

«УТВЕРЖДАЮ»



Директор ООО «РТС»

_____/Котковский К.Е./

«28» июля 2023 г.

Расчетно-пояснительная записка

**К схеме размещения и крепления
Оборудования энергетического
(код ЕТСНГ 351397)
на железнодорожной платформе**

Чертеж № 503-ГПЛ-ПЧ
Расчёт выполнен с учётом
требований Приложения 3 к СМГС

2022 г.

1. Характеристика платформы и грузовых мест

Характеристика 4-х осной ж/д платформы

Длина пола	13400 мм
Ширина пола	2870 мм
Масса тары	21 т
Высота пола от УГР	1310 мм
Высота центра тяжести (ЦТ) от УГР	800 мм
База платформы	9720 мм

Характеристика груза:

№ п/п	№ груза	Наименование груза	Габаритные размеры (мм)			Кол-во (шт)	Вес 1 ед (кг)	Общий вес (кг)
			Длина	Ширина	Высота			
1	1	Оборудование энергетическое и запасные части к нему ЕТСНГ 351397	3650	3320	1500	1	6670	6670
2	2		3870	2890	1020	1	4085	4085
3	3		1080	1580	390	1	395	395
4	4		4100	1720	1150	1	1865	1865
Общая масса груза 13015 кг Общая масса груза с крепежным реквизитом 13395 кг								

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата					
Изн.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	503-ГПЛ-ПЧ				
					Лист				
					2				

2. Описание размещения и крепления груза

1. Погрузка осуществляется в соответствии с настоящей схемой, общими положениями и требованиями главы 1 Приложения 3 к СМГС "Технические условия размещения и крепления грузов (далее - Приложение 3). Груз размещен в пределах льготного габарита погрузки.

Для транспортировки использовать 4-х осную ж/д платформу модели 13-401 или аналогичную по характеристикам на тележках типа ЦНИИ-ХЗ с базой 9720 мм, длиной кузова 13400 мм, с исправным сплошным деревянным настилом пола, грузоподъемностью от 63 т.

2. Перед погрузкой пол платформы, опорные поверхности груза и прочие элементы крепления груза очистить от снега, льда и грязи. В зимнее время пол платформы в местах опирания груза посыпать тонким слоем (1-2мм) сухого чистого песка.

3. Груз подготовить к перевозке в соответствии: с ГОСТ 26653-90 "Подготовка генеральных грузов к транспортированию", а также в соответствии с п/п 6.1. гл. 1 Приложения 3 к СМГС.

4. Установить грузы по схеме симметрично относительно продольной оси платформы.

От продольных перемещений груз № 1 крепить упорными брусками поз.1. Упорные бруски поз.1 крепить к полу платформы 21-м гвоздем К6х200 поз.9. Так же от поперечных перемещений груз №1 крепить упорными брусками поз.2,3. Упорные бруски поз.2 крепить к полу платформы 12-ю гвоздями поз.9. Упорные бруски поз.3 крепить к полу платформы 4-я гвоздями поз.9.

Груз № 2 от продольных перемещений крепить упорными брусками поз.4,5. Упорные бруски поз.4 крепить к полу платформы 9-ю гвоздями поз.9. Упорные бруски поз.5 крепить к полу платформы 14-ю гвоздями поз.9. Так же от поперечных перемещений груз №2 крепить упорными брусками поз.6. Упорные бруски поз.6 крепить к полу платформы 9-ю гвоздями поз.9.

Груз № 3 от продольных перемещений крепить упорным брусом поз.2. Упорный брусок поз.2 крепить к полу платформы 9-ю гвоздями поз.9. От поперечных перемещений груз №3 удерживается упорными брусками поз.1.

Груз № 4 от продольных перемещений удерживается упорными брусками поз.2,6. От поперечных перемещений груз №4 удерживается упорными брусками поз.1,7. Упорные бруски поз.7 крепить к полу платформы 6-ю гвоздями поз.9.

Дополнительно от смещений каждый груз №1,2,4 крепить 2-я обвязками поз.8 из проволоки 6мм в четыре нити. Дополнительно от смещений груз №3 крепить одной обвязкой поз.8 из проволоки 6мм в четыре нити.

5. * Размеры брусков уточнить по месту.

б. Растяжки выполнять в соответствии с п/п.9.10, 9.13, 9.16, 9.17, 9.19 гл.1 Приложения 3 к СМГС. Упорные бруски выполнять в соответствии с п/п.9.21, 9.23 гл.1 Приложения 3 к СМГС. Гвозди в бруски забивать в соответствии с п/п 9.24 гл.1 прил.3 к СМГС.

7. Грузоотправитель гарантирует прочность, монолитность и качество крепления груза, несет ответственность за надежность сварных и болтовых соединений. При наличии каких-либо сомнений в качестве таких соединений требовать присутствия соответствующего специалиста с разъяснениями и подтверждениями в письменном виде гарантии обеспечения безопасности движения. Грузоотправитель несет ответственность за указанные габаритные размеры, массу и расположение центра тяжести каждой единицы груза. Грузоотправитель несет ответственность за надежное закрепление грузов между собой или отдельных частей груза при помощи болтовых соединений, обшивки, тары и упаковки груза, груза внутри упаковки, а также наличие устройств, предотвращающих подъем или разворот отдельных частей или самого груза.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	503-ГПЛ-ПЧ	Лист
						3
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	503-ГПЛ-ПЧ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчет сил

4. Расчет сил, действующих на Груз № 1

4.1. Продольная инерционная сила.

Удельная продольная инерционная сила на одну тонну веса груза:

$$a_{np} = a_{22} - \frac{Q_{\varphi}^0 \times (a_{22} - a_{94})}{72} =$$

=func_4_1

где: - общая масса груза в вагоне, т;

a_{22}, a_{94} - см. таблицу 17 гл. I ТУ;

Продольная инерционная сила:

$$F_{np} = a_{np} \times Q_{\varphi} =$$

=1,158*6,670=7,73 тс

4.2. Поперечная инерционная сила

Удельная поперечная инерционная сила на 1 т. массы груза:

$$a_n = 0,33 + \frac{0,44}{l_e} \times l_{\varphi} =$$

=0,33+0,44*3595/9720=0,493 тс/т

где: l_{φ} - расстояние от Цтгр до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось вагона;

l_e - база вагона.

Поперечная инерционная сила

$$F_n = Q_{\varphi} \times a_n =$$

=6,670*0,493=3,29 тс

4.3. Вертикальная инерционная сила

Удельная вертикальная инерционная сила на 1 тонну груза:

$$a_e = 0,25 + \kappa \times l_{\varphi} + \frac{2,14}{Q_{\varphi}^0} =$$

=0,25+5*10⁻⁶*3595+2,14/13,015=0,432 тс/т

при погрузке с опорой на один вагон принимают $\kappa = 5 \times 10^{-6}$.

Вертикальная инерционная сила

$$F_e = Q_{\varphi} \times a_e =$$

=6,670*0,432=2,89 тс

4.4. Ветровая нагрузка

$$W_e = 50 \times S_n \times 10^{-3} =$$

=50*5,07*10⁻³=0,26 тс

где: S_n - площадь наветренной поверхности груза, м².

4.5. Сила трения в продольном направлении

$$F_{np}^{\mu} = \mu \times Q_{\varphi} =$$

=0,5*6,670=3,34 тс

где: μ - коэффициент трения.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

					503-ГПЛ-ПЧ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

$$F_{mp}^x = \mu \times Q_p \times (1 - \alpha_e) = 0,5 \times 6,670 \times (1 - 0,432) = 1,89 \text{ тс}$$

4.7. Усилия которые должны восприниматься средствами крепления
Продольное:

$$\Delta F_{np} = F_{np} - F_{np}^{np} = 7,73 - 3,34 = 4,40 \text{ тс}$$

Поперечное:

$$\Delta F_n = 1,25 \times (F_n + W_e) - F_{mp}^n =$$

$$= 1,25 \times (3,29 + 0,26) - 1,89 = 2,54 \text{ тс}$$

5. Расчет сил, действующих на Груз № 2

5.1. Продольная инерционная сила.

Продольная инерционная сила:

$$F_{np} = 1,158 * 4,085 = 4,74 \text{ тс}$$

5.2. Поперечная инерционная сила

Удельная поперечная инерционная сила на 1 т. массы груза:

$$a_n = 0,33 + 0,44 * 4265 / 9720 = 0,523 \text{ Тс/Т}$$

Поперечная инерционная сила

$$F_n = 4,085 * 0,523 = 2,14 \text{ тс}$$

5.3. Вертикальная инерционная сила

Удельная вертикальная инерционная сила на 1 тонну груза:

$$a_g = 0,25 + 5 \cdot 10^{-6} \cdot 4265 + 2,14 / 13,015 = 0,436 \text{ тс/т}$$

Вертикальная инерционная сила

$$F_{\delta} = 4,085 * 0,436 = 1,79 \text{ TC}$$

5.4. Ветровая нагрузка

$$W_{\beta} = 50 * 3,70 * 10^{-3} = 0,19 \text{ Тс}$$

5.5. Сила трения в продольном направлении

$$p_{Tp} = 0,5 * 4,085 = 2,04 \text{ Тс}$$

5.6. Сила трения в поперечном направлении

$$T_p = 0,5 * 4,085 * (1 - 0,436) = 1,15 \text{ тс}$$

5.7. Усилия которые должны восприниматься средствами крепления

Продольное:

$$\Delta F_{np} = 4,74 - 2,04 = 2,70 \text{ тс}$$

Поперечное:

$$\Delta F_n = 1,25 * (2,14 + 0,19) - 1,15 = 1,76 \text{ тс}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	<p>5.3. Вертикальная инерционная сила</p> <p>Удельная вертикальная инерционная сила на 1 тонну груза:</p> $a_g = 0,25 + 5 \cdot 10^{-6} \cdot 4265 + 2,14 / 13,015 = 0,436 \text{ тс/т}$ <p>Вертикальная инерционная сила</p> $F_g = 4,085 \cdot 0,436 = 1,79 \text{ тс}$ <p>5.4. Ветровая нагрузка</p> $W_g = 50 \cdot 3,70 \cdot 10^{-3} = 0,19 \text{ тс}$ <p>5.5. Сила трения в продольном направлении</p> $\mu_{тр} = 0,5 \cdot 4,085 = 2,04 \text{ тс}$ <p>5.6. Сила трения в поперечном направлении</p> $\mu_{тр} = 0,5 \cdot 4,085 \cdot (1 - 0,436) = 1,15 \text{ тс}$ <p>5.7. Усилия которые должны восприниматься средствами крепления</p> <p>Продольное:</p> $\Delta F_{np} = 4,74 - 2,04 = 2,70 \text{ тс}$ <p>Поперечное:</p> $\Delta F_n = 1,25 \cdot (2,14 + 0,19) - 1,15 = 1,76 \text{ тс}$
					<div> <div>503-ГПЛ-ПЧ</div> <div>Лист 6</div> </div>
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

6. Расчет сил, действующих на Груз № 3**6.1. Продольная инерционная сила.**

Продольная инерционная сила:

$$F_{np} = 1,158 * 0,395 = 0,46 \text{ тс}$$

6.2. Поперечная инерционная сила

Удельная поперечная инерционная сила на 1 т. массы груза:

$$a_n = 0,33 + 0,44 * 5960 / 8650 = 0,600 \text{ тс/т}$$

Поперечная инерционная сила

$$F_n = 0,395 * 0,600 = 0,24 \text{ тс}$$

6.3. Вертикальная инерционная сила

Удельная вертикальная инерционная сила на 1 тонну груза:

$$a_g = 0,25 + 5 * 10^{-6} * 5960 + 2,14 / 13,015 = 0,444 \text{ тс/т}$$

Вертикальная инерционная сила

$$F_g = 0,395 * 0,444 = 0,18 \text{ тс}$$

6.4. Ветровая нагрузка

$$W_g = 50 * 0,42 * 10^{-3} = 0,03 \text{ тс}$$

6.5. Сила трения в продольном направлении

$$\mu_{тр} = 0,5 * 0,395 = 0,20 \text{ тс}$$

6.6. Сила трения в поперечном направлении

$$\mu_{тр} = 0,5 * 0,395 * (1 - 0,444) = 0,11 \text{ тс}$$

6.7. Усилия которые должны восприниматься средствами крепления

Продольное:

$$\Delta F_{np} = 0,46 - 0,20 = 0,26 \text{ тс}$$

Поперечное:

$$\Delta F_n = 1,25 * (0,24 + 0,03) - 0,11 = 0,23 \text{ тс}$$

7. Расчет сил, действующих на Груз № 4**7.1. Продольная инерционная сила.**

Продольная инерционная сила:

$$F_{np} = 1,158 * 1,865 = 2,17 \text{ тс}$$

7.2. Поперечная инерционная сила

Удельная поперечная инерционная сила на 1 т. массы груза:

$$a_n = 0,33 + 0,44 * 280 / 8650 = 0,343 \text{ тс/т}$$

Поперечная инерционная сила

$$F_n = 1,865 * 0,343 = 0,64 \text{ тс}$$

7.3. Вертикальная инерционная сила

Удельная вертикальная инерционная сила на 1 тонну груза:

$$a_g = 0,25 + 5 * 10^{-6} * 280 + 2,14 / 13,015 = 0,416 \text{ тс/т}$$

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	503-ГПЛ-ПЧ					Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

10.2. Коэффициент запаса устойчивости от опрокидывания поперек вагона
 $\eta_n = 4,085 \cdot 1325 / (2,14 \cdot (510 - 150) + 0,19 \cdot (510 - 150)) = 6,45 > 1,25$
 т.к. $6,45 > 1,25$, то груз устойчив в поперечном направлении.

11. Устойчивость груза № 3 в вагоне

11.1. Коэффициент запаса устойчивости от опрокидывания вдоль вагона
 $\eta_{np} = 540 / ((195 - 150) \cdot 1,158) = 10,36 > 1,25$
 т.к. $10,36 > 1,25$, то груз устойчив в продольном направлении.

11.2. Коэффициент запаса устойчивости от опрокидывания поперек вагона
 $\eta_n = 0,395 \cdot 790 / (0,24 \cdot (195 - 150) + 0,03 \cdot (195 - 150)) = 25,68 > 1,25$
 т.к. $25,68 > 1,25$, то груз устойчив в поперечном направлении.

12. Устойчивость груза № 4 в вагоне

12.1. Коэффициент запаса устойчивости от опрокидывания вдоль вагона
 $\eta_{np} = 2050 / ((575 - 150) \cdot 1,158) = 4,16 > 1,25$
 т.к. $4,16 > 1,25$, то груз устойчив в продольном направлении.

12.2. Коэффициент запаса устойчивости от опрокидывания поперек вагона
 $\eta_n = 1,865 \cdot 860 / (0,64 \cdot (575 - 150) + 0,24 \cdot (575 - 150)) = 4,29 > 1,25$
 т.к. $4,29 > 1,25$, то груз устойчив в поперечном направлении.

РАСЧЕТ КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗА ОТ СМЕЩЕНИЙ В ПРОДОЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ

Крепление груза 1

Продольное усилие, воспринимаемое брусками:

Количество гвоздей для крепления груза упорными брусками в одном направлении:

$$n_{зв} = \frac{[F_{np}^{bp}]}{n_{бр}^{np} \cdot [R_{зв}]} \text{ шт, (46, гл. 1 прил.3 к СМГС)}$$

где $n_{бр}^{np}$ – количество упорных брусков, одновременно работающих в одном направлении (см. чертеж),

_____ (таб.34 гл.1 прил.3 к СМГС)

Максимальное усилие от груза, воспринимаемое упорными брусками:

_____ упорными брусками в продольном направлении.

Крепление груза 2

Продольное усилие, воспринимаемое брусками:

$[F_{np}^{bp}] = n_{зв} n_{бр}^{np} [R_{зв}] = 9 \cdot 3 \cdot 0,108 = 2,9 \text{ тс.} > \Delta F_{np2} = 2,7 \text{ тс}$ – груз 2 надежно закреплен упорными брусками в продольном направлении.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изн. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	503-ГПЛ-ПЧ	Лист
												9

Крепление груза 3

Продольное усилие, воспринимаемое брусками:

$[F_{np}^{br}] = n_{np} n_{br}^{np} [R_{br}^{np}] = 9 \cdot 1 \cdot 0,108 = 0,97 \text{ тс.} > \Delta F_{np3} = 0,23 \text{ тс}$ – груз 3 надежно закреплен упорными брусками в продольном направлении.

Крепление груза 4

Продольное усилие, воспринимаемое брусками:

$[F_{np}^{\bar{b}p}] = n \cdot n_{\bar{z}6}^{np} \cdot [R_{\bar{z}6}] = 12 \cdot 1 \cdot 0,108 = 1,29 > \Delta F_{np4} = 1,24$ тс – груз 4 надежно закреплен упорными брусками в продольном направлении.

РАСЧЕТ КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗА ОТ СМЕЩЕНИЙ В ПОПЕРЕЧНОМ НАПРАВЛЕНИИ

Крепление груза 1

Поперечное усилие, воспринимаемое брусками:

$$[F_n^{br}] = n_{zv} n_{br}^{zv} \cdot [R_{zv}] = 12 \cdot 2 \cdot 0,108 + 6 \cdot 2 \cdot 0,108 = 3,88 \text{ кгс.} > \Delta F_{nl} = 2,54 \text{ тс} - \text{груз 1 надежно}$$

Крепление груза 2

Поперечное усилие, воспринимаемое брусками:

$[F_{n\text{ зв}}^{bp}] = n n_{\text{бр}}^n \cdot [R_{\text{зв}}] = 9 \cdot 2 \cdot 0,108 = 1,94 \text{ тс.} > \Delta F_{n2} = 1,76 \text{ тс}$ – груз 2 надежно закреплен растяжками и упорными брусками в поперечном направлении.

Крепление груза 3

Поперечное усилие, воспринимаемое брусками:

$[F_{n\text{ } \overline{26}}^{\overline{6p}}] = n \cdot n_{\overline{26}}^n \cdot [R_{\overline{26}}] = 21 \cdot 1 \cdot 0,108 = 2,2 \text{ тс.} > \Delta F_{n3} = 0,23 \text{ тс}$ – груз 3 надежно закреплен растяжками и упорными брусками в поперечном направлении.

Крепление груза 4

Поперечное усилие, воспринимаемое брусками:

$$[F_n^{\bar{b}p}] = n \cdot n_{\bar{z}b}^n \cdot [R_{\bar{z}b}] = 6 \cdot 1 \cdot 0,108 + 21 \cdot 1 \cdot 0,108 = 2,9 \text{ тс.} > \Delta F_{n4} = 0,56 \text{ тс} - \text{груз 4 надежно}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	<p align="center">Поперечное усилие, воспринимаемое брусками:</p> <p>$[F_{n}^{бp}] = n_{зв} n_{бр}^{n} \cdot [R_{зв}] = 9 \cdot 2 \cdot 0,108 = 1,94 \text{ тс.} > \Delta F_{n2} = 1,76 \text{ тс}$ – груз 2 надежно закреплен растяжками и упорными брусками в поперечном направлении.</p> <p align="center">Крепление груза 3</p> <p>Поперечное усилие, воспринимаемое брусками:</p> <p>$[F_{n}^{бp}] = n_{зв} n_{бр}^{n} \cdot [R_{зв}] = 21 \cdot 1 \cdot 0,108 = 2,2 \text{ тс.} > \Delta F_{n3} = 0,23 \text{ тс}$ – груз 3 надежно закреплен растяжками и упорными брусками в поперечном направлении.</p> <p align="center">Крепление груза 4</p> <p>Поперечное усилие, воспринимаемое брусками:</p> <p>$[F_{n}^{бp}] = n_{зв} n_{бр}^{n} \cdot [R_{зв}] = 6 \cdot 1 \cdot 0,108 + 21 \cdot 1 \cdot 0,108 = 2,9 \text{ тс.} > \Delta F_{n4} = 0,56 \text{ тс}$ – груз 4 надежно закреплен растяжками и упорными брусками в поперечном направлении.</p>				
					<div> <div>503-ГПЛ-ПЧ</div> <div>Лист 10</div> </div>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

