

Приложение № 4
к главе 1
(к пункту 10.5)

**Методика расчета проволочных растяжек различной длины,
расположенных под разными углами к полу вагона**

При закреплении единичного груза растяжками из проволоки одинакового диаметра, с различным количеством нитей (n_{ni}), различных длин (l_i) и расположения ($\alpha_i, \beta_i, h_{pi}$) усилие R_{pi} в рассматриваемой i -ой растяжке определяется по формулам:

1. От продольной инерционной силы (рисунок 1):

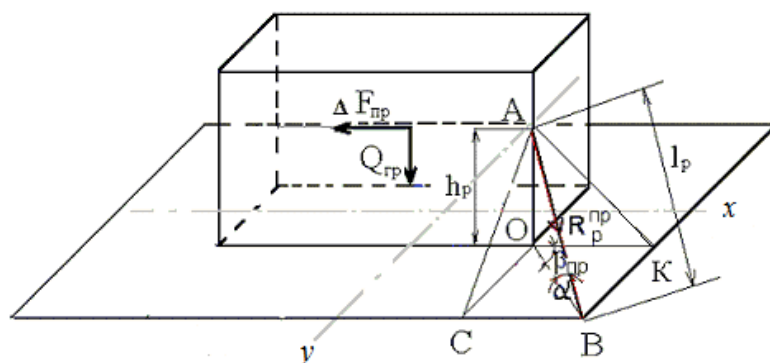


Рисунок 1

x-продольная ось вагона, y-поперечная ось вагона

$$R_{pi}^{np} = Z^{np} (n_{ni} / l_i) \cos \alpha_i \cos \beta_{pri}, \quad (1)$$

$$\Delta F_{пр}$$

где $Z^{np} = \frac{\sum_{i=1}^{n_p^{np}} \frac{n_{ni}}{l_i} (\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cos \beta_{pri}) \cos \alpha_i \cos \beta_{pri}}{\Delta F_{пр}}$ (тс), (2)

где R_{pi}^{np} – усилие в i -й растяжке от продольной инерционной силы, тс;
 n_p^{np} – количество растяжек, работающих одновременно в одну сторону вдоль вагона;
 n_{ni} – количество нитей (проволок) в i -й растяжке; β_{pri} – угол между проекцией i -й растяжки на горизонтальную плоскость и продольной осью вагона;
 l_i – длина i -й растяжки, м.

2. От поперечной инерционной силы (рисунок 2):

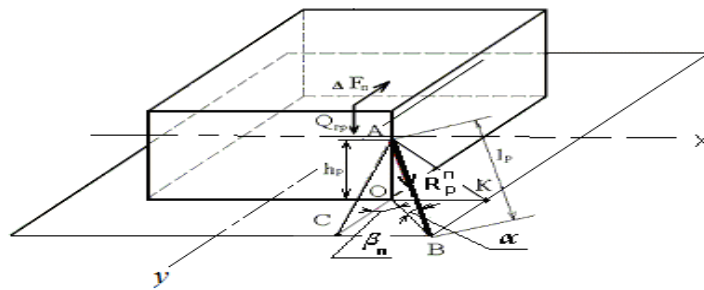


Рисунок 2

х-продольная ось вагона, у-поперечная ось вагона

$$R_{pi}^n = Z^n (n_{ni} / l_i) \cos \alpha_i \cos \beta_{ni}, \quad (3)$$

$$\text{где } Z^n = \frac{\Delta F_n}{\sum_{i=1}^{n_p^n} \left[\frac{n_{ni}}{l_i} (\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cos \beta_{ni}) \cos \alpha_i \cos \beta_{ni} \right]} \quad (\text{тс}), \quad (4)$$

где R_{pi}^n – усилие в i -ой растяжке от поперечной инерционной силы, тс;
 n_p^n – количество растяжек, работающих одновременно в одну сторону поперек вагона;
 n_{ni} – количество нитей (проволок) в i -ой растяжке;
 β_{ni} – угол между проекцией i -ой растяжки на горизонтальную плоскость и поперечной осью вагона;
 l_i – длина i -ой растяжки, м.

3. Расчет выполняется в два этапа. Сначала по методике, изложенной в пункте 11.5 главы 1, определяют усилие в растяжках и производят ориентировочный подбор сечения растяжек по таблице 32. Затем выполняют уточненный расчет в соответствии с пунктами 1 и 2 настоящего приложения.

4. Пример расчета.

Исходные данные:

К перевозке по Схеме погрузки предъявлен груз весом 14,7 т в деревянной ящичной упаковке размером 3500x1600x2500 мм, размещенный на платформе с деревянным полом и закрепленный четырьмя парами проволочных растяжек (рисунок 3).

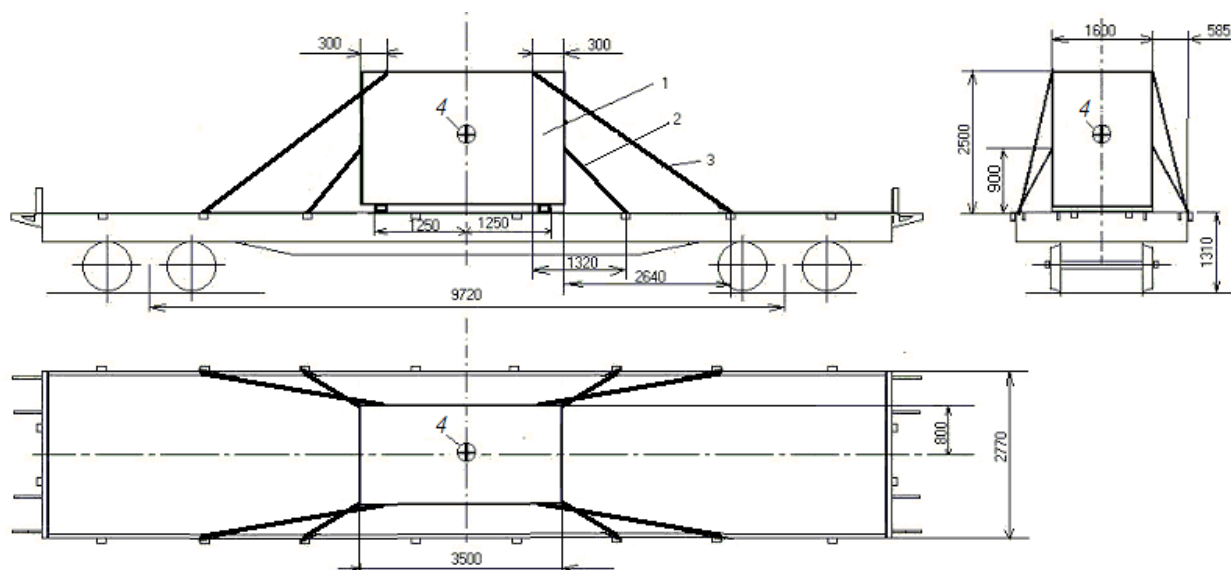


Рисунок 3

1 – груз; 2,3 – растяжка, 4 – центр тяжести груза

В соответствии с выполненными предварительными расчетами имеем:

$a_{np}=1,15$ тс/т; $a_n=0,33$ тс/т; $a_b=0,396$ тс/т; $W_n=0,438$ тс; $\mu=0,45$;

$\Delta F_{np}=10,33$ тс;

$\Delta F_n=1,29$ тс.

Расчет геометрических параметров и соотношений элементов растяжек целесообразно выполнять в табличной форме (таблица 1).

Таблица 1

Геометрические параметры растяжек	Растяжка поз.2	Растяжка поз.3
$AO = h_p$, м	0,900	2,500
$BK = OC$, м	0,585	0,585
$KO = BC$, м	1,020	2,940
$BO = (KO^2 + BK^2)^{1/2}$, м	1,176	2,998
$AB = l_p = (BO^2 + AO^2)^{1/2}$, м	1,480	3,859
$\sin \alpha = AO/AB$	0,608	0,648
$\cos \alpha = BO/AB$	0,795	0,777
$\cos \beta_{np} = KO/BO$	0,867	0,981
$\cos \beta_n = BK/BO$	0,497	0,195

4.1. Расчет по методике, изложенной в пункте 11.5 главы 1.

$$R_{p^{np}} = \frac{10,33}{2(0,45 \times 0,608 + 0,795 \times 0,867) + 2(0,45 \times 0,648 + 0,777 \times 0,981)} = 2,56 \text{ тс};$$

$$R_p'' = \frac{1,29}{2(0,45 \times 0,608 + 0,795 \times 0,497) + 2(0,45 \times 0,648 + 0,777 \times 0,195)} = 0,580 \text{ тс}$$

В соответствии с таблицей 32 главы 1 для крепления груза от смещений в продольном направлении необходимы растяжки из проволоки диаметром 6 мм в 6 нитей, для крепления груза от смещения в поперечном направлении необходимы растяжки из проволоки диаметром 6 мм в 2 нити.

4.2. Уточненный расчет.

Усилия от продольной инерционной силы.

По формуле (2) и данным таблицы 1:

$$Z^{np} = \frac{10,33}{2(0,45 \times 0,608 + 0,795 \times 0,867) \times 0,795 \times 0,867 \times 6/1,48 + 2(0,45 \times 0,648 + 0,777 \times 0,981) \times 0,777 \times 0,981 \times 6/3,859} = 1,349$$

По формуле (1) и данным таблицы 1 усилия в растяжках:

$$R_{p2}^{np} = 1,349 \times (6/1,48) \times 0,795 \times 0,867 = 3,769 \text{ тс}$$

$$R_{p3}^{np} = 1,349 \times (6/3,859) \times 0,777 \times 0,981 = 1,599 \text{ тс}$$

Усилия от поперечной инерционной силы.

По формуле (4) и данным таблицы 1:

$$Z'' = \frac{1,29}{2(0,45 \times 0,608 + 0,795 \times 0,497) \times 0,795 \times 0,497 \times 2/1,48 + 2(0,45 \times 0,648 + 0,777 \times 0,195) \times 0,777 \times 0,195 \times 2/3,859} = 1,646$$

По формуле (3) и данным таблицы 1 усилия в растяжках:

$$R_{p2}'' = 1,646 \times (2/1,48) \times 0,795 \times 0,497 = 0,879 \text{ тс}$$

$$R_{p3}'' = 1,646 \times (2/3,859) \times 0,777 \times 0,195 = 0,1293 \text{ тс}$$

Окончательное определение количества нитей в растяжках.

Количество нитей в растяжках принимаем в соответствии с таблицей 32 главы 1, исходя из рассчитанных уточненных значений усилий от продольной и поперечной инерционных сил.

По максимальным значениям $R_{p2}^{np} > R_{p2}'' = 3,769 \text{ тс}$ и $R_{p3}^{np} > R_{p3}'' = 1,599 \text{ тс}$ принимаем количество нитей в растяжках:

- растяжка поз.2 – восемь нитей;
- растяжка поз.3 – четыре нити.