновесия пространственной системы сил, параллельных оси z , геометрической статики, в частном случае, равнодействующая R (как нагрузка от кузова на шейки оси колёсной пары) двух параллельных сил F_{D0} и F_{B0} , направленных в одну сторону, равна по модулю сумме модулей данных сил и направлена в ту же сторону. При этом линия действия равнодействующей R , проходящей через центр O , делит внутренним образом расстояние между линиями действия данных сил D_0B_0 на части, обратно пропорциональные этим силам, например, в виде: $F_{D0}/F_{B0} = OB_0/OD_0$ [8]. В соответствии с этим, имея в виду, что G_{0z} – сила тяжести груза и I_{ez0} – вертикальная переносная сила инерции, возникающая от волны неровности пути, имеем:

$$F_z = F_{B0} + F_{D0}; \quad \frac{F_{D0}}{F_{B0}} = F_z \frac{OB_0 + y_{c0}}{OD_0 - y_{c0}}.$$

Произведя элементарные математические выкладки над последними выражениями, получим силы F_{D0} и F_{B0} , приложенные на шейки оси колёсной пары:

$$F_{D0} = F_z \frac{OB_0 + y_{c0}}{D_0B_0}; \quad F_{B0} = F_z - F_{D0}, \quad (1)$$

где F_z – проекция всех сил на ось Oz : $F_z = G_{0z} - I_{ez0}$ с учётом того, что $G_{0z} = G_0 \cos(\theta - \eta + \zeta)$; D_0B_0 – расстояние между точками приложения сил к шейкам оси, т. е. расстояние между серединами шеек колёсной пары (обычно у грузового полувагона 2 036 мм), причём $D_0B_0 = D_0O + OB_0$; OB_0 – половина расстояния между осями шейки колёсной пары (1 018 мм).

Особо подчеркнём, что полученное значение сил F_{D0} представляют собой сумму сил, приложенных к шейкам оси всех четырёх колёсных пар, опирающихся на упорную нить совместно с гребнями наружных колёс, а F_{B0} – опирающихся на внутреннюю рельсовую нить поверхностями катания.

В дальнейшем для определения наиболее ненагруженного (обезгруженного) колеса тележек необходимо иметь долю веса вагона с грузом на каждую шейку оси колёсных пар. В связи с этим рассмотрим несимметричное размещение твёрдотельного(ых) груза(ов) относительно продольной и поперечной осей симметрии вагона,

например, в сторону опор B и D , на величины xM и yM (рис. 1) [3, 5].

На рис. 1 обозначено: точка O – начало координат, совпадающая с центром пересечения осей симметрии вагона, т. е. с центром пола вагона; Ox , Oy и Oz – координатные оси; G^0 – общий вес груза (для штучных грузов – G); $G_c = Q_c$ – сила тяжести механической системы «груз – рама вагона – надрессорная балка»; \bar{a}_{ez} – вертикальное переносное ускорение любой точки системы «груз – рама вагона – надрессорная балка»; I_{ex} , I_{ey} и I_{ez} – продольная, поперечная и вертикальная переносные силы инерции [3 – 7]; I_{Cx} – сила инерции Кориолиса, появляющаяся при сдвиге груза вдоль вагона [6]; h^0 – высота общего центра масс грузов над полом вагона; h_c – высота общего центра масс системы над полом вагона: $h_c = G^0 h^0 / G_c$; F_{rby} – сила аэродинамического сопротивления, приложенная к геометрическому центру боковых поверхностей вагона и груза, находящегося от поперечной оси симметрии вагона на расстоянии x_{Fb} и от пола вагона на высоте h_{Fb} (причём $h_{Fb} = H_{Fby} - h_b$, где H_{Fby} – расстояние от геометрического центра боковых поверхностей вагона и груза над УГР, h_b – высота пола вагона над УГР (обычно у грузовых полувагонов 1414 – 1415 мм, у платформы 1310 мм)); $F_{ac,y}$ – сила, возникающая от воздействия на вагон с грузом автосцепных устройств смежных вагонов; R_A , R_B и R_C , R_D – реакции комплектов пружин тележек; $2l_{нб}$ – расстояния между осями симметрии комплектов пружин тележек, размещённых в проёмах правой и левой боковых рам, что соответствует расстоянию между серединными плоскостями буксового узла (мм) (2 038 мм); $2l_b$ – база вагона (мм) (9 720 мм); xM и yM – смещения центра масс груза ЦМ⁰ относительно поперечной и продольной осей симметрии вагона, рекомендуемые значения которых принимают согласно табл. 9 и 10 Приложения 14 к СМГС [2]; ξ_p и ζ_p – углы наклона рамы вагона вдоль и поперёк вагона; M_{ex} и M_{ey} – моменты от приведения сил I_{ex} и I_{ey} к центру масс системы: $M_{ex} = I_{ex} h_{ex}$ и $M_{ey} = I_{ey} h_{ey}$, где h_{ex} и h_{ey} – плечо приложения сил I_{ex} и I_{ey} от центра масс системы, причём $h_{ex} = h_{ey} = h^0 - h_c$.

Расположение общего центра масс груза ЦМ⁰ относительно поперечной xM и продольной yM оси симметрии вагона (м) принимают в зависимости от веса груза и высоты общего центра масс вагона с грузом над уровнем головок рельсов (УГР) по табл. 9 и 10 Приложения 14 к СМГС [2]. Так, для веса груза $G = 560$ кН (56 тс) и высоты общего центра масс вагона с грузом над УГР 2,0 м $xM = 1\,200$ и $yM = 165$ мм.

Далее, как и ранее, воспользовались теоремой о равнодействующей плоской системы сил (теорема Вариньона) и понятием центра масс механической

системы «груз – рама вагона – надрессорная балка» [3, 8, 9], поскольку устойчивость вагона определяется положением центра масс системы ЦМ_c , а не груза ЦМ^o .

Несимметричное размещение груза относительно продольной оси симметрии вагона на величину yM в сторону как наружной ($+yM$),

так и внутренней ($-yM$) рельсовой нити задают в зависимости от веса груза (G) и высоты общего центра масс вагона с грузом ($H_{\text{гр}}^o$) над УГР (табл. 10 Приложения 14 к СМГС [2]).

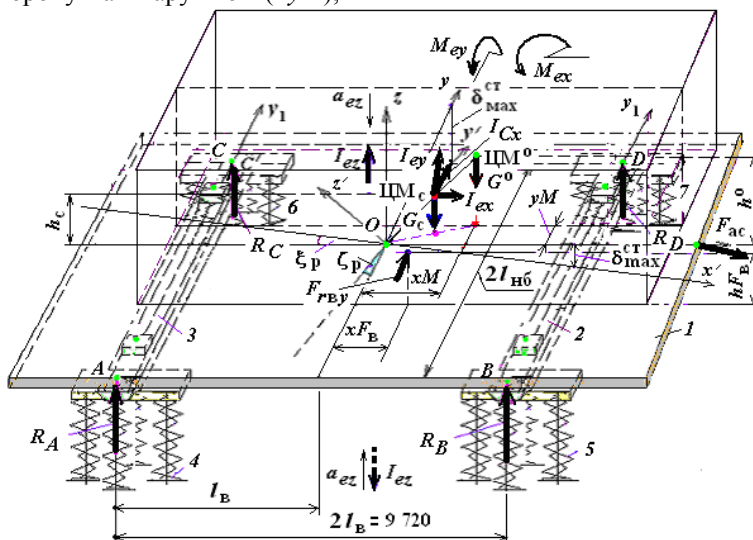


Рис. 1. Динамическая модель нагруженности комплектов пружин тележки
1 – рама вагона, 2 и 3 – надрессорные балки, 4 – 7 – комплекты пружин

В математической модели смещение центра масс системы $\text{ЦМ}_{\text{гр}}^c$ в сторону наружной или внутренней рельсовой нити будет учтено лишь знаками смещения общего центра масс вагона с грузом как механических систем yM и угла ζ . При смещении центра масс материальной системы (груза) ЦМ^o поперёк вагона на величину $+yM$ происходит наклон рамы вагона с грузом в сторону смещения груза. В данном случае на подпятник надрессорной балки через пятник рамы вагона на расстоянии y_c от его вертикальной оси будут передаваться силы давления со стороны рамы вагона с грузом. При этом происходит перегрузка комплектов пружин опоры D (скользуну замкнуты) и разгрузка таких же пружин опоры B передней тележки (рис. 2, а) [3, 5].

На рис. 2 обозначено: Q_B и Q_D – силы давления хвостовых частей надрессорной балки на комплекты пружин тележек, которые согласно закону механики равны и противоположны реакциям комплектов пружин тележек R_B и R_D ; $F_{\text{ас},y}$ – проекция силы, возникающая от воздействия на вагон с грузом автосцепных устройств смежных вагонов, на поперечную ось. Остальные обозначения те же, что и на рис. 1.

При смещении центра масс $\text{ЦМ}_{\text{гр}}^c$ механической системы «груз – рама вагона» на $-yM$ рама вагона и надрессорные балки передней и задней тележек будут наклонены в сторону внутренней рельсовой нити на угол $-\zeta$. Происходит перегрузка комплектов пружин B (скользуну замкнуты) и разгрузка пружин D передней тележки (см. рис. 2, б), а вагон с грузом (рама вагона и надрессорные балки) в составе поезда будет находиться в наклонном положении, что может привести к возникновению вероятности вкатывания ненагруженной колёсной пары тележек (D) на упорную нить.

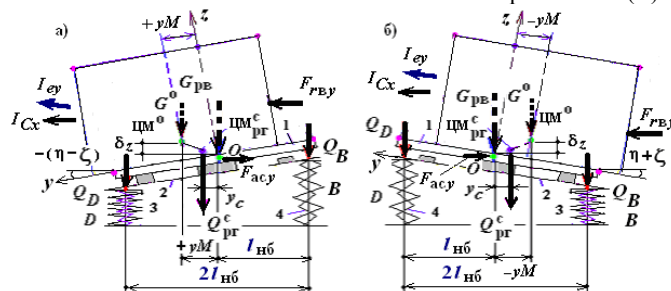


Рис. 2. Схема приложения сил на вагон при размещении груза со смещением центра масс поперёк вагона

Отметим, что в математической модели движения подвижного состава по кривому участку пути на спуск смещение центра масс вагона с грузом $\text{ЦМ}_{\text{гр}}^c$ в

сторону передней (или задней) тележки будет учтено лишь знаками $\pm xM$ и угла $\pm\zeta$, а в сторону наружной (или внутренней) рельсовой нити $\pm yM$ и угла $\pm\zeta$.

Составляя условия равновесия пространственной системы сил, аналогично [3, 7], и пренебрегая проекцией силы I_{ey} на вертикаль и величиной силы I_{cx} ввиду их малости, получают следующую систему линейных алгебраических уравнений для отыскания неизвестных реакции комплектов пружин тележек:

$$\begin{aligned} R_A + R_B + R_C + R_D &= Q_c; \\ -IR_A - IR_B + IR_C + IR_D &= Q_c y_c + I_{ey} h_c - M_{ey}; \\ l_b R_A - l_b R_B + l_b R_C - l_b R_D &= -Q_c x_c - I_{ex} h_c + M_{ex}; \\ R_A - R_B - R_C + R_D &= 0, \end{aligned}$$

где l_b – половина базы вагона (мм) (4 860 мм); $l = l_{нб}$ – половина расстояния между осями симметрии комплектов пружин тележек, размещённых в проёмах правой и левой боковых рам (мм) (1 019 мм).

Решая аналитически (символически) полученную систему с использованием определителя матрицы вычислительной среды MathCAD [3, 7], находят реакции комплектов пружин A, B, C и D :

$$\begin{aligned} R_A &= \frac{Q_c}{4} \left(1 - \frac{y_c}{l} - \frac{x_c}{l_b} \right) - \frac{I_{ey} h_c - M_{ey}}{4l} - \frac{I_{ex} h_c - M_{ex}}{4l_b}; \\ R_B &= \frac{Q_c}{4} \left(1 + \frac{x_c}{l_b} - \frac{y_c}{l} \right) - \frac{I_{ey} h_c - M_{ey}}{4l} + \frac{I_{ex} h_c - M_{ex}}{4l_b}; \\ R_C &= \frac{Q_c}{4} \left(1 - \frac{x_c}{l_b} + \frac{y_c}{l} \right) + \frac{I_{ey} h_c - M_{ey}}{4l} - \frac{I_{ex} h_c - M_{ex}}{4l_b}; \\ R_D &= \frac{Q_c}{4} \left(1 + \frac{x_c}{l_b} + \frac{y_c}{l} \right) + \frac{I_{ey} h_c - M_{ey}}{4l} + \frac{I_{ex} h_c - M_{ex}}{4l_b}. \end{aligned} \quad (2)$$

Анализ полученных конечных аналитических формул показывает, что при одновременном смещении центра масс груза как вдоль, так и поперёк вагона на величины $+xM$ и $+yM$ (I квадрант координатной оси $Oxyz$) и движении подвижного состава по направлению оси Ox (см. рис. 1), наиболее перегруженными окажутся комплекты пружин D передней тележки (скользуну замкнуты), что повышает вероятность опускания передней колёсной пары данной тележки на наружную рельсовую нить. При этом будет соблюдено условие $R_D > R_B > R_C > R_A$. Это может привести к перегрузке буксовых узлов (приводящих к их перегреву, которые могут привести к «горячему» излому шейки оси), надрессорных балок и боковых рам тележек вагона, а также к «холодному» излому оси колёсных пар.

При этом, как показали результаты исследований [3], при несимметричном расположении груза в вагоне допустимые значения коэффициентов вертикальной динамической добавки вагона, соответствующие допустимому значению продольного смещения общего центра масс груза в четырёхосном вагоне, для веса груза от 100 до 500 кН не удовлетворяют условию, при котором $0,3 < k_{д.д.} < 0,6$, а свыше 500 кН находятся в пределах допустимых.

Исходя из этого, можно отметить, что приведённые в табл. 9 Приложения 14 к СМГС [2] значения смещений общего центра тяжести грузов при погрузке и проверке в пути следования не удовлетворяют условию, при котором $0,3 < k_{д.д.} < 0,6$, что создаёт угрозу безопасности движения, не обеспечивает сохранность перевозимого груза и способствует повреждению деталей и узлов подвижного состава, создавая потенциально опасную ситуацию. Возможно, именно по этой причине происходят перегрев подшипников в буксовых узлах, разрушение надрессорной балки и боковых рам (рис. 3) наиболее нагруженной передней тележки.

И, наоборот, при одновременном смещении центра масс груза как вдоль, так и поперёк вагона на величины $-xM$ и $-yM$ (III квадрант координатной оси $Oxyz$) и движении подвижного состава по направлению оси Ox (см. рис. 1), наиболее обезгруженными окажутся комплекты пружин D передней тележки (т. е. $R_A < R_C < R_B < R_D$), что повышает вероятность вкатывания обезгруженного колеса данной тележки на наружную рельсовую нить. При этом, согласно [10], данное колесо может быть принято за наименее нагруженное пространственными силами колесо, при которых оно имеет наилучшую устойчивость на рельсе.

В этих случаях буксовый узел передней колёсной пары передней тележки будет испытывать долю реакции R_D и R_B (см. (1) комплектов пружин D и B от воздействия на вагон с грузом пространственной системы сил. Например, в виде $F_1 = F_{D0} = k_{11} R_D$ и $F_2 = F_{B0} = k_{12} R_B$ (причём в инженерных расчётах при симметричном размещении центра масс груза относительно оси симметрии вагона на прямом участке пути можно принять $k_{11} = k_{12} = 0,25$, а при несимметричном – k_{11} и $k_{12} < 0,25$ [11]). Аналогичное сопоставление справедливо для разгруженных и/или перегруженных комплектов пружин A и C задней тележки вагона при движении подвижного состава противоположно направлению оси Ox .

Подводя итоги заключения полученных исследований, можно заключить, что с целью обеспечения сохранности перевозимых грузов и деталей подвижного состава (например, буксовых узлов (приводящих к их перегреву, которые могут привести к «горячему» излому шейки оси), надрессорных балок и боковых рам тележек вагона, а также к «холодному» излому оси колёсных пар) от перегрузок общий центр масс грузов в разработанных грузоотправителями схемах размещения и крепления грузов на открытом подвижном составе должны совпадать с продольными и поперечными осями симметрии вагона даже в ущерб использования полезной площади и грузоподъёмности вагона.

Выводы, перспективы развития вопроса. Для обеспечения безопасности движения, сохранности перевозимых грузов и деталей подвижного состава (например, буксовых узлов, надрессорных балок и боковых рам тележек вагона, оси колёсных пар) от перегрузок общий центр масс грузов в разработанных грузоотправителями схемах размещения и крепления грузов на открытом подвижном составе строго должны совпадать с продольными и поперечными осями симметрии вагона. В перспективе необходимо исследовать влияние смещения общего центра масс грузов, размещённых на вагоне, на прочность средств крепления груза.

Л и т е р а т у р а

1. Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах. – М.: Юртранс, 2003. – 544 с.
2. Приложение 14 к СМГС «Правила размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах». – М.: Планета, 2008. – 191 с.
3. Туранов, Х.Т. Теоретическая механика в задачах грузовых перевозок: монография / Х.Т. Туранов. Новосибирск: Наука, 2009. – 376 с.
4. Тимухина, Е.Н. Математическое моделирование нагруженности колесной пары вагона с несимметрично размещенным грузом при воздействии пространственной системы сил / А.Р. Якупов // Транспорт: Наука, техника и управление, 2011, №7. – С. 15–19.
5. ТУРАНОВ, Х.Т. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОТКРЫТОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И ТВЁРДОТЕЛЬНОГО ГРУЗА: УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ УЗЛОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА / Х.Т. ТУРАНОВ. – М: ФГОУ «УЧЕБНО-

МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ПО ОБРАЗОВАНИЮ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ», 2011. – 374 С.

6. Туранов, Х. Т. Математическое моделирование сдвига груза при движении подвижного состава по кривому участку пути с учётом воздействия пространственной системы сил, включая силы инерции Кориолиса / Х.Т. Туранов, Е.Н. Тимухина // *Транспорт: Наука, техника и управление*. – 2011. – № 3. – С. 28–32.

7. Туранов, Хабибулла. Теория крепления твёрдотельного груза на открытом подвижном составе: монография / Хабибулла Туранов. – Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Palmarium Academic Publishing, 2012. – 259 с.

8. БУХГОЛЬЦ, Н.Н. ОСНОВНОЙ КУРС ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ / Н.Н. БУХГОЛЬЦ. М.: НАУКА, 1967. Ч. I. – 460 С.

9. Лойцянский, Л. Г. Курс теоретической механики. Т. II. Динамика / Л.Г. Лойцянский, А.И.Лурье. М.: Наука, 1983. – 640 с.

10. АНИСИМОВ, П.С. ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ КОЛЕСА НА РЕЛЬСЕ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ СМЕЩЕНИИ ЦЕНТРА МАССЫ ТЯЖЕЛОВЕСНОГО ГРУЗА / П.С. АНИСИМОВ // ТЕЗ. ДОКЛ. 3-Й НАУЧН.-ПРАКТ. КОНФ. «РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ». М.: МИИТ, 2001. – С. IV-5.

11. Туранов, Х.Т. Математическое моделирование рамных сил при движении подвижного состава с несимметрично размещённым грузом / Х.Т. Туранов, А.Р. Якупов // *Транспорт Урала*, 2011, № 2. – С. 47–51.

References

1. Tehnicheskie uslovija razmeshhenija i krepjenija gruzov v vagonah i kontejnerah. – М.: Jurtrans, 2003. – 544 с.

2. Prilozhenie 14 k SMGS «Pravila razmeshhenija i krepjenija gruzov v vagonah i kontejnerah». - М.: Planeta, 2008. - 191 s.

3. Turanov, H.T. Teoreticheskaja mehanika v zadachah gruzovyh perevozok: monografija / H.T. Turanov. Novosibirsk: Nauka, 2009. - 376 s.

4. Timuhina, E.N. Matematicheskoe modelirovanie nagruzhennosti kolesnoj pary vagona s nesimmetrichno razmeshhennym gruzom pri vozdeystvii prostranstvennoj sistemy sil / A.R. Jakupov // *Transport: nauka, tehnika i upravlenie*, 2011, №7. – S. 15–19.

5. Turanov, H.T. Vzaimodejstvie otkrytogo podvizhnogo sostava i tvjordotel'nogo gruz: Uchebnoe posobie dlja vuzov zheleznodorozhnogo transporta / H.T. Turanov. – М: FGOU «Uchebno-metodicheskij centr po obrazovaniju na zheleznodorozhnom transporte», 2011. – 374 s.

6. Turanov, H. T. Matematicheskoe modelirovanie sdviga gruza pri dvizhenii podvizhnogo sostava po krivomu uchastku puti s uchjotom vozdeystvija prostranstvennoj sistemy sil, vkljuchaja sily inercii Koriolisa / H.T. Turanov,

E.N. Timuhina // *Transport: Nauka, tehnika i upravlenie*. – 2011. – № 3. – S. 28–32.

7. Turanov, Habibulla. Teorija krepjenija tvjordotel'nogo gruz na otkrytom podvizhnom sostave: monografija / Habibulla Turanov. – Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Palmarium Academic Publishing, 2012. – 259 с.

8. Buhgol'c, N.N. Osnovnoj kurs teoreticheskoy mehaniki / N.N. Buhgol'c. М.: Nauka, 1967. Ch. I. - 460 s.

9. Lojcsjanskij, L. G. Kurs teoreticheskoy mehaniki. T. II. Dinamika / L.G. Lojcsjanskij, A.I.Lur'e. М.: Nauka, 1983. – 640 s.

10. Anisimov, P.S. Ocenka ustojchivosti kolesa na rel'se pri poperechnom smeshhenii centra massy tjazhelovesnogo gruz / P.S. Anisimov // *Tez. dokl. 3-j nauchn.-prakt. konf. «Resursosberegajushhie tehnologii na zheleznodorozhnom transporte»*. М.: МИИТ, 2001. – С. IV-5.

11. Turanov, H.T. Matematicheskoe modelirovanie ramnyh sil pri dvizhenii podvizhnogo sostava s nesimmetrichno razmeshhjonnym gruzom / H.T. Turanov, A.R. Jakupov // *Transport Urala*, 2011, № 2. - S. 47–51.

Туранов Х.Т., Псеровська Е.Д. Деякі проблеми розташування вантажів на вагоні

У статті наводяться впливи одночасного зміщення загального центра мас вантажів як уздовж, так і поперек вагона, на навантаженість або ж зневантаженість комплектів пружин візків вантажного вагона, що рівносильно навантаженості буксових вузлів або ж шийок осі колісних пар.

Ключові слова: розміщення вантажів на вагоні, комплекти пружин візків, буксовий вузол, навантаження на шийки осі колісної пари, безпека руху, збереження деталей рухомого складу.

Turanov H.T., Pserovskaya E.D. SOME PROBLEMS OF PLACEMENT GOODS ON WAGON

The article cites the influence of simultaneous movement of the common center of mass cargoes, both along and across the wagon, on the loading or aloading spring sets of bogies for freight cars, which is equivalent to loading axle assemblies or necks axis of wheel pairs.

Keywords: distribution of goods in the car, spring sets trucks, the load on the axle of a wheel pair, traffic safety, safety of the components of rolling stock.

Туранов Х. Т. - доктор технических наук, профессор, почётный железнодорожник; место работы – 620034. г. Екатеринбург. ул. Колмогорова, 66. УрГУПС; e-mail: khturanov@yandex.ru; turanov@inbox.ru; тел. моб. +7 963 035 31 89.

Псеровская Е. Д. - кандидат технических наук, доцент; место работы – 630049. г. Новосибирск. ул. Дуся Ковальчук, 191. СГУПС; e-mail: eldp-55@yandex.ru; pserovskaya@stu.ru; тел. моб. + 7 923 226 77 86.

Статья подана 22.07.2013