



## METHOD OF ASSESSING CARGO SECURING ELEMENTS TO ENSURE SAFETY OF RAIL FREIGHT TRANSPORTATION

**Dominov Damir Rifnurovich**

Tashkent state transport university.

"Cargo transport systems"

Phone: +998998460219

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13747630>

### ARTICLE INFO

Received: 06<sup>th</sup> September 2024  
Accepted: 10<sup>th</sup> September 2024  
Online: 11<sup>th</sup> September 2024

### KEYWORDS

Traffic safety, vibration of loads, fastenings, modeling of the dynamics of the fastening force.

### ABSTRACT

*Strong vibration of the load, as well as its movement when moving along a curve, poses a threat to the safety of the vehicle. Load holding elements are required that are capable of significantly damping the vibration of the load and its movement. A method is proposed for determining the required strength of the fastening between the load and the wagon. Based on known data, the accuracy of the established model of the dynamics of the coupling of the wagon and the load is confirmed. The model of the loaded wagon passes a curve under different conditions of movement and load. The results of calculations and analysis demonstrate a strategy for preventing vibration and movement of the load and the required rigidity of the load fastening is determined.*

## СПОСОБ ОЦЕНКИ ЭЛЕМЕНТОВ КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

**Доминов Дамир Рифнурович**

Ташкентский государственный транспортный университет.

«Транспортно-грузовые системы»

Телефон: +998998460219

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13747630>

### ARTICLE INFO

Received: 06<sup>th</sup> September 2024  
Accepted: 10<sup>th</sup> September 2024  
Online: 11<sup>th</sup> September 2024

### KEYWORDS

Безопасность движения, вибрация грузов, крепления, моделирование динамики силы крепления.

### ABSTRACT

*Сильная вибрация груза, как и его перемещение при движении по кривой представляет собой угрозу безопасности движения транспортного средства. Необходимы элементы удержания груза, которые способны существенно гасить вибрацию груза и его перемещение. Предлагается метод определения необходимой прочности крепления между грузом и вагоном. На основе известных данных, подтверждается точность установленной модели динамики сопряжения вагона*

*и груза. Модель загруженного вагона проходит кривую при разных условиях движения и нагрузки. Результаты расчетов и анализа демонстрируют стратегию предотвращения вибрации и перемещения груза и определяется необходимая жесткость крепления груза.*

**Введение:**

Железная дорога играет решающую роль в грузоперевозках, особенно на дальние расстояния. Для грузов, которые не закреплены или плохо закреплены в вагоне, вероятность перемещение груза неизбежна, что повлечет к вибрации кузова, его повреждению и аварии.

Чтобы предотвратить аварию поезда, необходимо предотвратить сильную вибрацию и перемещение груза. Таким образом, необходимы узловые элементы крепления груза, такие как стальные тросы или ремни из искусственных волокон и всевозможные устройства. Тем не менее, недостатки крепежных элементов приводят к тому что они обрываются и происходит смещение груза.

**Известные способы оценки элементов крепления груза:**

Несмотря на то, что существуют различные методы, охватывающие оценку сил крепления [1-4], во всех существующих методологиях и правилах есть общие недостатки. Эти правила фокусируются на ускорении грузов в системе координат  $(x, z)$  и делают их основой для расчета крепления. Вибрация и перемещение груза относительно вагона, представляет собой угрозу безопасности в железнодорожных грузовых перевозках. Очевидно, что расчет сил крепления должен учитывать устойчивость грузов как в поперечном, так и в продольном направлении.

**Представленный способ оценки элементов крепления груза:**

В качестве примера взята открытый вагон, в качестве груза берется груз прямоугольной формы, расположенный вдоль вагона. Четыре одинаковых диагональных стропы, приняты в качестве узловых элементов крепления груза. На рис. 1: I обозначает пол вагона, J обозначает груз, P и Q обозначают центральные шарниры передней и задней тележки соответственно, A и O обозначает одну из точек крепления, B обозначает проекцию O, а C обозначает проекцию B.

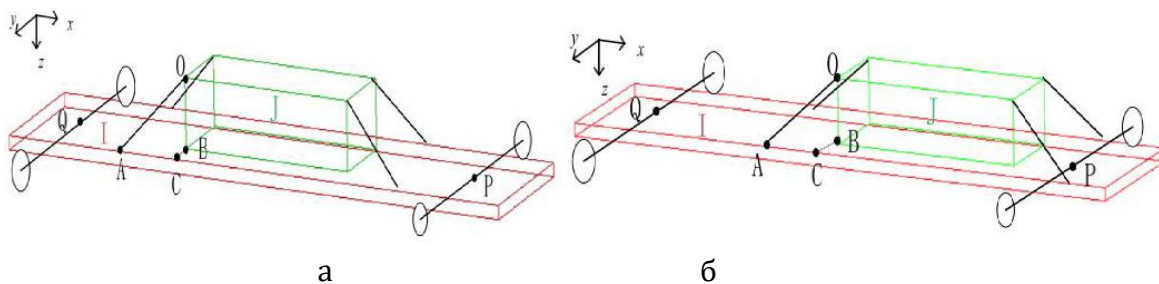


Рис.1. Схема загруженного вагона: а- равномерно загруженный; б- загруженный со смещением груза от центра.



Обычно груз загружается равномерно в продольном направлении. Таким образом, в данном методе исследуется вагон с максимальным продольным смещением, а также равномерно загруженный вагон.

Масса груза и порожнего вагона составляют 50 тонн и 23,8 тонн соответственно. Максимальное продольное расстояние между центрами тяжести груза и вагона, которое означает продольное смещение, может быть рассчитано как 1,8 м. Значение AC принимается как константа 2 м. В качестве основы расчета используются значения основных параметров, приведенные в таблице 1 (Ключевые параметры для выбора узлов).

В таблице 1, AO представляет собой длину креплений. Затем, на основе механики материалов и данных испытаний, предлагается жесткость и крепежная способность для определенного типа стального каната в Таблице 2, где  $\phi$  (мм) обозначает диаметр крепления,  $k$  (Н/м) обозначает жесткость крепления, а LC (кН) обозначает крепежную способность крепления.

Таблица 1.

Название	Значения	Размерность
Длина вагона	L	13 м
Ширина пола вагона	W	2.892 м
Длина груза	l	4.3 м
Ширина груза	w	1.5 м
Высота груза	h	1 м
Расстояние между шарнирами	d	9.21 м
Продольное смещение	a	1.8 м
Расстояние между A и C	AC	2 м
Расстояние между B и C	BC	0.696 м
Расстояние между B и O	BO	1 м
Расстояние между A и O	AO	2.34 м
Масса порожнего вагона	M	23.8 т
Масса груза	m	50 т
Коэффициент трения покоя на поверхности контакта груза с полом вагон	$\mu_s$	0.51
Динамический коэффициент трения на поверхности контакта груза с вагоном $\mu_d$	$\mu_d$	0.44

Таблица 2.

$\phi$	6	7	8	9	10	11	12
k	$1.69 \times 10^6$	$2.30 \times 10^6$	$3.01 \times 10^6$	$3.81 \times 10^6$	$4.70 \times 10^6$	$5.69 \times 10^6$	$6.77 \times 10^6$
LC	9.25	15.5	16.4	20.8	25.65	31	36.9



## Расчеты:

Шаг 1: На основании полевых испытаний и практического опыта определяется максимальное инерционные ускорения груза, а затем рассчитывается сила, действующая на груз при железнодорожной перевозке.

Максимальную боковую инерционную силу можно получить как  $N = n_0 \times m$  (кН), где  $n_0$  - максимальное боковое ускорение груза.

Максимальную вертикальную инерционную силу можно получить как  $n_0 = 2.82 + 2.2 \times a/d$  (кН/т).

$$u_0 = 3.54 + 3.78 \times a/d \text{ (кН/т)},$$

где  $u_0$  - максимальное вертикальное инерционное ускорение груза.

Минимальную боковую силу трения груза можно получить как  $f = \mu(9.8m - U)$  (кН), где  $\mu$  - коэффициент трения и считается как  $\mu_d$ .

Шаг 2: Устойчивость груза оценивается, чтобы решить, нужны ли узлы ограничения груза. Прежде всего, важно решить, следует ли принимать дополнительные меры для предотвращения опрокидывания груза. Для оценки необходимости узлов ограничения груза, учитывается балансировка боковой инерционной силы груза.

Коэффициент поперечной качки груза можно получить как  $\eta = 9.8m\alpha/N\beta$ , где  $\alpha$  и  $\beta$  обозначают соответственно боковое и вертикальное расстояние между центром тяжести груза и точкой В.

Шаг 3: Для случая, когда  $\Delta N$  положительно, можно рассчитать необходимую прочность на сжатие. Минимально допустимое напряжение каждого крепления определяется по формуле  $S = (\Delta N \times AO / 2 \times BC)$ .

Из-за возвышений на путях и центробежной силы, вибрация грузов во время прохождения кривых представляет серьезную угрозу безопасности железнодорожных грузовых перевозок. В данном методе предлагается оценки необходимых узловых элементов крепления, которые предотвращают вибрацию груза и его перемещение.

Жесткость крепления играет важную роль в устойчивости груза, а также максимальная сила крепления.

## References:

1. Load restraining on road vehicles - Safety - Part 1: Calculation of securing forces (2010).
2. Железные дороги. Общие правила погрузки и крепления в железнодорожных грузовых вагонах Электронный ресурс. [URL: <https://lex.uz/en/docs/1986443>].
3. Центр транспортных технологий. Общие технические условия. Электронный ресурс [URL: <https://www.tt-center.ru/files/01-06-gost-10935-peresmotr.pdf>].
4. Международная морская организация. Руководство ИМО/МОТ/ЕЭК ООН по упаковке грузовых транспортных единиц (ГТЕ). Электронный ресурс. [URL: [https://assets.ippc.int/static/media/files/publication/ru/2022/01/CTU\\_Code\\_Russian.pdf](https://assets.ippc.int/static/media/files/publication/ru/2022/01/CTU_Code_Russian.pdf)].