

Инерционные силы

Инерционные силы F , Н (в СИ)

$$F = mj = mg(j/g) = G(j/g), \quad (1)$$

m – масса груза, кг;

j – ускорение груза, м/с²;

g – ускорение свободного падения (силы тяжести), м/с²;

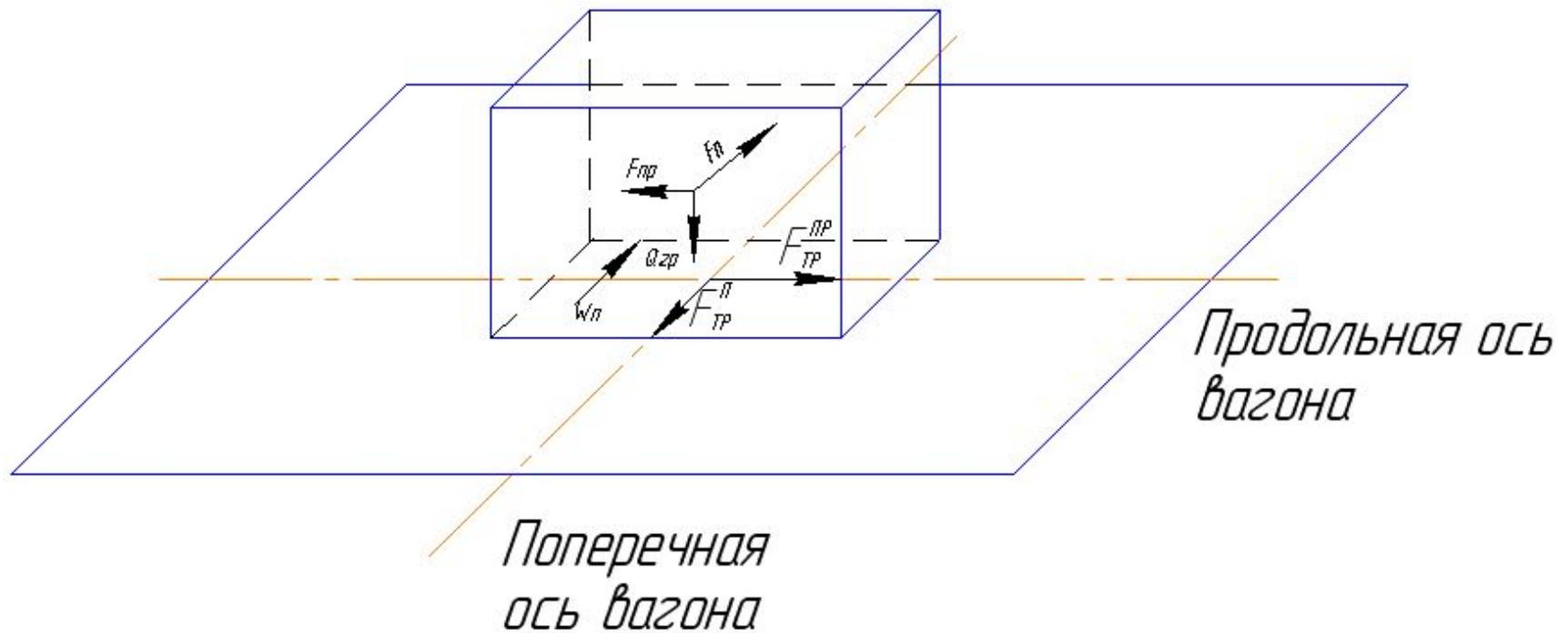
$G = mg$ – вес (сила тяжести) груза, Н.

В системе МКГСС масса m груза (кг) численно равна весу G (кгс).

Поэтому в нормативах ТУ они имеют одно общее обозначение Q с размерностями, соответственно, кг, т для массы и кгс, тс для веса или силы.

j/g в СИ – безразмерная величина, а в МКГСС (в нормативах ТУ) этому соотношению присвоено обозначение « a » с размерностями тс/т или кгс/т.

Силы действующие на груз



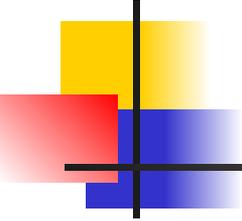
Продольная инерционная сила $F_{пр}$

$$F_{пр} = a_{пр} \cdot Q_{гр}^o,$$

где $a_{пр}$ - удельная продольная инерционная сила на 1 т массы г
тс/т;

$Q_{гр}$ - масса груза, т.

Удельная продольная инерционная сила:



$$a_{np} = a_{22} - \frac{Q_{гр}^o (a_{22} - a_{94})}{72} ;$$

a_{22} , a_{94} - значения удельной продольной инерционной силы в зависимости от типа крепления и условий размещения груза (с опорой на один вагон, с опорой на два вагона) при массе брутто соответственно: одиночного вагона – 22 т и 94 т; ... (таблица 17).

Удельная продольная инерционная сила:

Таблица 17- Значения удельной продольной инерционной силы

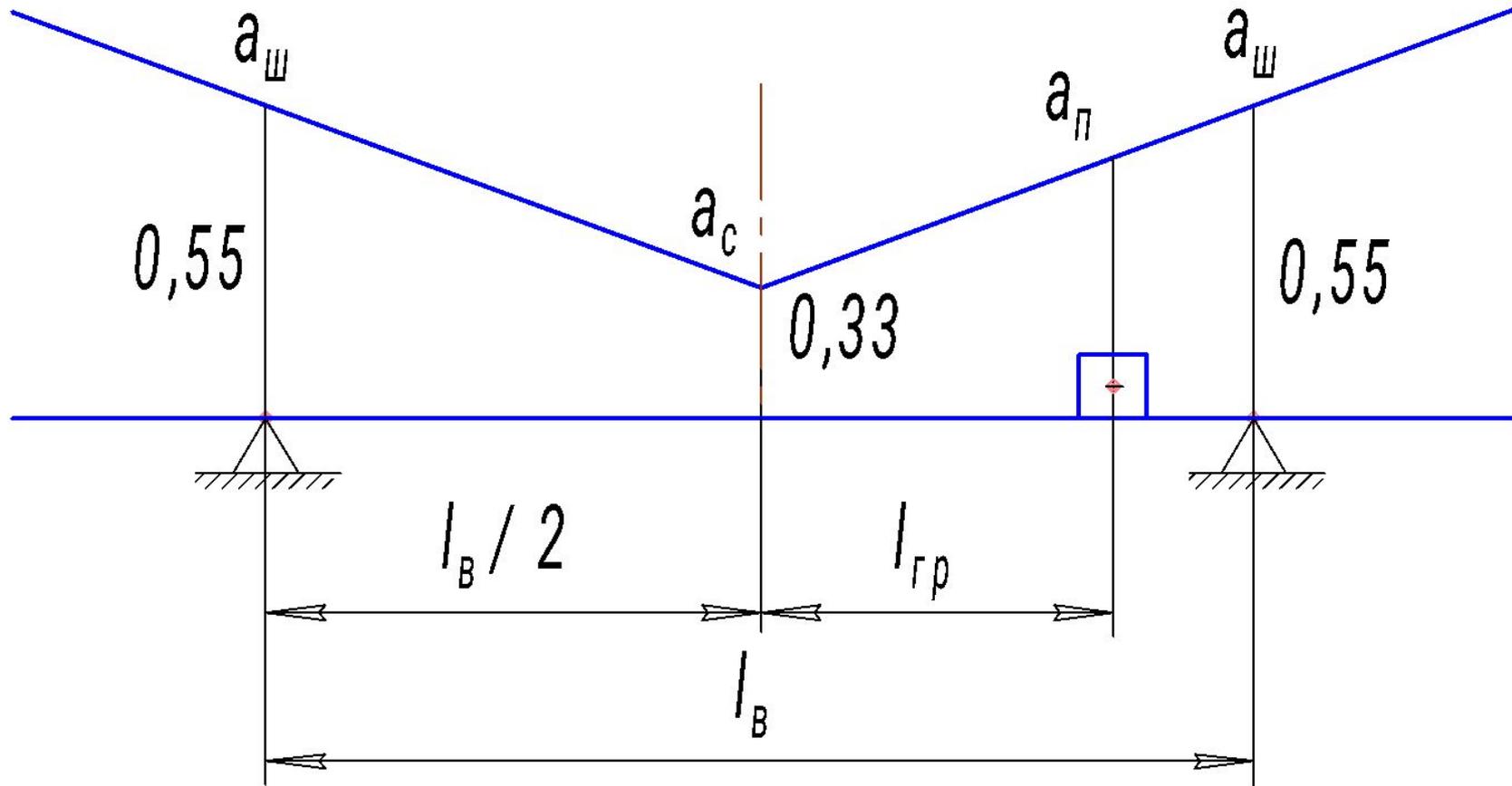
Тип крепления	Значения $a_{пр}$ (тс/т) при опирании груза на			
	один вагон		два вагона	
	a_{22}	a_{94}	a_{44}	a_{188}
Упругое (например, крепление растяжками и обвязками, деревянными упорными, распорными брусками)	1,2	0,97	1,2	0,86
Жесткое (например, крепление груза к вагону болтами, шпильками, а также в случаях размещения груза с непосредственным упором в элементы конструкции вагона)	1,9	1,67	1,9	1,56

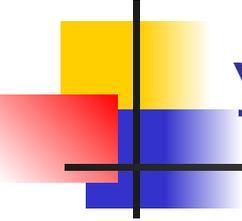
Поперечная инерционная сила F_n

$$F_n = a_n \times Q_{гр}$$

где a_n , - удельная поперечная инерционная сила на 1 т массы груза,
тс/т.

Поперечные (поперёк вагона) и вертикальные инерционные силы



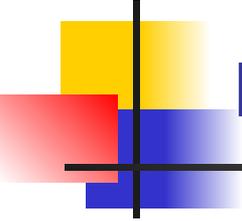


Удельная поперечная инерционная сила:

$$a_n = 0,33 + \frac{0,44}{l_v} l_{gp},$$

где l_v - база вагона, мм;

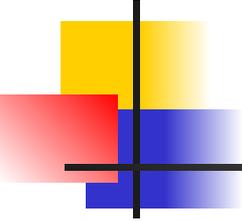
l_{gp} - расстояние от ЦТ_{гр} до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось вагона, мм.



Вертикальная инерционная сила:

$$F_v = a_v \times Q_{гр}$$

где a_v - удельная вертикальная сила на 1 тонну массы груза кгс/т



Удельная вертикальная сила:

$$a_v = 0,25 + k \times l_{гр} + \frac{2,14}{Q_{гр}^o}$$

k – коэффициент, значение которого принимается при погрузке с опорой на 1 вагон $5 \cdot 10^{-6}$, с опорой на два вагона $20 \cdot 10^{-6}$.



Ветровая нагрузка:

$$W_n = 0.05 \cdot S_n$$

где S_n - площадь наветренной поверхности груза.

Площадь проекции поверхности груза, подверженной действию ветра, на вертикальную плоскость, проходящую через продольную ось вагона. Для грузов с цилиндрической поверхностью принимается равной половине S_n .



Силы, действующие на груз (задача):

К перевозке предъявляется два металлических изделия (сечение прямоугольник) со следующими параметрами:

Длина – 5000 мм

Ширина – 2900 мм

Высота – 2400 мм

Смещение ЦТ по длине – 400 мм. Масса груза 12000 кг.

Определить вертикальные инерционные силы, действующие на груз.



Силы, действующие на груз (задача):

К перевозке предъявляется три деревянных ящика со следующими параметрами каждый:

Длина – 3800 мм

Ширина – 2400 мм

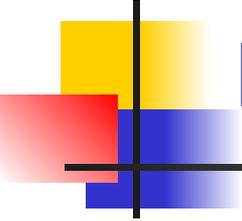
Высота – 2100 мм . Масса 1 шт груза – 7000 кг.

Определить поперечные инерционные силы, действующие на груз.

Сила трения в продольном направлении:

$$F_{тр}^{пр} = Q_{гр} \cdot \mu$$

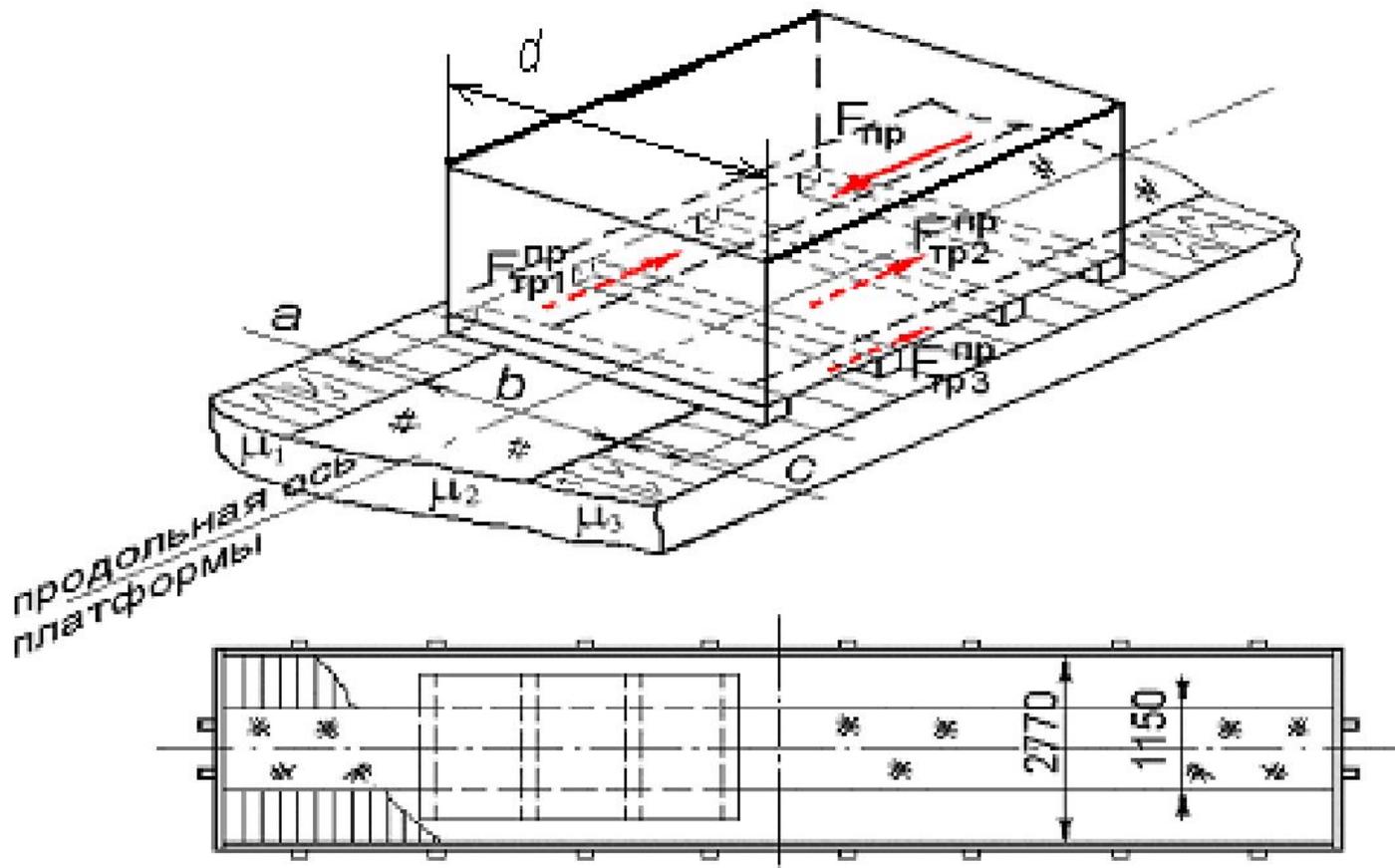
где μ - коэффициент трения между контактирующими поверхностями груза и вагона (или подкладок, прокладок).



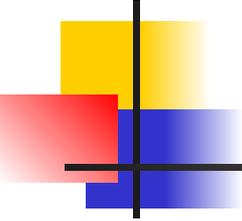
Сила трения в поперечном направлении:

$$F_{тр}^n = Q_{гр} \times \mu(1 - a_v)$$

Силы трения, действующие на участках опирания груза на поверхность деревометаллического пола платформы



Силы трения, действующие на участках опирания груза на поверхность деревометаллического пола платформы



$$F_{\text{тр}}^{\text{пр,п}} = F_{\text{тр1}}^{\text{пр,п}} + F_{\text{тр2}}^{\text{пр,п}} + F_{\text{тр3}}^{\text{пр,п}}$$

где $F_{\text{тр1}}^{\text{пр,п}}$, $F_{\text{тр2}}^{\text{пр,п}}$, $F_{\text{тр3}}^{\text{пр,п}}$ - силы трения, действующие на участках опирания груза на поверхность пола.

Силы трения, действующие на участках опирания груза на поверхность деревометаллического пола платформы

– в продольном направлении:

Их значения определяются по формулам:

$$F_{тр}^{np} = Q_{гр} \cdot \frac{a}{d} \mu_1, \quad F_{тр}^{np} = Q_{гр} \cdot \frac{b}{d} \mu_2,$$

$$F_{тр}^{np} = Q_{гр} \cdot \frac{c}{d} \mu_3,$$

– в поперечном направлении:

$$F_{тр}^n = Q_{гр} \times \left(\frac{a}{d} \times \mu_1 + \frac{b}{d} \times \mu_2 + \frac{c}{d} \times \mu_3 \right) (1 - a_s)$$

где μ_1 , μ_2 , μ_3 - коэффициенты трения части груза о соответствующие участки поверхности пола;

a/d , b/d , c/d - доли массы груза, которые приходятся на соответствующие участки поверхности пола;

Определение устойчивости груза от сдвига поперек и вдоль вагона

Груз устойчив в продольном направлении, если выполняется условие:

$$F_{тр}^{пр} \geq F_{пр}$$

- в поперечном направлении:

$$F_{тр}^n \geq n \cdot (F + W)$$

n – коэффициент значения, которого принимается 1 при разработке СТУ и МТУ; 1,25 при разработке НТУ.

Продольное и поперечное усилия, которые должны воспринимать средства крепления:

Продольное усилие :

$$\Delta F_{np} = F_{np} - F_{mp}^{np}$$

Поперечное усилие:

$$\Delta F_n = n(F_n + W) - F_{mp}^n$$