


СССР МПС
Главжелдорпроект
Гипротранспуть

ТИПИЗИРОВАННЫЕ РЕШЕНИЯ
ПО ПОГРУЗКЕ, РАЗМЕЩЕНИЮ И КРЕПЛЕНИЮ
КОНСТРУКЦИЙ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ
НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМАХ
Рабочий проект №2539

Зам. главного инженера института

Начальник отдела строительства мостов

главный инженер проекта

 К. Д. Савин

 Ю.С. Гродзенский

Рекомендуется в качестве технического справочного пособия для мостовых и тоннельных организаций Дортрестов — грузоотправителей, а также для работников, причастных к разработке схем по погрузке, размещению и креплению конструкций искусственных сооружений на подвижном составе.

Зам. начальника
Коммерческого
управления МПС

В.В. Дьяконов

Зам. начальника
Главного управления
капитального
строительства МПС

А.А. Смирнов

Москва 1983г.

СОСТАВ ПРОЕКТА

№ раздела	Наименование раздела	Страницы альбома
I	2	3
	Состав проекта	2
	Основные положения	3
	Основные формулы и условные обозначения, используемые в расчётах по погрузке, размещению и креплению грузов на подвижном составе.	4 ÷ 6
I	Погрузка, размещение и крепление ж.-б. плитных пролётных строений / типовой проект инв. №557/II / на ж.-д. платформах.	7 ÷ 27
2.	Погрузка, размещение и крепление ж.-б. ребристых пролётных строений / типовой проект инв. №557/II / на ж.-д. платформах.	28 ÷ 55
3.	Погрузка, размещение и крепление цельноперевозимых металлических пролётных строений / типовой проект инв. № 821/I; 821/2; 821/III / на ж.-д. платформах.	56 ÷ 78
4.	Погрузка, размещение и крепление инвентарных пакетных металлических пролётных строений / типовой проект серии 3.50I.2-127 / на ж.-д. платформах.	79 ÷ 106
5.	Погрузка, размещение и крепление инвентарных пакетных металлических пролётных строений с мостовым полотном / типовой проект серии 3.50I.2-127 / на ж.-д. платформах.	107 ÷ 134
6.	Погрузка, размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб / типовой проект инв. №101 / на ж.-д. платформах.	135 ÷ 160
7.	Погрузка, размещение и крепление звеньев ж.-б. прямоугольных труб / типовой проект инв. №1072/II / на ж.-д. платформах.	161 ÷ 180
8.	Погрузка, размещение и крепление ж.-б. блоков стоечных опор пешеходных мостов / типовой проект инв. №728/I / на ж.-д. платформах.	181 ÷ 197
9.	Погрузка, размещение и крепление ж.-б. плит безбалластного мостового полотна / проект Ленгипротрансмоста, 1973л / на ж.-д. платформах.	198 ÷ 202

I	2	3
10.	Погрузка, размещение и крепление ж.-б. пролётных строений пешеходных мостов / типовой проект инв. №728/II / на ж.-д. платформах.	203 ÷ 224
11.	Погрузка, размещение и крепление ж.-б. блоков косоуров пешеходных мостов / типовой проект инв. №728/I / на ж.-д. платформах.	225 ÷ 249
12.	Погрузка, размещение и крепление ж.-б. блоков фундаментов опор пешеходных мостов / типовой проект инв. №728/I / на ж.-д. платформах.	250 ÷ 271

2539-00.00.01.

Нач. отд.	Гродненский	<i>[подпись]</i>	и.и. в.з.	Литер	Лист
ГМП	Гродненский	<i>[подпись]</i>		РП	1
Норм. кант.	Новолодский	<i>[подпись]</i>			1
Рук. группы	Гуревич	<i>[подпись]</i>		Гипротранспуть	
Инженер	Цанков	<i>[подпись]</i>			

Состав проекта

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. Типизированные решения по погрузке, размещению и креплению конструкций искусственных сооружений на ж.-д. платформах разработаны институтом "Гипротранспуть" в соответствии с заданием на проектирование, выданным Главным управлением капитального строительства МПС и утверждённым 12.07.82 зам.министра тов. Савченко Г.Х.

2. Настоящие типизированные решения предназначены для использования мостостроительными подразделениями Дорстройтрестов и Мостотрестов МПС в качестве пособия для составления схем перевозки по сети железных дорог со скоростью до 100км/час крупноблочных конструкций от строительных баз или полигонов до мест производства работ. К указанным конструкциям относятся широко применяемые и изготавливаемые подразделениями МПС крупноблочные конструкции мостов и труб:

- блоки железобетонных пролётных строений;
- цельноперевозимые металлические пролётные строения;
- пакетные металлические пролётные строения;
- блоки железобетонных пролётных строений, опор и косоуров пешеходных мостов;
- железобетонные звенья труб;
- железобетонные плиты безбалластного мостового полотна.

3. В качестве единицы подвижного состава для перевозки перечисленных конструкций принят наиболее распространённый тип 4^х-осной платформы грузоподъёмностью 62,63 и 66т постройки позднее 1965г. с тележками ЦНИИ-ХЗ.

4. Учитывая отсутствие у мостостроительных организаций МПС собственного специализированного подвижного состава с турникетами и инвентарными крепёжными элементами, настоящим проектом предусмотрено применение для перевозки только одиночных грузовых платформ с использованием при необходимости платформ прикрытия, а также применение для крепления грузов обычных простейших средств в виде проволочных скруток, гвоздей, штырей, болтов и деревянных брусков.

5. В типизированные решения включены схемы, расчёты и конструктивные чертежи по погрузке, размещению и креплению конструкций, разработанные в соответствии с "Общими требованиями к размещению и креплению грузов в вагонах" (главы I "Сборника правил перевозок и тарифов железнодорожного транспорта Союза СССР" №246).

				2539-00.00.02.			
Зам. гл. инж.	Савин	Савин		Основные положения.	Литер.	Лист	Листов
Нач. отд.	Трапезенский	Трапезенский			РП	1	1
Норм. конт.	Новоладский	Новоладский			Гипротранспуть		
Рук. групп.	Гуревич	Гуревич					
Инженер	Титова	Титова					

Основные формулы и условные обозначения, используемые в расчетах по размещению и креплению грузов на подвижном составе.

1. Продольная инерционная сила: $F_{пр} = a_{пр} \cdot Q_{гр}$,
 $Q_{гр}$ — вес груза, т; $a_{пр}$ — удельная продольная инерционная сила на 1 т веса груза,

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{гр}(a_{22} - a_{85})}{63};$$

$Q_{гр}$ — общий вес груза в вагоне, т; a_{22} , a_{85} — удельная продольная инерционная сила, тс; принимается соответственно при весе брутто вагона 22,85 по таблице 19, ТУ (Технические условия погрузки и крепления грузов).

2. Поперечная горизонтальная инерционная сила с учетом действия центробежной силы: $F_n = a_n Q_{гр}$,
 a_n — удельная поперечная инерционная сила, кгс, на 1 т груза принимается по таблице 20 ТУ, если $\zeta_{Тер}$ находится в вертикальных поперечных плоскостях, проходящих через середину вагона a_c или шкворневую балку $a_{ш}$. ($\zeta_{Тер}$ — центр тяжести грузов).
 При расположении $\zeta_{Тер}$ в других вертикальных плоскостях:

$$a_n = a_c + \frac{2(a_{ш} - a_c)}{l_{гр}} \cdot l_{гр},$$

$l_{гр}$ — база вагона, м; $l_{гр}$ — расстояние от $\zeta_{Тер}$ до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось вагона, м.

3. Вертикальная инерционная сила: $F_g = a_g \cdot Q_{гр}$,
 a_g — удельная вертикальная сила, кгс, на 1 т веса груза.
 Для четырехосных вагонов на тележках ЦНИИ-ХЗ и скорости движения 100 $\frac{км}{ч}$:

$$a_{g(100)} = 250 + k l_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}};$$

k — коэффициент, принимается при погрузке с опорой на один вагон — 5.

4. Ветровая нагрузка: $W_n = 50 \cdot S_n$,
 $50 \frac{кгс}{м^2}$ — удельная ветровая нагрузка; S_n — площадь проекции поверхности груза, подверженной действию ветра, на вертикальную плоскость, проходящую через продольную ось вагона, $м^2$ (для цилиндрической поверхности принимается равной половине площади проекции).

5. Сила трения при первом сочтении (в продольном направлении) для грузов, размещенных с опорой на один вагон:

$$F_{тр}^I = Q_{гр} \cdot \mu;$$

Сила трения при втором сочтении (в поперечном направлении) для

грузов, размещенных с опорой на один вагон:

$$F_{тр}^n = Q_{гр} \cdot \mu \cdot (1000 - a_g),$$

μ — коэффициент трения груза по полу вагона, подкладкам.

6. Допускаемая ширина длинномерных грузов, погруженных на одиночный вагон, по условию вписывания в габарит погрузки на кривых участках пути для частей груза, расположенных между пятниковыми сечениями вагона и смещающихся внутрь кривой: $v_g = v_2 - 2f_g$; для частей груза, расположенных снаружи пятниковых сечений вагона (за пределами базы вагона) и смещающихся наружу кривой: $v_n = v_2 - 2f_n$, v_2 — ширина габарита погрузки на данной высоте от головки рельса, мм; f_g — ограничение ширины груза с учетом его смещения внутрь кривой, мм; f_n — ограничение ширины груза с учетом его смещения наружу кривой, мм.

$$f_g = \frac{500}{R} (v_g - r_g) \cdot r_g - 105; \quad f_n = \frac{500}{R} (v_n + r_n) \cdot r_n - 105 + K;$$

500 — коэффициент, 105 — часть уширения габарита приближения строений и междупутий в расчетной кривой; R — радиус расчетной кривой, м; K — дополнительное смещение, мм, концевых сечений груза вследствие перекоса вагона в рельсовой колее, для вагонов на тележках ЦНИИ-ХЗ:

$$K = 70 \cdot \left(\frac{L}{v_g} - 1,41 \right),$$

l_g — база вагона, r_g — расстояние от рассматриваемой части груза, расположенной за пределами базы вагона, до ближайшего пятникового сечения вагона, r_n — расстояние от рассматриваемой части груза, расположенной за пределами базы вагона, до ближайшего пятникового сечения. Для грузов, имеющих одинаковые поперечные размеры по всей длине: $r_g = 0,5L_g$; $r_n = 0,5(L - l_g)$, L — длина груза, м.

2539-00.00.03

Нач. отд.	Гродзенский				Основные формулы и условные обозначения, используемые в расчетах по размещению и креплению грузов на подвижном составе.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский					РП	1	3
Нор. кон.	Новолодский					Гипотранспуть		
Рук. гр.	Гуревич							
Ст. инж.	Кабанов							

7. Высота общего ЦТ вагона с грузом:

$$h_{цт} = \frac{Q_{гп}^1 \cdot h_{цт}^1 + Q_{гп}^2 \cdot h_{цт}^2 + \dots + Q_{гп}^n \cdot h_{цт}^n + Q_t \cdot h_g}{Q_{гп}^1 + Q_{гп}^2 + \dots + Q_{гп}^n + Q_t}$$

$Q_{гп}^1, Q_{гп}^2, \dots, Q_{гп}^n$ — вес единицы груза, кг; Q_t — тара вагона, кг; $h_{цт}^1, h_{цт}^2, \dots, h_{цт}^n$ — высота ЦТ груза над уровнем верха головки рельсов, мм (УТР); h_g — высота ЦТ порожнего вагона, мм.

8. Поперечная устойчивость груженого вагона:

$$\frac{P_u + P_g}{P} \leq 0,5$$

P — статическая нагрузка от колеса на рельс, т

$$P_g = \frac{1}{n_k} \left[n_g \cdot Q_t + Q_{гп} \cdot \left(1 - \frac{b - b_0}{s + 0,5 f_{ок}} \right) \right];$$

n_k — число колес грузанесущих вагонов; b — поперечное смещение ЦТ груза от вертикальной плоскости, в которой лежит продольная ось вагона, м; b_0 — дополнительное поперечное смещение ЦТ длиномерного груза на сцепе при прохождении кривых, м; $f_{ок}$ — увеличение ширины опорного контура вагонов сцепа при прохождении кривых расчетного радиуса;

P_u — дополнительная вертикальная нагрузка на колесо от действия центробежных сил, тс.

P_g — дополнительная вертикальная нагрузка на колесо от действия ветровой нагрузки, тс.

$$P_u + P_g = \frac{2}{n_k \cdot (2S + f_{ок})} \left[0,075 (n_g \cdot Q_t + Q_{гп}) \cdot H_{цт} + W \cdot h + n_g \rho - \varphi \right];$$

W — равнодействующая ветровой нагрузки, действующей на части груза, выступающие за пределы кузова вагона, тс; h — высота приложения равнодействующей сил ветра над уровнем головки рельса, м; ρ — коэффициент, тм, учитывающий ветровую нагрузку на кузов и тележки грузанесущих вагонов и поперечное смещение ЦТ груза за счет деформации рессор; φ — коэффициент, тм, учитывающий увеличение ширины опорного контура вагонов сцепа и смещение ЦТ длиномерного груза при прохождении кривых участков пути.

9. Продольное усилие, воспринимаемое креплением: $\Delta F_p = F_p - F_p^{np}$;

Поперечное усилие, воспринимаемое креплением: $\Delta F_n = n(F_n + W_n) - F_n^n$,
 n — коэффициент

10. Усилие в растяжках при расчете крепления грузов на одиночных вагонах с учетом увеличения сил трения от вертикальных составляющих усилия в креплении для первого сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_n^p}{n_p^{np} (M \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta_{np})}$$

Усилие в растяжках при расчете крепления грузов на одиночных вагонах с учетом увеличения сил трения от вертикальных составляющих усилия в креплении для второго сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n^p}{n_p^n (M \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta_n)}$$

n_p^{np}, n_p^n — количество растяжек, работающих одновременно в одном направлении; α — угол наклона растяжки к полу вагона; β_n, β_{np} — углы между проекцией растяжки на горизонтальную плоскость и продольной и поперечной осями вагона.

11. Количество гвоздей для крепления бруска, расположенного вдоль вагона:

$$n_{zg} = \frac{\Delta F_{гп}^g}{n_g^{гп} \cdot R_{zg}}$$

Количество гвоздей для крепления бруска, расположенного поперек вагона:

$$n_{zg} = \frac{\Delta F_n^g}{n_g^n \cdot R_{zg}}$$

$n_g^{гп}, n_g^n$ — количество упорных или распорных брусков, одновременно работающих в одном направлении; R_{zg} — допускаемая нагрузка на один гвоздь;

12. Усилие в обвязке для крепления груза, размещаемого на одиночных вагонах, от продольного смещения.

$$R_{об} = \frac{\Delta F_n^{об}}{2 \cdot n_{об} \cdot M \cdot \sin \alpha}$$

$n_{об}$ — количество обвязок.

13. Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль вагона:

$$\gamma_{пр} = \frac{e_{пр}^n}{(h_{цт} - h_{гп}^n)} \geq 1,25$$

$e_{пр}^n$ — кратчайшее расстояние от проекции ЦТ на горизонтальную плоскость до ребра опрокидывания вдоль вагона, мм; $h_{цт}$ — высота ЦТ груза над полом вагона или плоскостью подкладок, мм; $h_{гп}^n$ — высота продольного упора от пола вагона или плоскости подкладок, мм.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек вагона:

$$h_n = \frac{Q_{\text{гп}} \cdot b_n^0}{F_n(h_{\text{цт}} - h_y^0) + W_n \cdot (h_{\text{мн}}^0 - h_y^0)} \geq 1,25$$

h_y^0 — высота поперечного упора от пола вагона или плоскости подкладок, мм; $h_{\text{мн}}^0$ — высота центра проекции боковой поверхности груза от пола вагона или плоскости подкладок, мм.

14. Количество гвоздей для крепления одного упорного бруска при закреплении грузов цилиндрической формы от перекатывания совместно с обвязками или растяжками вдоль вагона:

$$n_{\text{дв}} = \frac{Q_{\text{гп}}(\text{сгзж} - \mathcal{M})}{n_{\text{г}}^{\text{дв}} \cdot R_{\text{гв}}}$$

Количество гвоздей для крепления одного упорного бруска при закреплении грузов цилиндрической формы от перекатывания совместно с обвязками или растяжками поперек вагона:

$$n_{\text{гв}} = \frac{Q_{\text{гп}}(\text{сгзж} - \mathcal{M})}{n_{\text{г}}^{\text{гв}} \cdot R_{\text{гв}}}$$

15. Высота подкладок при перевозке длинномерных грузов:

$$h_0 = a_n \cdot \text{tg} \chi + h_n + f_2 + h_3 + h_6;$$

a_n — расстояние от возможной точки касания груза с полом вагона до оси крайней колесной пары грузонесущего вагона, мм;

χ — угол между продольными осями груза и вагона сцела, тангенс которого принимается по таблице 27 ТУ.

h_n — разность в уровнях полов смежных вагонов сцела, мм;

h_3 — предохранительный зазор, мм;

f_2 — упругий прогиб груза, мм;

h_6 — высота торцевого порога полувагона, мм;

16. Ширина опор при перевозке длинномерных грузов из условия устойчивости от опрокидывания:

$$b_0 \geq \frac{2(1,25 N_0 \cdot h_0 - P_y \cdot h_y)}{N_0}$$

N_0 — нагрузка на опору от веса груза и вертикальной составляющей усилия в креплении, тс;

P_y — удерживающее усилие от упоров, тс;

h_y — высота приложения усилия P_y , мм

РАЗДЕЛ I. ПОГРУЗКА, РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ Ж.-Б. ПЛИТНЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ
/ ТИПОВОЙ ПРОЕКТ ИНВ. № 557/II / НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМАХ.

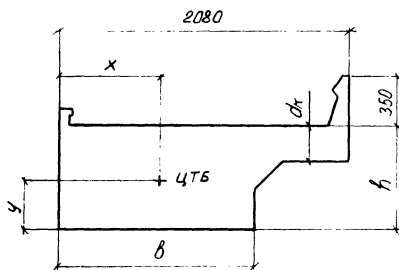
СОСТАВ РАЗДЕЛА

№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
I	2	3	4
I	2539-01.01.01.	Ж.-б. плитные пролетные строения / проект инв. №557/II / Основные характеристики блоков.	8
2	2539-01.01.02.	Ж.-б. плитные пролетные строения / проект инв. № 557/II / Закладные детали для закрепления блоков на ж.-д. платформе.	9 ÷ 10
3	2539-01.02.01.	Размещение и крепление блоков плитного пролетного строения $l_n = 9,85 / 9,3$ /м на ж.-д. платформе.	11 ÷ 15
4	2539-01.03.01.	Размещение и крепление блока плитного пролетного строения $l_n = 12,2 / 11,5$ /м на ж.-д. платформе.	16 ÷ 19
5	2539-01.04.01.	Размещение и крепление блока плитного пролетного строения $l_n = 13,5$ м на ж.-д. платформе.	20 ÷ 23
6	2539-01.05.01.	Размещение и крепление блока плитного пролетного строения $l_n = 14,3$ м на ж.-д. платформе.	24 ÷ 27

				2539-01.00.00		
Нач. отд.	Григорьевский			Литер	Лист	Листов
ГИП	Григорьевский			АП	1	1
Норм. кон.	Новоблагодский			Гипротранспуть		
Рук. групп.	Гуревич					
Инженер	Нодь					

Состав раздела 1

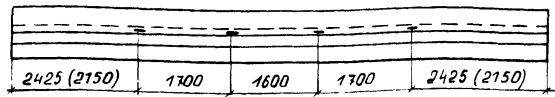
Основные характеристики блоков плитных пролётных стрений $\ell_n = 9,3 - 14,3 \text{ м}$



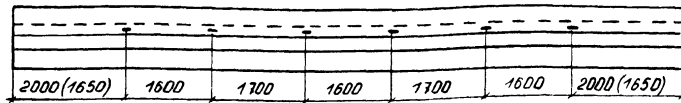
№ п/п	Полная длина ℓ_n м	Высота блока h см	Ширина плиты b см	Толщина консоли d см	Положение ц.т. блока		Вес блока с изоляцией T
					x мм	y мм	
1	9,30	60	130	15	885	402	26,4
2	9,85	60	130	15	885	402	27,9
3	11,50	70	130	20	885	457	37,5
4	12,20	70	140	20	903	450	41,1
5	13,50	80	140	25	903	504	51,4
6	14,30	80	140	25	903	504	54,4

2539-01.01.01.				
Нач. отд.	Гродзенский	Ж-Б, плитные пролётные строения (проект инв. №557/11)		
ГИП	Гродзенский			
Н. контр.	Новолодский	Основные характеристики блоков.		
Рук. группы	Гуревич			
Инженер	Титова	Литер	Лист	Листов
		рп	1	1
		Гипротранспуть		

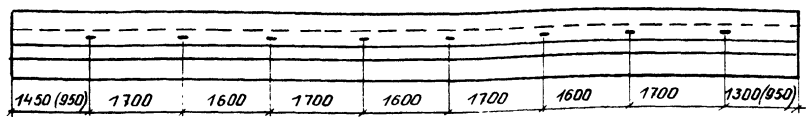
$l_n = 9,85_n (9,3 \text{ м})$



$l_n = 12,2_n (11,5 \text{ м})$



$l_n = 14,3 (13,5 \text{ м})$



Ведомость закладных деталей на один блок

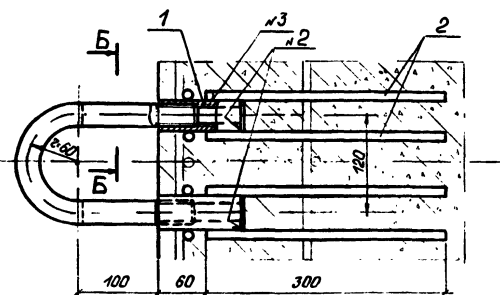
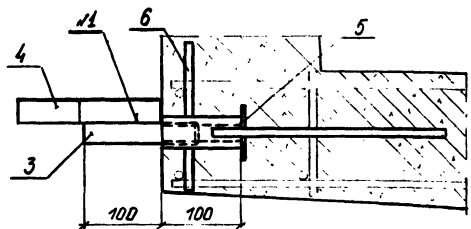
Полная длина блока пролетного строения м	ЗД-1 при металлической опалубке			ЗД-2 при деревянной опалубке		
	Колич. шт.	Масса, кг		Колич. шт.	Масса, кг	
		ед	общ		ед	на блок
9,3	8	7,3	58,4	8	8,4	67,2
9,85	8	7,3	58,4	8	8,4	67,2
11,5	12	7,3	87,6	12	8,4	100,8
12,2	12	7,3	87,6	12	8,4	100,8
13,5	14	7,3	102,2	14	8,4	117,6
14,3	14	7,3	102,2	14	8,4	117,6

В зависимости от применения металлической или деревянной опалубки при бетонировании блока плитных пролетных строений используется один из типов закладных деталей — ЗД-1 или ЗД-2.
Конструкцию закладных деталей см на листе № 2.

2539-010102.

Нач. отд.	Грозненский		Ж.-б. плитные пролетные строения (проект инв. № 537/114). Закладные детали для закрепления блоков на ж.-б. платформе.	Листа	Лист	Листов
ГИП	Грозненский			РП	1	2
Н контр.	Новоладженский			Гипротранспуть		
Рук. работ	Гуревич					
Инженер	Титова	Митов				

Конструкция закладной детали ЗД1 при бетонировании блока в металлической опалубке



Б-Б

Сварной шов №1



Сварной шов №2

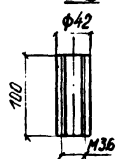


Сварной шов №3



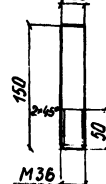
Поз. 1

В-В

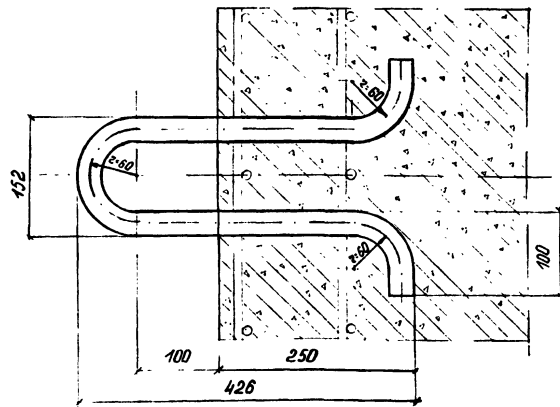
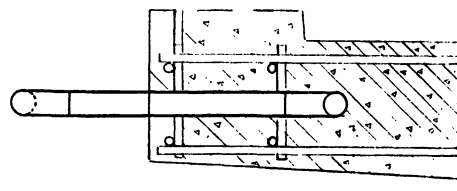


Поз. 3

В-В



Конструкция закладной детали ЗД2 при бетонировании блока в деревянной опалубке



Спецификация металла

Марка	№ поз	Наименование	Сечение		Кол. шт.	Масса, кг		Материал		Прим.
			мм	мм		ед.	общ.	Обычное исполнение	Северное исполнение	
ЗД1	1	Труба	Тр. 42×5	100	2	0,41	0,82	Сталь Ст20 по ГОСТ 1050-74	09Г2С по ГОСТ 8732-78	ГОСТ 8732-78
	2	Стержень	12 А II	300	4	0,27	1,08	ВСт3сп2 по ГОСТ 380-71*	Сталь 10ГТ	ГОСТ 5781-75
	3	Шпилька	36 А I	150	2	1,2	2,4	ВСт3сп4 по ГОСТ 380-71*	Сталь 09Г2 по ГОСТ 8732-78	ГОСТ 2590-71
	4	Петля	32 А I	390	1	2,46	2,46	ВСт3сп2 по ГОСТ 380-71*	ВСт3сп2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5781-75
	5	Планка	-42×5	75	2	0,12	0,24	ВСт3кп2 по ГОСТ 380-71*	ВСт3сп5 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 103-76
	6	Стержень	12 А II	200	4	0,18	0,72	ВСт3сп8 по ГОСТ 380-71*	Сталь 10ГТ	ГОСТ 5781-75
Итого со сварными швами:							7,7			
ЗД2	—	Петля	32 А I	1040	1	6,56	6,6	ВСт3сп2 по ГОСТ 380-71*	ВСт3сп2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5781-75

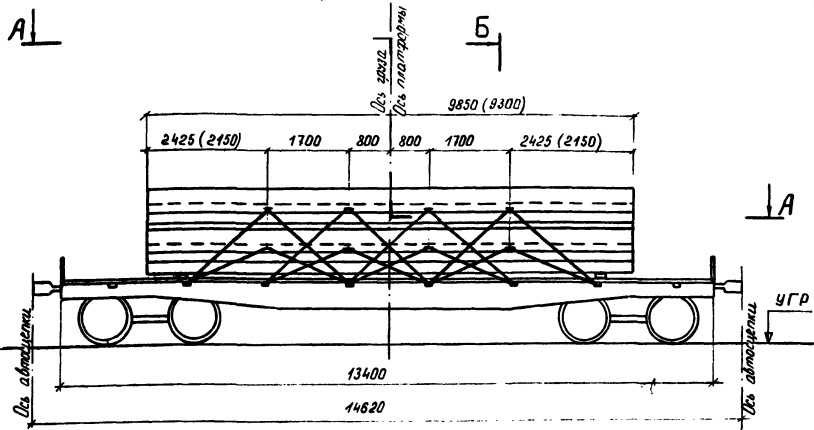
1. Стержни №6 приварить по месту.
2. Все размеры даны в мм.

2539-0101.02.

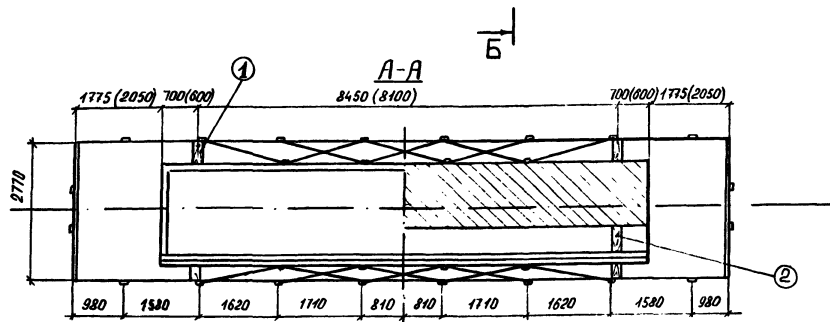
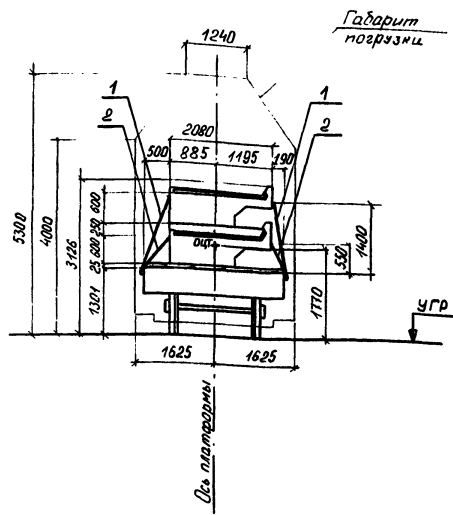
Лист

2

Фасад (продольные борта платформы условно не показаны)



Б-Б



1. Все размеры даны в мм
2. Размеры в скобках даны для пролетного строения $L_p = 93 м$

Условные обозначения:

- 1 - металл
- ① - дерево

		2539-01.02.01.		
Нач. отд.	Гродзенский	Размещение и крепление блоков плитного пролетного строения $L_p = 93 м$ на ж. д. платформе.	Литера	Лист
ГМП	Гродзенский		РП	1
Нач. участка	Нобалодский			5
Инженер	Итоба		Гипротранспэрт	

Характеристика схемы погрузки

№/п/п	Наименование	Изм	Величина	
			Блок l _n =9,85	Блок l _n =9,3
1	База груза	мм	8450	8100
2	Высота цт блока относительно низа блока	мм	402	402
3	Высота общего цт платформы с грузом относительно угр	мм	1770	—
4	Вес одного блока	т	27,9	26,4
5	Вес груза (2 блока)	т	55,8	52,8
6	Смещение цт груза относительно поперечной оси платформы	мм	0	0
7	Смещение цт груза относительно продольной оси платформы	мм	0	0

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе блоков железобетонных плитных пролётных строений длиной 9,85м или 9,3м, изготовленных по типовому проекту №557/II. Платформа принята грузоподъёмностью 62,66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
2. Блоки устанавливаются на платформу в два яруса, симметрично относительно поперечной оси платформы, при этом вертикальная плоскость, проходящая через центры тяжести блоков, должна совпадать с продольной осью платформы.
3. Нижний блок укладывается на деревянные подкладки, закреплённые к полу платформы гвоздями. Верхний блок опирается на нижний через брусчатые прокладки, уложенные на защитный слой гидроизоляции нижнего блока. В связи с устройством уклонов на дне балластного корыта прокладки прирубаются по месту так, чтобы их верхние поверхности лежали в одной горизонтальной плоскости.
4. Для предотвращения поперечного и продольного смещений блоки пролётных строений закрепляются к стоечным скобам платформы при помощи растяжек из проволочных скруток. Для крепления растяжек в блоках пролётных строений предусмотрены закладные детали.
5. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанные блоки на платформе вписываются в габарит погрузки.
6. Торцовые борта платформы закрываются, а боковые откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 198Гг.

Спецификация металла

№/поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки	6 ф6	1410	16	3,73	50,1	Сталь по ГОСТ 3282-74	
2	— " — " —	6 ф6	1160	16	2,57	41,1	ГОСТ 14085-79	3282-74
	Гвоздь	d=4	10	20	1,01	0,2	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 228-75 ГОСТ 4027-65
Итого металла:						92		

Спецификация лесоматериалов

№/поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объём, м ³		Материал	Прим
					ед.	общ.		
1	Подкладка	20*2,5	277	2	0,014	0,03	Сосна, ель	ГОСТ 8486-68**
2	Прокладка	20*20	190	2	0,076	0,15	(не ниже 3 сорта)	
Итого лесоматериалов:						0,2		

Расчёт к погрузке

I. Характеристика груза

Груз — два ж.б. блока
 Длина блока — 9,85 м
 Ширина блока — 2,08 м
 Высота блока — 0,6 м
 Вес блока — 27,9 т
 Положение ЦТ от подошвы блока — 0,402 м
 Положение ЦТ от низкого борта блока по горизонтали — 0,885 м

II Характеристика платформы

Платформа четырехколесная
 База — 9,72 м
 Вес платформы — 22 т
 Положение ЦТ от УГР — 0,8 м

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР

$$h_{\text{ц.т.}} = \frac{Q_{\text{г}} \cdot h_{\text{г}} + Q_{\text{п}} \cdot h_{\text{п}}}{Q_{\text{г}} + Q_{\text{п}}} = \frac{2 \cdot 27,9 \cdot (4,301 + 0,025 + 0,827) + 22 \cdot 0,8}{2 \cdot 27,9 + 22} = 1,77 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{\text{п}} + S_{\text{г}} = 13 + 9,85 \cdot 1,80 = 13 + 17,7 = 30,7 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена

IV Определение усилий, действующих на верхний блок

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}}^i = a_{\text{пр}} \cdot Q_1 = 1,023 \cdot 27,9 = 28,5 \text{ тс}$

$$a_{\text{пр}} = a_{\text{ст}} - \frac{Q_{\text{ст}}(a_{\text{ст}} - a_{\text{г}})}{63} = 1,2 - \frac{558 \cdot (1,2 - 1,0)}{63} = 1,023 \text{ тс/т}$$

$a_{\text{пр}}$ — удельная величина продольной инерционной силы

Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = Q_1 \cdot \mu_1 = 27,9 \cdot 0,55 = 15,3 \text{ тс}$

$\mu_1 = 0,55$ — коэффициент трения ж.б. блока по деревянной прокладке

Продольное усилие, передающееся на крепление

$$\Delta F_{\text{пр}}^i = F_{\text{пр}}^i - F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = 28,5 - 15,3 = 13,2 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_{\text{п}}^i = a_{\text{п}} \cdot Q_1 = 0,33 \cdot 27,9 = 9,2 \text{ тс}$

$a_{\text{п}} = 0,33$ (по табл.) — удельная величина поперечной инерционной силы

Вертикальная инерционная сила: $F_{\text{в}}^i = a_{\text{в}} \cdot Q_1 = 0,288 \cdot 27,9 = 8,0 \text{ тс}$

$$a_{\text{в}}(1000) = 250 + k \cdot \nu_{\text{зр}} + \frac{2140}{Q_{\text{зр}}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{558} = 288 \text{ кгс/т}$$

$a_{\text{в}}$ — удельная величина вертикальной инерционной силы

$k = 5$ (по табл.) — при опирании груза на одну платформу

$\nu_{\text{зр}} = 0$ — расстояние от ЦТ_{зр} до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы

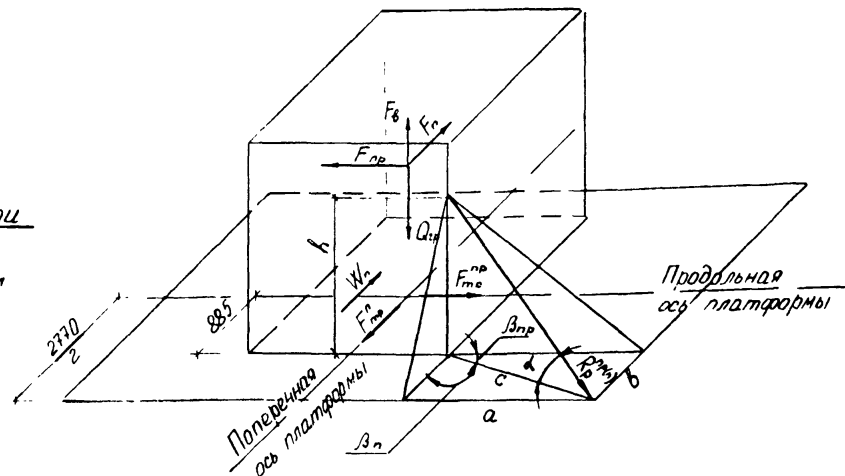
Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{п}} = Q_1 \cdot \mu_2 (1000 - a_{\text{в}}) = 27,9 \cdot 0,55 \cdot (1000 - 0,288) = 10,9 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_{\text{в}}^i = 50 \cdot S_{\text{п}} = 0,05 \cdot 9,85 \cdot 0,95 = 0,47 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{п}}^i = n \cdot (F_{\text{п}}^i + W_{\text{в}}^i) - F_{\text{тр}}^{\text{п}} = 1,25 \cdot (9,2 + 0,47) - 10,9 = 1,2 \text{ тс}$$

V Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке от 1^{ого} сочетания сил:

$$R_{\text{р}}^{\text{пр}} = \frac{\Delta F_{\text{пр}}^i}{n_{\text{р}}^{\text{пр}} (\mu_1 \sin \alpha_г + \cos \alpha_г \cos \beta_{\text{п}})}$$

$n_{\text{р}}^{\text{пр}} = 8$ — количество растяжек, работающих одновременно в одном направлении

$$\text{tg } \beta_{\text{п}} = \frac{a}{b} = \frac{1,61}{0,5} = 3,22 \rightarrow \beta_{\text{п}} = 72^\circ 45'$$

$$b = \frac{2,770}{2} - 0,885 = 0,50 \text{ м}$$

$$\sin \alpha_г = \sin 39^\circ 38' = 0,6378$$

$a = 1,61 \text{ м}$ — наименьшая проекция растяжки на продольную ось

$$\sin \beta_{\text{п}} = \sin 39^\circ 38' = 0,7701$$

$$\beta_{\text{п}} = 90^\circ - 72^\circ 45' = 17^\circ 15'$$

$$\cos \beta_{\text{п}} = \cos 17^\circ 15' = 0,9550$$

$$c = \frac{a}{\sin \beta_{\text{п}}} = \frac{1,61}{0,9550} = 1,69 \text{ м}$$

$$\cos \beta_{\text{п}} = \cos 72^\circ 45' = 0,2986$$

$$\text{tg } \alpha_г = \frac{h_г}{c} = \frac{1,4}{1,69} = 0,8284 \rightarrow \alpha_г = 39^\circ 38'$$

$$R_{\text{р}}^{\text{пр}} = \frac{13,2}{8 \cdot (0,55 \cdot 0,6378 + 0,7701 \cdot 0,9550)} = 1,52 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке от 2^{ого} сочетания сил:

$$R_p^{n'} = \frac{\Delta F_n^{n'}}{n_p^{n'} \cdot (\mu_2 \cdot \sin \alpha_2 + \cos \alpha_2 \cdot \cos \beta_n)}$$

$$R_p^{n'} = \frac{1,2}{8 \cdot (0,55 \cdot 0,6378 + 0,7701 \cdot 0,2966)} = \frac{1,2}{4,6} = 0,26 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки $\phi 6,0$ мм по 6 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку 1,86 тс по продольному усилию.

VI Определение усилий, действующих на два блока

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{np}^{n''} = a_{np} \cdot Q_{np}^0 = 1,023 \cdot 55,8 = 57,1 \text{ тс}$
 $Q_{np}^0 = Q_1 + Q_2 = 27,9 + 27,9 = 55,8 \text{ т}$ — общий вес груза

Сила трения по контакту: деревянная подкладка — пол платформы $\rightarrow \mu_2 = 0,45$:
 $F_{mp}^{n''} = (Q_{np}^0 + R_p^{n'} \cdot 2 \cdot n_p^{n'} \cdot \sin \alpha_2) \cdot \mu_2 = (55,8 + 1,2 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,6378) \cdot 0,45 = 32,1 \text{ тс}$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{np}^{n''} = F_{np}^{n''} - F_{mp}^{n''} = 57,1 - 32,1 = 25,0 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_n^{n''} = a_n \cdot Q_{np}^0 = 0,33 \cdot 55,8 = 18,4 \text{ тс}$

Вертикальная инерционная сила: $F_b^{n''} = a_b \cdot Q_{np}^0 = 0,288 \cdot 55,8 = 16,1 \text{ тс}$

Сила трения по контакту: деревянная подкладка — пол платформы $\rightarrow \mu_2 = 0,45$:

$$F_{mp}^{n''} = (Q_{np}^0 + R_p^{n'} \cdot 2 \cdot n_p^{n'} \cdot \sin \alpha_2) \cdot \mu_2 \cdot (1000 - a_b) = (55,8 + 0,26 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,6378) \cdot 0,45 \cdot (1 - 0,288) = 18,7 \text{ тс}$$

Ветровая нагрузка: $W_n^{n''} = 50 \cdot S_n = 0,05 \cdot 385 \cdot 1,8 = 0,89 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n^{n''} = n \cdot (F_n^{n''} + W_n^{n''}) - F_{mp}^{n''} = 1,25 \cdot (18,4 + 0,89) - 18,7 = 24,1 - 18,7 = 5,4 \text{ тс}$$

VII Определение креплений нижнего блока к платформе

Нескомпенсированное продольное усилие: $\Delta F_{np}^{n''} = \Delta F_{np}^{n''} - \Delta F_{np}^{n'} = 25,0 - 13,2 = 11,8 \text{ тс}$

Усилие в растяжке в продольном направлении (от 1^{ого} сочетания сил):

$$R_p^{n''} = \frac{\Delta F_{np}^{n''}}{n_p^{n''} \cdot (\mu_2 \cdot \sin \alpha_2 + \cos \alpha_2 \cdot \cos \beta_n)}$$

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_2 &= \frac{h_2}{c} = \frac{0,55}{1,69} = 0,3254 \rightarrow \alpha_2 = 18^\circ 02' \\ \sin \alpha_2 &= \sin 18^\circ 02' = 0,3096 \\ \cos \alpha_2 &= \cos 18^\circ 02' = 0,9509 \\ \cos \beta_{np} &= \cos 17^\circ 15' = 0,9550 \\ \cos \beta_n &= \cos 72^\circ 45' = 0,2966 \end{aligned}$$

Нескомпенсированное поперечное усилие: $\Delta F_n^{n''} = \Delta F_n^{n''} - \Delta F_n^{n'} = 5,4 - 1,2 \cdot 4,2 \text{ тс}$
 Усилие в растяжке в поперечном направлении (от 2^{ого} сочетания сил):

$$R_p^{n''} = \frac{\Delta F_n^{n''}}{n_p^{n''} \cdot (\mu_2 \cdot \sin \alpha_2 + \cos \alpha_2 \cdot \cos \beta_n)}$$

$$R_p^{n''} = \frac{4,2}{8 \cdot (0,45 \cdot 0,3096 + 0,9509 \cdot 0,2966)} = \frac{4,2}{3,4} = 1,24 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки $d = 6,0$ мм по 6 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку 1,86 тс по продольному усилию

VII Расчёт подкладок по смятию

Напряжение смятия подкладки по 1^{ому} сочетанию сил: $\sigma_c = \frac{N_o^{n''}}{S_o}$

$$N_o^{n''} = \frac{Q_{np}^0 \cdot R_p^{n'} \cdot 2 \cdot n_p^{n'} \cdot \sin \alpha_2 + R_p^{n''} \cdot 2 \cdot n_p^{n''} \cdot \sin \alpha_2}{2} = \frac{55,8 \cdot 1,2 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,6378 + 1,4 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,3096}{2} = \frac{55,8 \cdot 155,6,9}{2} = 39,1 \text{ тс}$$

$$S_o = 130 \cdot 20 = 2600 \text{ см}^2$$

$$\sigma_c = \frac{39100}{2600} = 15,0 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Напряжение смятия подкладки по 2^{ому} сочетанию сил

$$\sigma_c = \frac{N_o^{n''} + F_b^{n''}}{S_o}$$

$$N_o^{n''} = \frac{Q_{np}^0 + R_p^{n'} \cdot 2 \cdot n_p^{n'} \cdot \sin \alpha_2 + R_p^{n''} \cdot 2 \cdot n_p^{n''} \cdot \sin \alpha_2}{2} = \frac{55,8 \cdot 0,26 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,6378 + 1,24 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,3096}{2} = \frac{55,8 \cdot 26 \cdot 6,1}{2} = 32,25 \text{ тс}$$

$$F_b^{n''} = \frac{F_b^{n''}}{2} = \frac{16,1}{2} = 8,05 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{32250 + 8050}{2600} = 15,5 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

VIII Расчёт прокладок по смятию

Напряжение смятия прокладки по 1^{ому} сочетанию сил $\sigma_c = \frac{N_o^{n''}}{S_o}$

$$N_o^{n''} = \frac{Q_1 + R_p^{n'} \cdot 2 \cdot n_p^{n'} \cdot \sin \alpha_2}{2} = \frac{27,9 + 1,2 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,6378}{2} = \frac{27,9 + 15,5}{2} = 21,7 \text{ тс}$$

$$S_o = 130 \cdot 20 = 2600 \text{ см}^2$$

$$\sigma_c = \frac{21700}{2600} = 8,3 \text{ кгс/см}^2 < [18 \text{ кгс/см}^2]$$

Напряжение смятия прокладки по 2^{ому} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_o^{n''} + F_b^{n''}}{S_o}$$

$$M_0^{нн} = \frac{Q_1 + R_p \cdot 2 \cdot l_p \cdot \sin \alpha_1}{2} = \frac{27,9 + 0,26 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,6378}{2} = \frac{27,9 + 2,6}{2} = 15,25 \text{ тс}$$

$$F_8^{нн} = \frac{F_8}{2} = \frac{8,0}{2} = 4,0 \text{ тс}$$

$$\alpha_c = \frac{15250 + 4000}{2600} = 7,4 \text{ кг/см}^2 < [18 \text{ кг/см}^2]$$

IX Проверка устойчивости груза вдоль платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль

платформы: $\eta_{пр} = \frac{e_{np}^{\circ}}{h_{ит} - h_y^{\circ}} = \frac{4,225}{0,827} = 5,1 > [1,25]$

$$e_{np}^{\circ} = \frac{9,85 - 2 \cdot 0,7}{2} = \frac{8,45}{2} = 4,225$$

Высота ЦТ двух блоков над плоскостью подкладок: $h_{ит} = \frac{0,402 \cdot 0,6 \cdot 0,250 + 0,402}{2} = 0,827 \text{ м}$

$$h_y^{\circ} = 0$$

X Проверка устойчивости груза поперёк платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперёк

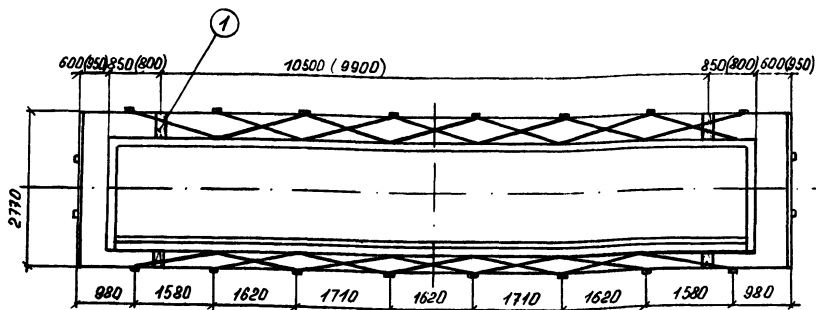
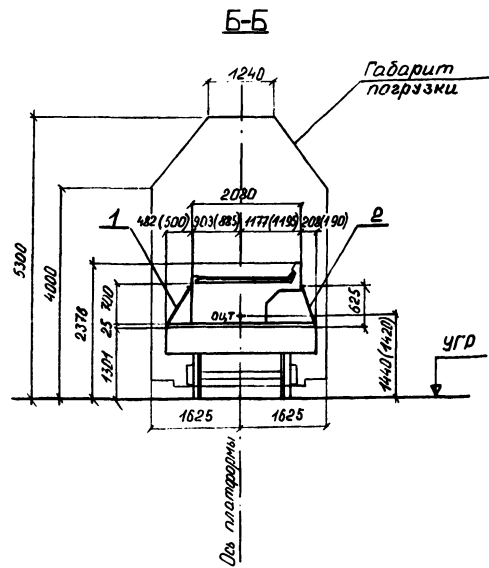
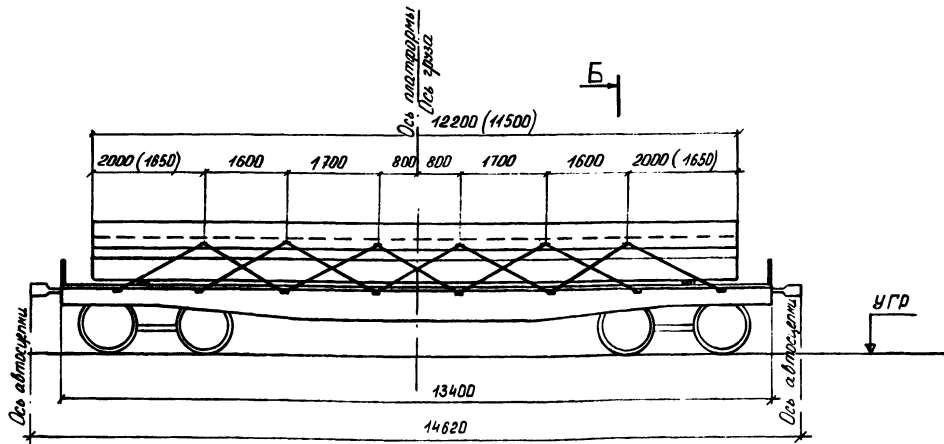
платформы $\eta_n = \frac{Q_{ip} \cdot b_n^{\circ}}{F_n (h_{ит} - h_y^{\circ}) + W_n (h_{ин}^{\circ} - h_y^{\circ})} = \frac{55,8 \cdot 0,415}{18,4 \cdot 0,827 + 0,89 \cdot 0,9} = \frac{23,2}{16,0} = 1,45 > [1,25]$

$$b_n^{\circ} = 1,3 - 0,885 = 0,415 \text{ м} \quad h_y^{\circ} = 0$$

$$h_{ин}^{\circ} = \frac{0,6 \cdot 0,25 + 0,95}{2} = \frac{1,8}{2} = 0,9 \text{ м}$$

Подкладка пришивается к полу платформы 10 ^{шт} гвоздями $d = 4 \text{ мм}$ $l = 100 \text{ мм}$, поставленными конструктивно

Фасад (продольные борта платформы условно не показаны)



1 Все размеры даны в мм

2. Размеры в скобках даны для пролётного строения №115

				2539-01.0301		
Нач. отд.	Грозненский			Литер.	Лист	Листов
ГИП	Грозненский			РП	1	4
Н. комп.	Новоладский			Размещение и крепление блока пролётного строения №122 (115) на ж.д. платформе.		
Рисующий	Туревич			Гилротрансплеть		
Инженер	Титова					

Характеристика схемы погрузки

№ п/п	Наименование	Изм.	Величина	
			Блок l _н =12,2 м	Блок l _н =11,5 м
1	База груза	мм	10300	9900
2	Высота цт. блока относительно низа блока	мм	450	457
3	Высота общего цт. платформы с грузом относительно угр	мм	1440	—
4	Вес груза (1 блок)	т	41,1	37,5
5	Смещение цт. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0	0
6	Смещение цт. груза относительно продольной оси платформы	мм	0	0

Спецификация металла

№ поз	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки	8 ф6	1580	24	3,51	84,2	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
	Гвоздь	d=4	10	20	0,01	0,2	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75 ГОСТ 4086-53
Итого металла:						85		

Спецификация лесоматериалов

№ поз	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Объём, м ³		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Подкладка	20×2,5	277	2	0,014	0,03	сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-66*
Итого лесоматериалов:						0,03		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе блоков железобетонных плитных пролётных строений длиной 12,2 м или 11,5 м, изготовленных по типовому проекту №557/II. Платформа принята грузоподъёмностью 62-66 т, постройки с 1965 г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
2. Блок устанавливается симметрично относительно поперечной оси платформы, при этом вертикальная плоскость, проходящая через центр тяжести блока, должна совпадать с продольной осью платформы.
3. Блок укладывается на деревянные подкладки, закреплённые к полу платформы гвоздями.
4. Для предотвращения поперечного и продольного смещений блок пролётного строения закрепляется к стоечным скобам платформы при помощи растяжек из проволочных скруток. Для крепления растяжек в блоке пролётного строения предусмотрены закладные детали.
5. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350 м указанный блок на платформе вписывается в габарит погрузки.
6. Торцовые борта платформы закрываются, а боковые откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 198 г.

2539-01.0301.

Расчёт к нагрузке

I Характеристика груза

Груз — ж.б. блок пралётного строения
 Длина блока — 12,2 м
 Ширина блока — 2,08 м
 Высота блока — 0,7 м
 Вес блока — 41,1 т
 Положение ЦТ от подошвы блока — 0,450 м
 Положение ЦТ от нижнего бортика блока по горизонтали — 0,903 м

II Характеристика платформы

Платформа четырёхосная
 База платформы — 9,72 м
 Вес платформы — 22 т
 Положение ЦТ от УГР — 0,8 м

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$R_{\text{цент}} = \frac{Q_{\text{г}} \cdot R_{\text{г}} + Q_{\text{п}} \cdot R_{\text{п}}}{Q_{\text{г}} + Q_{\text{п}}} \leq 2,3 \text{ м}$$

$$R_{\text{цент}} = \frac{41,1 \cdot 1,301 + 0,025 \cdot 0,450 + 22 \cdot 0,8}{41,1 + 22} = 1,44 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{\text{п}} + S_{\text{г}} \leq 50 \text{ м}^2 \quad S_{\text{п}} = 12,8 \text{ м}^2$$

$$S = 13 + 12,2 \cdot 1,05 = 25,8 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

IV Определение усилий, действующих на груз.

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = a_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{г}} = 1,070 \cdot 41,1 = 44,0 \text{ тс}$

$$a_{\text{пр}} = a_{22} - \frac{Q_{\text{г}} \cdot (a_{12} - a_{15})}{63} = 1,2 - \frac{41,1 \cdot (1,2 - 1,0)}{63} = 1,070 \text{ тс/т}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = Q_{\text{г}} \cdot \mu = 41,1 \cdot 0,45 = 18,5 \text{ тс}$

$\mu = 0,45$ — коэффициент трения деревянной подкладки по деревянному настилу платформы

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = 44,0 - 18,5 = 25,5 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_{\text{п}} = a_{\text{п}} \cdot Q_{\text{г}} = 0,33 \cdot 41,1 = 13,6 \text{ тс}$

$a_{\text{п}} = 0,33 \text{ тс/т}$ — по таблице

Вертикальная инерционная сила: $F_{\text{в}} = a_{\text{в}} \cdot Q_{\text{г}} = 0,302 \cdot 41,1 = 12,4 \text{ тс}$

$$a_{\text{в(тот)}} = 250 \cdot k \cdot \nu_{\text{г}} + \frac{2140}{Q_{\text{г}}} = 250 \cdot 5 \cdot 0 + \frac{2140}{41,1} = 52 \text{ кгс/т}$$

$k = 5$ — по табл. $\nu_{\text{г}} = 0$

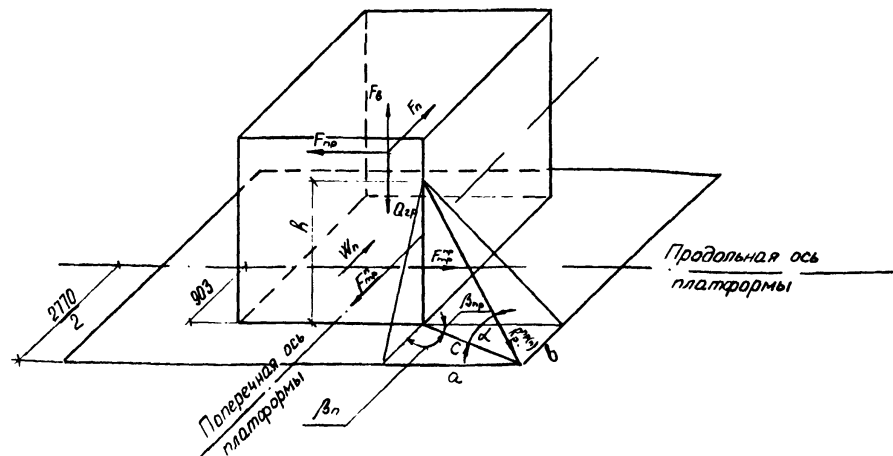
Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{п}} = Q_{\text{п}} \cdot \mu (1000 - a_{\text{в}}) = 41,1 \cdot 0,45 (1000 - 302) = 12,9 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_{\text{н}} = 50 \cdot S_{\text{н}} = 0,050 \cdot 12,2 \cdot 1,05 = 0,64 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{п}} = F_{\text{п}} + W_{\text{н}} - F_{\text{тр}}^{\text{п}} = 13,6 + 0,64 - 12,9 = 1,34 \text{ тс}$$

V Определение усилий в растяжках



Усилие в растяжке от 1^{ого} сочетания сил:

$$R_{\text{р}}^{\text{пр}} = \frac{\Delta F_{\text{пр}}}{\mu_{\text{р}}^{\text{пр}} (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta_{\text{п}})}$$

$$\operatorname{tg} \beta_{\text{п}} = \frac{a}{b} = \frac{1,58}{0,482} = 3,2780 \rightarrow \beta_{\text{п}} = 73^{\circ} 02'$$

$a = 1,58 \text{ м}$ — наименьшая проекция растяжек на продольную ось

$$b = \frac{2,770}{2} - 0,903 = 0,482 \text{ м}$$

$$\beta_{\text{пр}} = 90^{\circ} - \beta_{\text{п}} = 90^{\circ} - 73^{\circ} 02' = 16^{\circ} 58'$$

$$c = \frac{a}{\sin \beta_{\text{п}}} = \frac{1,58}{0,9565} = 1,65 \text{ м}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{c} = \frac{0,625}{1,65} = 0,3788 \rightarrow \alpha = 20^{\circ} 45'$$

$\mu = 0,45$

$\mu_{\text{р}}^{\text{пр}} = 12$

$\sin \alpha = \sin 20^{\circ} 45' = 0,3543$

$\cos \alpha = \cos 20^{\circ} 45' = 0,9351$

$\cos \beta_{\text{п}} = \cos 16^{\circ} 58' = 0,9565$

$\cos \beta_{\text{п}} = \cos 73^{\circ} 02' = 0,2918$

2539-01.0301

Лист

3

$$R_p^{np} = \frac{25,5}{12 \cdot (0,45 \cdot 0,3543 + 0,9351 \cdot 0,9565)} = \frac{25,5}{12,6} = 2,02 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке от 2^{ого} сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n}{\eta_p \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha + \cos \beta_n)}$$

$$R_p^n = \frac{4,9}{12 \cdot (0,45 \cdot 0,3543 + 0,9351 \cdot 0,2918)} = \frac{4,9}{5,2} = 0,94 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки $\phi 80$ мм по 8 нитей в каждой в допускаемым усилием на одну растяжку 2,48 тс по продольному усилию.

VI Расчёт подкладок по смятию

Напряжение смятия подкладки по 1^{ому} сочетанию сил:

$$z_c = \frac{N_0^{np}}{S_0} \leq [30 \text{ кгс/см}^2]$$

$$N_0^{np} = \frac{Q_{из} + 2 \cdot \eta_p^{np} \cdot R_p^{np} \cdot \sin \alpha}{2} = \frac{41,1 + 2 \cdot 12 \cdot 2,02 \cdot 0,3543}{2} = \frac{41,1 + 17,2}{2} = 29,2 \text{ тс}$$

$$S_0 = 140 \cdot 20 = 2800 \text{ см}^2$$

$$z_c = \frac{29200}{2800} = 10,4 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Напряжение смятия подкладки по 2^{ому} сочетанию сил:

$$z_c = \frac{N_0^n + F_6}{S_0} \leq [30 \text{ кгс/см}^2]$$

$$N_0^n = \frac{Q_{из} + 2 \cdot \eta_p^n \cdot R_p^n \cdot \sin \alpha}{2} = \frac{41,1 + 2 \cdot 12 \cdot 0,94 \cdot 0,3543}{2} = \frac{41,1 + 8,0}{2} = 24,6 \text{ тс}$$

$$F_6 = \frac{F_6}{2} = \frac{12,4}{2} = 6,2 \text{ тс}$$

$$S_0 = 140 \cdot 20 = 2800 \text{ см}^2$$

$$z_c = \frac{24600 + 6200}{2800} = \frac{30800}{2800} = 11,0 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Подкладка пришивается к полу платформы 10^{ью} гвоздями $d=4$ мм $l=100$ мм, поставленными конструктивно.

VII Проверка устойчивости груза от опрокидывания

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания

вдоль платформы: $\eta_{op} = \frac{e_{np}}{h_{изт} - h_g^{np}} = \frac{5,25}{0,450} = 11,7 > [1,25]$

$$e_0 = \frac{12,2 - 2 \cdot 0,85}{2} = 5,25 \text{ м} \quad h_{изт} = 0,450 \text{ м} \quad h_g^{np} = 0$$

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания

поперёк платформы: $\eta_n = \frac{Q_{из} - v_n}{F_n (h_{изт} - h_g^n) + W_n (h_{изт} - h_g^n)} > [1,25]$

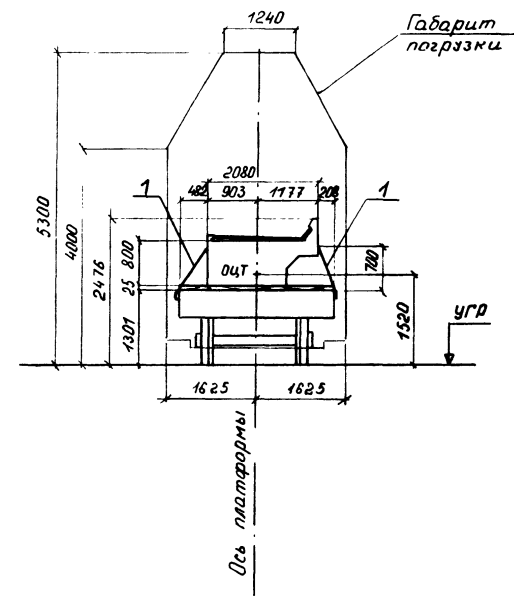
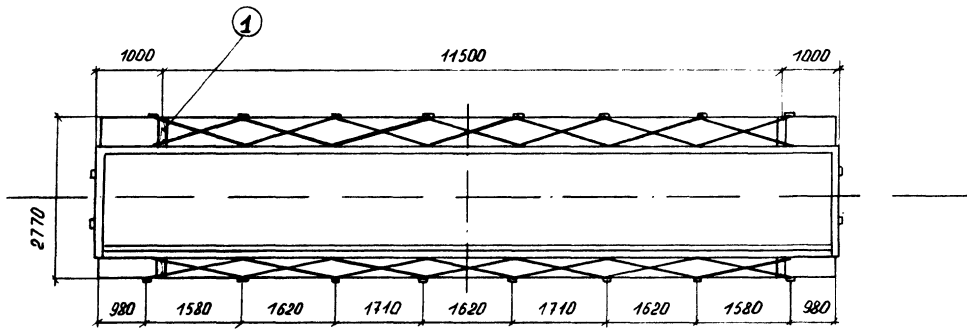
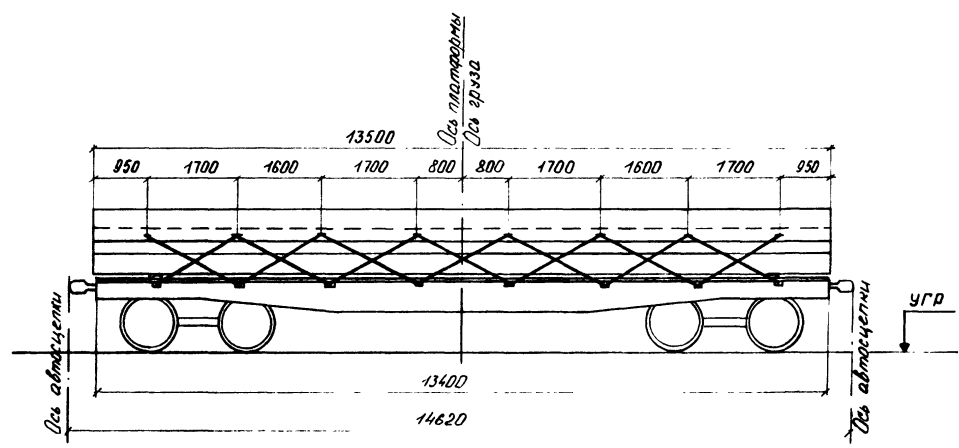
$$v_n = 1,4 - 0,903 = 0,497 \text{ м}$$

$$h_{изт}^n = \frac{1,05}{2} = 0,525 \text{ м}$$

$$h_g^n = 0$$

$$\eta_n = \frac{41,1 \cdot 0,497}{13,6 \cdot 0,450 + 0,64 \cdot 0,525} = \frac{20,4}{0,4} = 3,2 > [1,25]$$

Фасад (борта платформы условно не показаны).



2539-01.04.01.			Лист	Лист	Листов	
Нач. отд.	Гродзенский	<i>[Signature]</i>	Размещение и крепление блока плитного протекторного строения в. 13,5 м на ж.д. платформе.	РП	7	4
ГМП	Гродзенский			Гипротранспуть		
Н. контр.	Новоладский	<i>[Signature]</i>				
Рук. работ.	Гзевич	<i>[Signature]</i>				
Инженер	Титова	<i>[Signature]</i>				

Характеристика схемы погрузки

№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	База груза	мм	11500
2	Высота ц.т. блока относительно низа блока	мм	504
3	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно УГР	мм	1520
4	Вес груза (1 блок)	т	5,4
5	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе блока железобетонных плитных пролётных строений длиной 13,5м, изготовленных по типовому проекту №557/II. Платформа принята грузоподъемностью 62-66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
2. Блок устанавливается на платформу симметрично относительно поперечной оси платформы, при этом вертикальная плоскость, проходящая через центр тяжести блока, должна совпадать с продольной осью платформы.
3. Блок укладывается на деревянные подкладки, закреплённые к полу платформы гвоздями.
4. Для предотвращения поперечного и продольного смещений блок пролётного строения закрепляется к стоечным скобам платформы при помощи растяжек из проволочных скруток. Крепления растяжек в блоке пролётного строения предусмотрены закладные детали.
5. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный блок на платформе вписывается в габарит погрузки.
6. Торцовые и боковые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Спецификация металла

№ п/п	Наименование	Сечение мм	Длина проволочки см	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки	8 ф 6	1600	28	3,55	99,4	Сталь по ГОСТ 4085-79	ГОСТ 3282-74
	Гвоздь	d=4	10	20	0,01	0,2	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 203-75 ГОСТ 4028-68
Итого металла:					100			

Спецификация лесоматериалов

№ п/п	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объём, м ³		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Подкладка	20*25	277	2	0,014	0,03	Сосна, ель (не ниже 3-го сорта)	ГОСТ 8486-66*
Итого лесоматериалов:					0,03			

2539-0104.01

Расчёт к погрузке

I Характеристика груза

Груз — ж.б. блок пролётного строения
 Длина блока — 13,5 м
 Ширина блока — 2,08 м
 Высота блока — 0,8 м
 Вес блока — 51,4 т
 Положение ЦТ от подошвы блока — 0,504 м
 Положение ЦТ от низкого бортика блока по горизонтали — 0,903 м

II Характеристика платформы

Платформа четырёхосная
 База платформы — 22 м
 Вес платформы — 22 т
 Положение ЦТ от УГР — 0,8 м

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{\text{общ}} = \frac{Q_{\text{гр}} \cdot h_{\text{г}} + Q_{\text{пл}} \cdot h_{\text{пл}}}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}}} \leq 2,3 \text{ м}$$

$$h_{\text{общ}} = \frac{51,4 \cdot (1,301 + 0,025) + 0,504 + 22 \cdot 0,8}{51,4 + 22} = 1,52 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{\text{гр}} + S_{\text{п}} \leq 50 \text{ м}^2 \quad S_{\text{п}} = 13,5 \cdot 1,15 = 15,5 \text{ м}^2$$

$$S = 13 + 15,5 = 28,5 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена

IV Определение усилий, действующих на груз

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = a_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{гр}} = 1,037 \cdot 51,4 = 53,3 \text{ тс}$

$$a_{\text{пр}} = a_{\text{ж}} - \frac{Q_{\text{гр}}(a_{\text{ж}} - a_{\text{жс}})}{\delta_3} = 1,2 - \frac{51,4 \cdot (1,2 - 1,0)}{\delta_3} = 1,037 \text{ тс/т}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = Q_{\text{гр}} \cdot \mu = 51,4 \cdot 0,45 = 23,1 \text{ тс}$

$\mu = 0,45$ — коэффициент трения деревянной подкладки по деревянному настилу платформы

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F^{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = 53,3 - 23,1 = \underline{30,2 \text{ тс}}$$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_{\text{п}} = a_{\text{п}} \cdot Q_{\text{гр}} = 0,33 \cdot 51,4 = 17,0 \text{ тс}$

$a_{\text{п}} = 0,33 \text{ тс/т}$ — по таблице

Вертикальная инерционная сила: $F_{\text{в}} = a_{\text{в}} \cdot Q_{\text{гр}} = 0,292 \cdot 51,4 = 15,0 \text{ тс}$

$$a_{\text{в}} = 250 + k \cdot l_{\text{гр}} + \frac{2140}{Q_{\text{гр}}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{51,4} = 292 \text{ кгс/т}$$

$k = 5$ — по таблице $l_{\text{гр}} = 0$

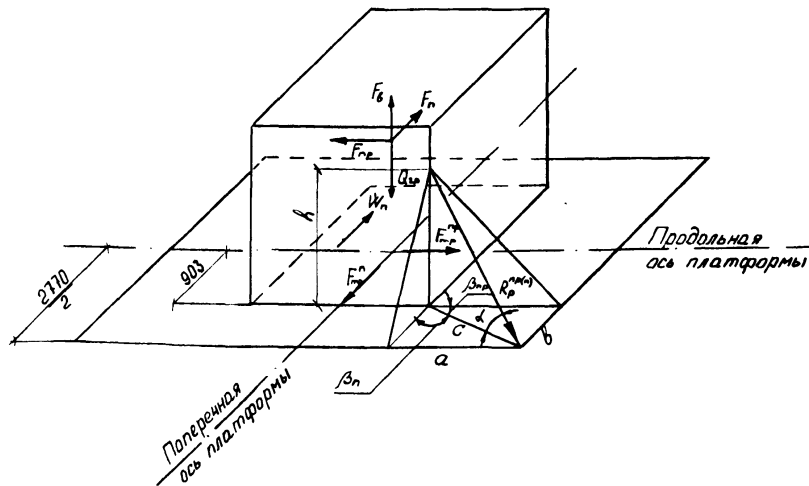
Сила трения $F_{\text{тр}}^{\text{п}} = Q_{\text{гр}} \cdot \mu (1000 - a_{\text{в}}) = 51,4 \cdot 0,45 \cdot (1000 - 292) = 16,4 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_{\text{п}} = 50 \cdot S_{\text{п}} = 0,05 \cdot 15,5 = 0,77 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F^{\text{п}} = \gamma (F_{\text{п}} + W_{\text{п}}) - F_{\text{тр}}^{\text{п}} = 1,25 \cdot (17,0 + 0,77) - 16,4 = \underline{5,8 \text{ тс}}$$

V Определение усилий в растяжках



Усилие в растяжке от 1^{ого} сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_{np}}{n_p \times (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta_{np})}$$

$$\operatorname{tg} \beta_n = \frac{a}{b} = \frac{1,58}{0,482} = 3,2780 \rightarrow \beta_n = 73^\circ 02'$$

$a = 1,58$ м — наименьшая проекция растяжек на продольную ось

$$\mu = 0,45$$

$$n_p^{np} = 14$$

$$\sin \alpha = \sin 22^\circ 59' = 0,3905$$

$$\cos \alpha = \cos 22^\circ 59' = 0,9206$$

$$\cos \beta_{np} = \cos 16^\circ 58' = 0,9565$$

$$\cos \beta_n = \cos 73^\circ 02' = 0,2918$$

$$b = \frac{2770}{2} - 0,903 = 0,482 \text{ м}$$

$$\beta_{np} = 90^\circ - \beta_n = 90^\circ - 73^\circ 02' = 16^\circ 58'$$

$$c = \frac{a}{\sin \beta_n} = \frac{1,58}{0,9565} = 1,65 \text{ м}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{c} = \frac{0,70}{1,65} = 0,4242 \rightarrow \alpha = 22^\circ 59'$$

$$R_p^{np} = \frac{30,2}{14 \cdot (0,45 \cdot 0,3905 + 0,9206 \cdot 0,9565)} = \frac{30,2}{14,8} = 2,04 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке от 2^{ого} сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n}{n_p \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta_n)}$$

$$R_p^n = \frac{5,8}{14 \cdot (0,45 \cdot 0,3905 + 0,9206 \cdot 0,2918)} = \frac{5,8}{6,2} = 0,94 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки ф6,0 мм по 8 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку 2,48 тс по продольному усилию.

VI Расчёт подкладок по смятию

Напряжение смятия подкладки по 1^{ому} сочетанию сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_0^{np}}{S_0} \leq [30 \text{ кгс/см}^2]$$

$$N_0^{np} = \frac{Q_{зр} + 2 \cdot n_p^{np} \cdot \sin \alpha \cdot R_p^{np}}{2} = \frac{51,4 + 2 \cdot 14 \cdot 0,3905 \cdot 2,04}{2} = \frac{51,4 + 22,3}{2} = 36,85 \text{ тс}$$

$$S_0 = 140 \cdot 20 = 2800 \text{ см}^2$$

$$\sigma_{см} = \frac{36850}{2800} = 13,2 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Напряжение смятия подкладки по 2^{ому} сочетанию сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_0^n + F_8^n}{S_0} \leq [30 \text{ кгс/см}^2]$$

$$N_0^n = \frac{Q_{зр} + 2 \cdot n_p^n \cdot \sin \alpha \cdot R_p^n}{2} = \frac{51,4 + 2 \cdot 14 \cdot 0,3905 \cdot 0,94}{2} = \frac{51,4 + 10,3}{2} = 30,85 \text{ тс}$$

$$F_8^n = \frac{F_8}{2} = \frac{15}{2} = 7,5 \text{ тс}$$

$$S_0 = 2800 \text{ см}^2$$

$$\sigma_{см} = \frac{30850 + 7500}{2800} = 13,7 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Подкладка пришивается к полю платформы 10^{ью} гвоздями $d = 4$ мм $l = 100$ мм, поставленными конструктивно.

VII Проверка устойчивости груза от опрокидывания

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания

$$\text{вдоль платформы: } \eta_{np} = \frac{e_{np}}{h_{чг} - h_{г}^*} = \frac{5,75}{0,504 - 0} = 11,4 > [1,25]$$

$$e_{np} = \frac{13,5 - 2 \cdot 1,0}{2} = 5,75 \text{ м} \quad h_{чг} = 0,504 \quad h_{г}^* = 0$$

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания

$$\text{поперёк платформы: } \eta_n = \frac{Q_{зр} \cdot e_n}{F_n \cdot (h_{чг} - h_{г}^*) + W_n \cdot (h_{нн} - h_{г}^*)} \geq [1,25]$$

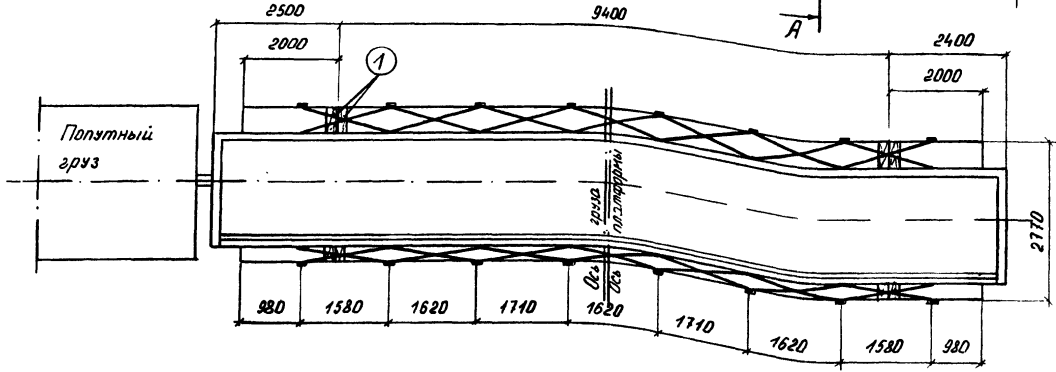
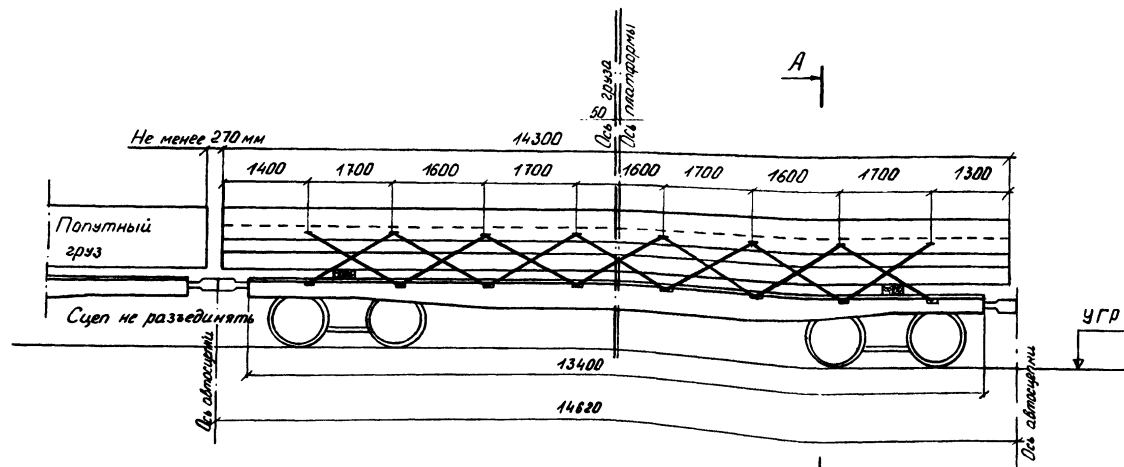
$$e_n = 1,4 - 0,903 = 0,497 \text{ м}$$

$$h_{нн} = \frac{1,15}{2} = 0,575 \text{ м}$$

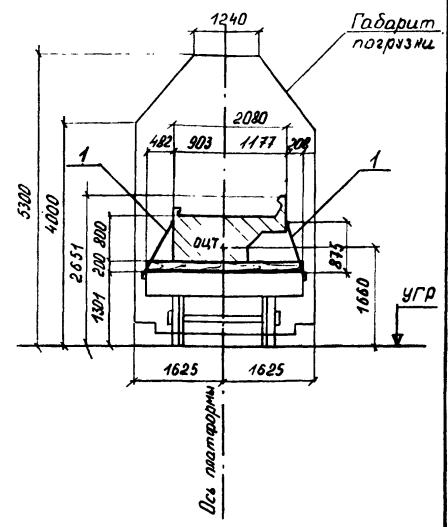
$$h_{г}^* = 0$$

$$\eta_n = \frac{51,4 \cdot 0,497}{17,0 \cdot 0,504 + 0,77 \cdot 0,575} = \frac{25,5}{9,0} = 2,8 > [1,25]$$

Фасад (борта платформы условно не показаны)



А-А



2539-01.0501.

Нач. отд.	Гродзенский	Размещение и крепление блока плитного прелётного строения в. 14,3 м на ж-д платформе.	Лист	1	Листов	4
ГИП	Гродзенский		РП			
Н. контр.	Ноболодский		Гипротранспэть			
Рук. з/п	Гуревич					
Инженер	Тимова					

Характеристика схемы погрузки

№/п/п	Наименование	Ед.изм.	Величина
1	База груза	мм	9400
2	Высота ц.т. блока относительно низа блока	мм	504
3	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно угр	мм	1660
4	Вес груза (1 блок)	т	5,4
5	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	50
6	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе блока железобетонных плитных пролётных строений длиной 14,3м, изготовленных по типовому проекту №557/II. Платформа принята грузоподъёмностью 62-66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
2. Блок устанавливается на платформу несимметрично относительно поперечной оси платформы с продольным смещением центра тяжести блока от поперечной оси платформы равным 50мм, при этом вертикальная плоскость проходящая через центр тяжести блока, должна совпадать с продольной осью платформы.

Со стороны выхода конца пролетного строения за пределы лобового бруса ставится платформа прикрытия, загруженная попутным грузом.

3. Блок укладывается на деревянные подкладки, закреплённые к полу платформы гвоздями.
4. Для предотвращения поперечного и продольного смещений блок пролётного строения закрепляется к стоечным скобам платформы при помощи растяжек из проволочных скруток. Для крепления растяжек в блоке пролётного строения предусмотрены закладные детали.
5. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный блок на платформе вписывается в габарит погрузки.
6. Торцовые и боковые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Спецификация металла

№/поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки	8 ф6	1660	28	3,68	1030	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3212-74
	Гвоздь	d=8	25	40	0,099	4,0	Ст. 2 по Г. 380-91*	ГОСТ 2383-75 ГОСТ 4028-63
Итого металла:						107		

Спецификация лесоматериалов

№/поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объём, см ³		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
①	Подкладка	20×20	277	4	0,111	0,44	Сосна, ель (не ниже 3-го сорта)	ГОСТ 8486-66**
Итого лесоматериалов:						0,44		

2539-01.05.01

Расчёт к погрузке

I Характеристика груза

Груз - ж.б. блок пролётного строения

Длина блока - 14,3 м

Ширина блока - 2,08 м

Высота блока - 0,8 м

Вес блока - 54,4 т

Положение ЦТ от подошвы блока - 0,504 м

Положение ЦТ от низкого борта

блока по горизонтали - 0,903 м

II Характеристика платформы

Платформа четырёхосная

База платформы - 9,72 м

Вес платформы - 22 т

Положение ЦТ от УГР - 0,8 м

$$h_{\text{цт}} = \frac{54,4 \cdot (1,301 + 0,2 + 0,504) + 22 \cdot 0,8}{54,4 + 22} = 1,66 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{\text{пл}} \cdot S_n \leq 50 \text{ м}^2$$

$$S_n = 14,3 \cdot 1,15 = 16,4 \text{ м}^2$$

$$S = 13 + 16,4 = 29,4 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

III Определение усилий, действующих на груз

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = a_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{гр}} = 1,027 \cdot 54,4 = 55,9 \text{ тс}$

$$a_n = a_{\text{н}} - \frac{Q_{\text{гр}} \cdot (a_{\text{н}} - a_{\text{п}})}{63} = 1,2 - \frac{54,4 \cdot (1,2 - 1,0)}{63} = 1,027 \text{ тс/т}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = \mu \cdot Q_{\text{гр}} = 0,45 \cdot 54,4 = 24,5 \text{ тс}$

$\mu = 0,45$ - коэффициент трения деревянной подкладки по деревянному настилу платформы

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = 55,9 - 24,5 = 31,4 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_n = a_n \cdot Q_{\text{гр}} = 0,332 \cdot 54,4 = 18,1 \text{ тс}$

$$a_n = a_{\text{н}} + \frac{2 \cdot (a_{\text{н}} - a_{\text{п}})}{2 \cdot l_{\text{гр}}} \cdot l_{\text{гр}} = 0,33 + \frac{2 \cdot (1,055 - 0,33)}{9,72} \cdot 0,05 = 0,332 \text{ тс/т}$$

Вертикальная инерционная сила: $F_v = a_v \cdot Q_{\text{гр}} = 0,29 \cdot 54,4 = 15,8 \text{ тс}$

$$a_v = 250 + k \cdot l_{\text{гр}} + \frac{2140}{Q_{\text{гр}}} = 250 + 5 \cdot 0,05 + \frac{2140}{54,4} = 290 \text{ кгс/т}$$

$k = 5$ - по таблице $l_{\text{гр}} = 0,05 \text{ м}$

Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{п}} = Q_{\text{гр}} \cdot \mu \cdot (1000 - a_v) = 54,4 \cdot 0,45 \cdot (1000 - 290) = 17,4 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_n = 50 \cdot S_n = 0,05 \cdot 16,4 = 0,82 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n = n \cdot (F_n + W_n) - F_{\text{тр}}^{\text{п}} = 1,25 \cdot (18,1 + 0,82) - 17,4 = 6,3 \text{ тс}$$

IV Определение усилий в растяжках

III Определение габаритности груза

Величина расчётного смещения конца груза наружу кривой при радиусе - 350 м

$$f_n = \frac{500}{R} \cdot (l_0 + p_n) \cdot p_n - 105 + K = \frac{500}{350} \cdot (9,72 + 2,34) \cdot 2,34 - 105 + 5 \cdot 40 \cdot 105 \cdot 5 = -60 \text{ мм}$$

$l_0 = 9,72 \text{ м}$

$R = 350 \text{ м}$

$$K = 70 \cdot \left(\frac{l^*}{l_0} - 1,41 \right) = 70 \cdot \left(\frac{14,4}{9,72} - 1,41 \right) = 5 \text{ мм}$$

$l^* = 14,4 \text{ м}$ - фиктивная длина пролётного строения с учётом смещения относительно поперечной оси платформы

$$p_n = 0,5 \cdot (l^* - l_0) = 0,5 \cdot (14,4 - 9,72) = 2,34 \text{ м}$$

Ширина груза на кривой от оси пути $1177 + f_n = 1177 \text{ мм} < [1625 \text{ мм}]$

Следовательно, груз габаритен.

IV Определение высоты подкладок

$$h_0 = a_n \cdot \text{tg} \gamma + h_n + f_r + h_3 + h_6 = 1440 \cdot 0,025 + 100 \cdot 0 + 25 \cdot 0 = 161 \text{ мм}$$

$a_n = 1440 \text{ мм}$

$f_r = 0$

$\text{tg} \gamma = 0,025$

$h_3 = 25$

$h_n = 100 \text{ мм}$

$h_6 = 0$

Принято: высота подкладок $h_0 = 200 \text{ мм}$

V Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости

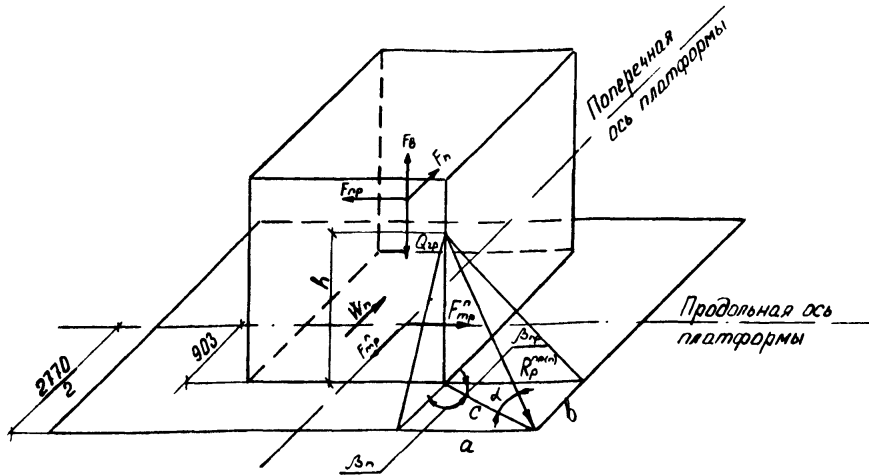
Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{\text{цт}} = \frac{Q_{\text{гр}} \cdot h_{\text{цг}} + Q_{\text{пл}} \cdot h_{\text{пл}}}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}}} \leq 2,3 \text{ м}$$

2539-01.05.01.

Лист

3



Усилие в растяжке от 1^{ого} сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_{np}}{n_p^{np} \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta_{np})}$$

$$\operatorname{tg} \beta_{np} = \frac{a}{b} = \frac{1,58}{0,482} = 3,2780 \rightarrow \beta_{np} = 73^\circ 02'$$

$a = 1,58$ м - наименьшая проекция растяжки на продольную ось

$$n_p^{np} = 14$$

$$\mu = 0,45$$

$$b = \frac{2770}{2} - 903 = 0,482 \text{ м}$$

$$\sin \alpha = \sin 27^\circ 56' = 0,4685$$

$$\beta_{np} = 90^\circ - \beta_n = 90^\circ - 73^\circ 02' = 16^\circ 58'$$

$$\cos \alpha = \cos 27^\circ 56' = 0,8834$$

$$c = \frac{a}{\sin \beta_{np}} = \frac{1,58}{0,9565} = 1,65 \text{ м}$$

$$\cos \beta_{np} \cdot \cos 16^\circ 58' = 0,9565$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{c} = \frac{0,875}{1,65} = 0,5303 \rightarrow \alpha = 27^\circ 56'$$

$$\cos \beta_n = \cos 73^\circ 02' = 0,2918$$

$$R_p^{np} = \frac{31,4}{14 \cdot (0,45 \cdot 0,4685 + 0,8834 \cdot 0,9565)} = \frac{31,4}{14,8} = 2,12 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке от 2^{ого} сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n}{n_p^n \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta_n)}$$

$$R_p^n = \frac{6,3}{14 \cdot (0,45 \cdot 0,4685 + 0,8834 \cdot 0,2918)} = \frac{6,3}{6,6} = 0,95 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволочки ф6мм по 8 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку 2,48 тс по продольному усилию.

VIII Расчёт подкладок по смятию

Напряжение смятия подкладки по 1^{ому} сочетанию сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_0^{np}}{S_0} \leq [30 \text{ кгс/см}^2]$$

$$N_0^{np} = N^a + n_p^{np} \cdot R_p^{np} \cdot \sin \alpha = 27,5 + 14 \cdot 2,12 \cdot 0,4685 = 41,4 \text{ тс}$$

$N^a = \frac{4,75 \cdot Q_{гп}}{9,4} = \frac{4,75 \cdot 54,4}{9,4} = 27,5 \text{ тс}$ - доля нагрузки, приходящаяся на наиболее загруженную подкладку от собственного веса

$$S_0 = 140 \cdot 20 = 2800 \text{ см}^2$$

$$\sigma_{см} = \frac{41,4 \cdot 10^3}{2800} = 14,8 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Напряжение смятия подкладки по 2^{ому} сочетанию сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_0^n + F_h^n}{S_0} \leq [30 \text{ кгс/см}^2]$$

$$N_0^n = N^a + n_p^n \cdot R_p^n \cdot \sin \alpha = 27,5 + 14 \cdot 0,95 \cdot 0,4685 = 27,5 + 6,2 = 33,7 \text{ тс}$$

$F_h^n = \frac{4,75 \cdot F_h}{9,4} = \frac{4,75 \cdot 15,8}{9,4} = 8,0 \text{ тс}$ - доля вертикальной инерционной силы, приходящаяся на наиболее загруженную подкладку.

$$\sigma_{см} = \frac{(33,7 + 8,0) \cdot 10^3}{2800} = \frac{41700}{2800} = 14,9 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Подкладка пришивается к поля платформы 10^ю гвоздями $d=8$ мм $l=250$ мм, поставленными конструктивно.

IX Проверка устойчивости груза от опрокидывания

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль

$$\eta_{np} = \frac{e_{np}}{h_{np} - h_{y_{np}}} = \frac{4,65}{0,504 - 0} = 9,2 > [1,25]$$

$$e_{np} = \frac{14,3}{2} = 7,15 \text{ м} \quad h_{np} = 0,504 \quad h_{y_{np}} = 0$$

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперёк

$$\eta_n = \frac{Q_{гп} \cdot b_n}{F_n \cdot (h_{np} - h_{y_n}) + W_n \cdot (h_{np} - h_{y_n})} \geq 1,25$$

$$b_n = 1,4 - 0,903 = 0,497 \text{ м}$$

$$h_{np} = \frac{1,15}{2} = 0,575 \text{ м}$$

$$h_{y_n} = 0$$

$$\eta_n = \frac{54,4 \cdot 0,497}{18,1 \cdot 0,504 + 0,82 \cdot 0,575} = \frac{27,0}{9,6} = 2,8 > 1,25$$

XI Определение ширины подкладки

$$b_0 \geq \frac{2 \cdot (1,25 N_0 \cdot \mu \cdot h_0 - P_y h_y)}{N_0} = 2 \cdot 1,25 \cdot \mu \cdot h_0 = 2 \cdot 1,25 \cdot 0,55 \cdot 200 = 275 \text{ мм}$$

$$h_y = 0 \quad h_0 = 200 \text{ мм}$$

Принято: каждая подкладка состоит из 2^х брусков сеч. 20*20 см каждый.

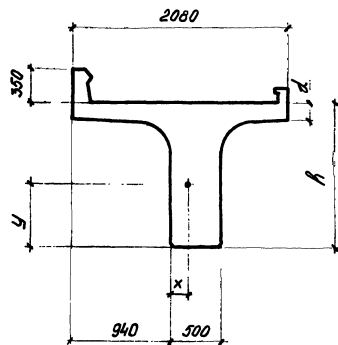
РАЗДЕЛ 2. ПОГРУЗКА, РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ Ж.-Б. РЕБРИСТЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ
/ ТИПОВОЙ ПРОЕКТ ИНВ. № 557/II / НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМАХ.

СОСТАВ РАЗДЕЛА

№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома	1	2	3	4
I	2539-02.01.01.	Ж.-б. ребристые пролетные строения / проект инв. № 557/II / Основные характеристики блоков.	29	6	2539-02.04.01.	Размещение и крепление блока ребристого пролетного строения $l_n = 13,5$ м на ж.-д. платформе.	42-45
2	2539-02.01.02.	Ж.-б. ребристые пролетные строения / проект инв. № 557/II / Закладные детали для закрепления блоков на ж.-д. платформе.	30-31	7	2539-02.05.01.	Размещение и крепление блока ребристого пролетного строения $l_n = 14,3$ м на ж.-д. платформе.	46-49
3	2539-02.02.01.	Размещение и крепление блока ребристого пролетного строения $l_n = 9,85 / 9,3$ / м на ж.-д. платформе.	32-35	8	2539-02.06.01.	Размещение и крепление блока ребристого пролетного строения $l_n = 16,5$ м на ж.-д. платформе.	50-53
4	2539-02.03.01.	Размещение и крепление блока ребристого пролетного строения $l_n = 12,2 / 11,5$ / м на ж.-д. платформе.	36-39	9	2539-02.06.02.	Размещение и крепление блока ребристого пролетного строения $l_n = 16,5$ м на ж.-д. платформе. Узел I.	54-55
5	2539-02.03.02.	Размещение и крепление блока ребристого пролетного строения $l_n = 12,2 / 11,5$ / м на ж.-д. платформе. Узел I.	40-41				

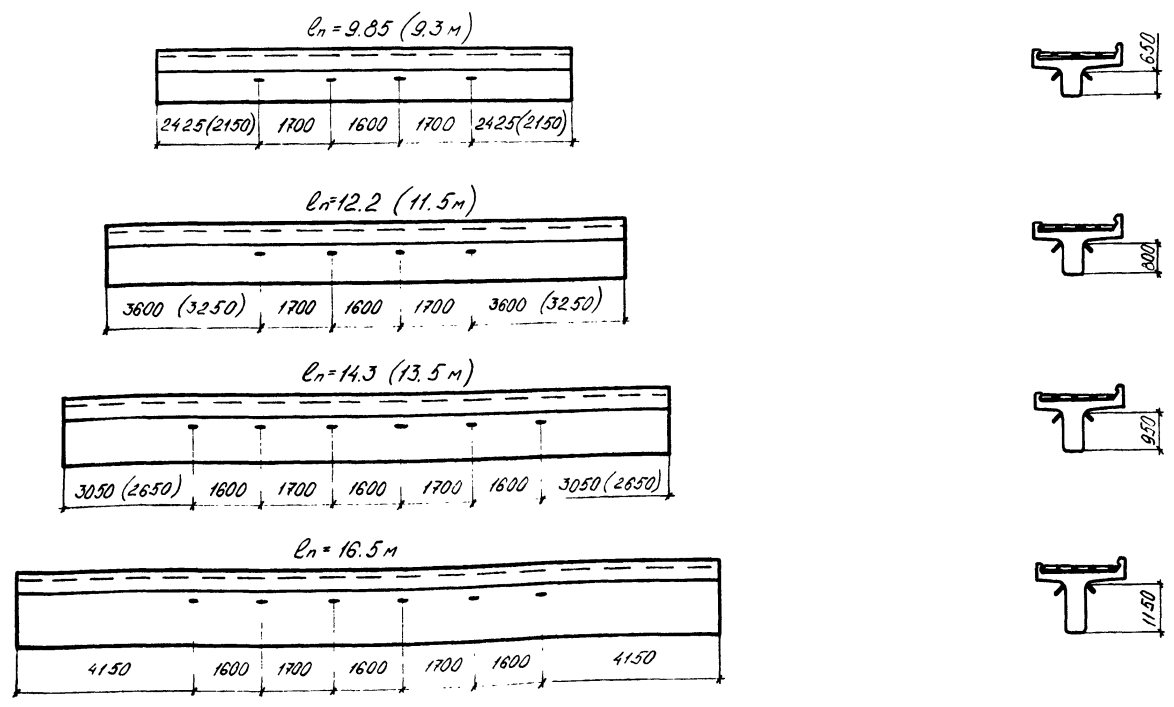
				2539-02.00.00.		
Нач. отд.	Грозненский			Литер	Лист	Листов
ГМП	Грозненский			РП	1	1
Норм. конт.	Ноболовский			Состав раздела 2.		
Рук. отделом	Гуревич					
Инженер	Титова					
				Гипротранспить		

Основные характеристики ребристых
пролетных строений с $l_n = 9.3 - 16.5$ м



N п/п	Полная длина l_n м	Высота балки h см	Толщина консоли d см	Положение цт. балки		Масса балки т
				x см	y см	
1	9.30	90	15	14.8	62.5	22.3
2	9.85	90	15	14.8	62.5	23.6
3	11.50	105	15	15.0	71.8	28.9
4	12.20	105	15	15.0	71.8	30.6
5	13.50	120	15	16.1	67.0	37.3
6	14.30	120	15	16.1	67.0	39.3
7	16.50	140	15	17.0	91.5	49.2

2539-020101					
Исполн	Градский	РП	Ж-б ребристые пролетные строения (проект инд. 57/14)	Лист	Листов
Гип	Горбенский	РП	Основные характеристики	1	1
Н.ч.м.т.	Новгородский	РП	Балки	Гипотранспуль	
Рук. групп.	Чередиц	РП	Балки		
Инженер	Ноль	РП	Балки		



Ведомость закладных деталей на блок

Полная длина блока прелётного строения м	при металлической 3Д-3 опалубке			при деревянной 3Д-4 опалубке		
	Кол. шт.	Масса, кг		Кол. шт.	Масса, кг	
		ед	общ.		ед	общ.
9.3	8	7.6	61	8	6,6	53
9.85	8	7.6	61	8	6,6	53
11.5	8	7.6	61	8	6,6	53
12.2	8	7.6	61	8	6,6	53
13.5	12	7.6	91	12	6,6	79
14.3	12	7.6	91	12	6,6	79
16.5	12	7.6	91	12	6,6	79

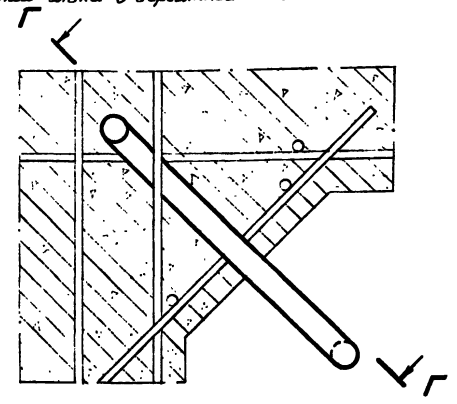
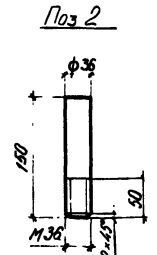
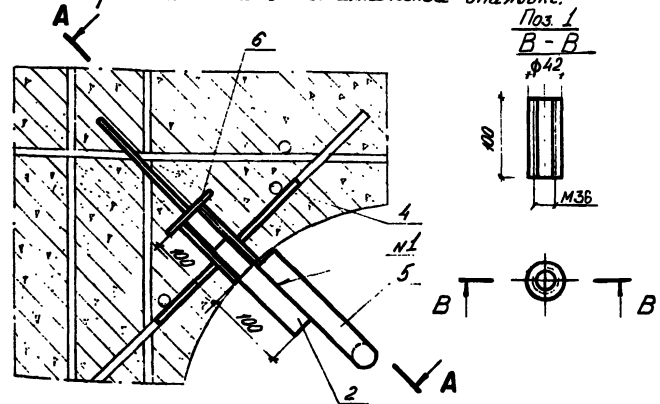
В зависимости от применения металлической или деревянной опалубки при бетонировании блока ребристых прелётных строений используется один из типов закладных деталей — 3Д-3 или 3Д-4. Конструкцию закладных деталей см на листе №2.

2539-02.01.02

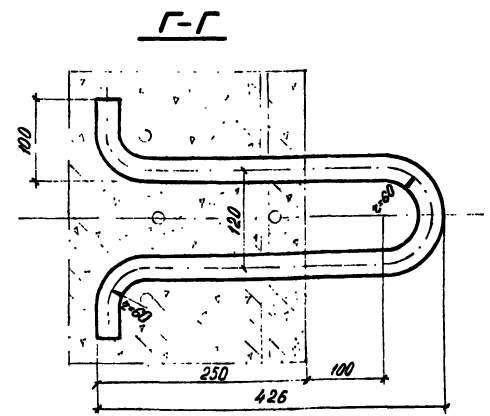
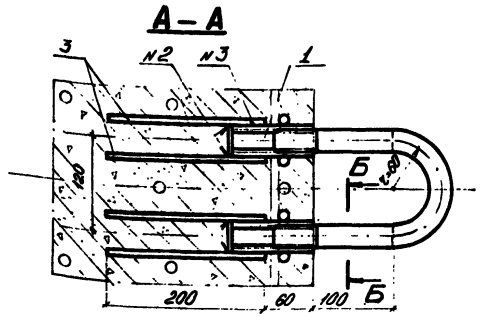
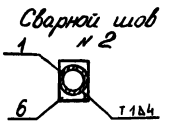
Имя отв.	Грозденский			Ж-д. ребристые прелётные строения (проект инв. № 557/11). Закладные детали для закрепления блоков на ж-д платформе.	Листов	Лист	Листов
ГИП	Грозденский				ДП	1	2
И. контр.	Наволоцкий				Гипротранспуть		
Рук. групп	Гуревич						
Инженер	Надь						

Конструкция закладной детали ЗД-3 при бетонировании блока в металлической опалубке.

Конструкция закладной детали ЗД-4 при бетонировании блока в деревянной опалубке.



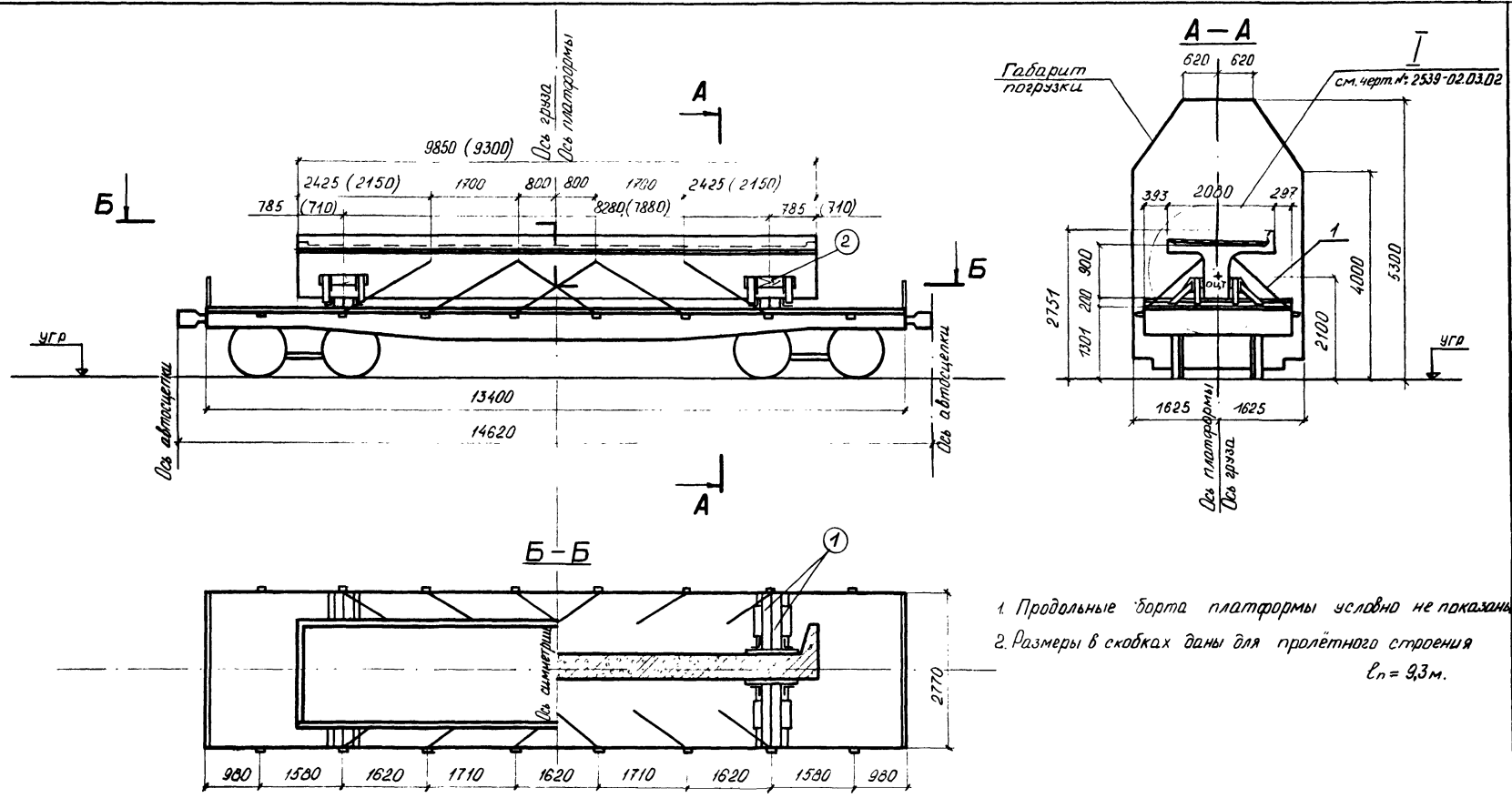
Б-Б
Сварной шов №1



Спецификация металла

№ п/п	Ил. поз	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал		Прим.
						ед.	общ.	обычное исполнение	Специальное исполнение	
ЗД-3	1	Труба с резьбой М42	Тн 42*5	100	2	0,41	0,82	Сталь 10ГТ по ГОСТ 1030-74	Сварное по ГОСТ 5187-74	ГОСТ 1030-74
	2	Шпилька	36 А I	150	2	1,2	2,4	Сталь 30Г2 по ГОСТ 380-71	Сварное по ГОСТ 5187-74	ГОСТ 2590-71
	3	Ломатюра	12 А II	200	4	0,18	0,72	Сталь 10ГТ	Сварное по ГОСТ 5187-74	ГОСТ 2590-71
	4	Стержень	12 А II	250	4	0,23	0,92	ГОСТ 380-71	Сварное по ГОСТ 5187-74	ГОСТ 5781-75
	5	Петля	32 А I	390	1	2,46	2,46	Сталь 30Г2 по ГОСТ 380-71	Сварное по ГОСТ 5187-74	ГОСТ 103-76
	6	Планка	-42*5	75	2	0,12	0,24	Сталь 30Г2 по ГОСТ 380-71	Сварное по ГОСТ 5187-74	ГОСТ 103-76
Итого со сварными швами:						7,6				
ЗД-4		Петля	32 А I	1040	1	6,56	6,6	Сталь 30Г2 по ГОСТ 380-71	Сварное по ГОСТ 5187-74	ГОСТ 5781-75

- 1 Стержни №4 приварить по месту.
- 2 Все размеры даны в мм.



- 1. Продольные борта платформы условно не показаны
- 2. Размеры в скобках даны для пролётного строения $L_n = 9,3$ м.

			2539-02.02.01			
Нач. отд.	Гроздецкий		Размещение и крепление блока редристого пролётного строения $L_n = 9,85 (9,3)$ м на ж.д. платформе.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гроздецкий			РП	1	4
Н.контр.	Новолдужин			Гипротранспуть		
Рук. отд.	Гуревич					
Инженер	Надь					

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Ед.изм.	Величина	
			Блок, ℓ _п =3,85 м	Блок, ℓ _п =9,3 м
1	База груза	мм	8280	7880
2	Высота ц.т. балки относительно низа балки	мм	625	625
3	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно ЦГР.	мм	2100	2100
4	Масса груза	т	23,6	22,3
5	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0	0
6	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0	0

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки	8 Ø 65	13000	12	3,38	40,56	Сталь по ГОСТ 44085-79	ГОСТ 3282-74
2	П-1	—	—	2	196	392,0		см. черт. 2539-02.03/2
3	Болт строительный	M20	500	20	1613	32,26	Болт, гайка 40+3ср.4 Шпилька, Ст 3 ГОСТ 10977	
4	Гвоздь	d=8	250	40	00,29	3,36	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75
5	Гвоздь	d=4	100	16	0,01	0,16	380-71*	ГОСТ 4028-69
Итого металла						469		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объём м ³		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Подкладка	20×20	277	4	0,110	0,44	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 9486-66**
2	Прокладка	5×20	67	4	0,007	0,03		
Итого лесоматериалов:						0,47		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе блока железобетонного ребристого пролетного строения длиной 9,85 м или 9,3 м, изготовленного по типовому проекту №557/II. Платформа принята грузоподъемностью 62-66 т, постройки с 1965 г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Блок устанавливается симметрично относительно поперечной оси платформы, при этом вертикальная плоскость, проходящая через центр тяжести блока, должна совпадать с продольной осью платформы.
- Для предотвращения поперечного и продольного смещения блок пролетного строения закрепляется к стоечным скобам платформы при помощи растяжек из проволочных скруток. Для крепления растяжек в блоке пролетного строения предусмотрены закладные детали. Для предотвращения опрокидывания блока предусмотрены подкосы.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350 м указанный блок на платформе вписывается в габарит погрузки.
- Торцовые борта платформы закрываются, а боковые откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 198 Гг..

Расчет к нагрузке

Характеристика груза

Груз - ж.б. блок
 Длина блока - 9,85 м
 Ширина блока - 2,08 м
 Высота блока - 0,9 м
 Вес блока - 23,6 т
 Положение ЦТ от подошвы блока - 0,625 м
 Вес платформы - 22 т
 Положение ЦТ от низкого бортика блока по горизонтали - 0,992 м

Характеристика платформы

Платформа - четырех-осная
 База - 9,72 м
 Положение ЦТ от УГР - 0,8 м

Определение минимальной высоты подкладок

$$h_0 = a_n \cdot t_{\text{г}} \cdot y + h_n + f + h_s + h_b = 835 \times 0,025 + 25 = 46 \text{ мм}$$

$$Q_n = 835 \text{ мм}; t_{\text{г}} \cdot y = 0,025 \quad h_n = 0 \quad f = 0 \quad h_s = 25 \text{ мм} \quad h_b = 0$$

Принято: подкладки из бруса по высоте 200 мм

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости

Наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом не должна превышать 50 м²

$$S_{\text{наветр}} = S_{\text{пл}} + S_{\text{гр}}$$

$$S_{\text{пл}} = 13 \times [(0,9 + 0,35) \times 9,85] = 25,31 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР

$$h_{\text{цт}} = \frac{Q_{\text{г}} \cdot h_{\text{г}} + Q_{\text{п}} \cdot h_{\text{п}}}{Q_{\text{г}} + Q_{\text{п}}} \leq 2,3 \text{ м} \quad [\text{§ 34 ТУ}]$$

$$h_{\text{цт}} = \frac{23,6 \times (1,301 + 0,2 \cdot 0,625) + 22 \times 0,8}{23,6 + 22} = 1,49 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

Определение усилий действующих на блок 1^е сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_n = Q_{\text{г}} \times a_n$

$$Q_{\text{г}} = Q_{\text{г2}} - \frac{Q_{\text{г}}(Q_{\text{г2}} - Q_{\text{г1}})}{63} \quad a_n = 1200 - \frac{23,6(1200 - 1000)}{63} = 1125 \text{ кгс/т}$$

$$Q_{\text{г}} = 23,6 \text{ т} \quad F_n = 23,6 \times 1,125 = 26,55 \text{ тс}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}} = Q_{\text{г}} \times \mu$ $\mu = 0,45$ $F_{\text{тр}} = 23,6 \times 0,45 = 10,62 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n = F_n - F_{\text{тр}} \quad \Delta F_n = 26,55 - 10,62 = 15,93 \text{ тс}$$

2^е сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_n = Q_{\text{г}} \times a_n$ $a_n = 0,33$ $F_n = 23,6 \times 0,33 = 7,79 \text{ тс}$
 Вертикальная инерционная сила: $F_b = 0,8 \times Q_{\text{г}}$ $F_b = 0,34 \times 23,6 = 8,02 \text{ тс}$

$$Q_b = 250 + K_3 \cdot Q_{\text{г}} + \frac{2140}{Q_{\text{г}}} \quad Q_b = 250 + 5 \times 0 + \frac{2140}{23,6} = 340 \text{ кгс/т}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}} = Q_{\text{г}} \times \mu$ $(1000 - 0,8)$ $F_{\text{тр}} = 23,6 \times 0,45 (1000 - 340) = 7,01 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_n = 50 S_n$ $S_n = 1,25 \times 2,35 = 2,9375 \text{ м}^2$ $W_n = 50 \times 2,9375 = 146,875 \text{ кгс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n = n \times (F_n + W_n) - F_{\text{тр}} \quad n = 1,25 \quad \Delta F_n = 1,25(7,79 + 0,616) - 7,01 = 3,5 \text{ тс}$$

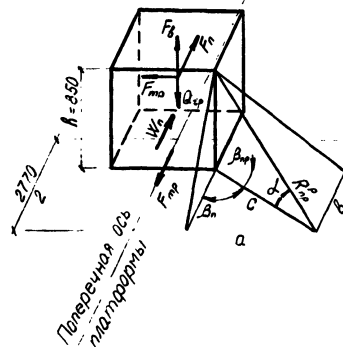
Определение усилий в растяжках

Усилия в растяжке от 1^ео сочетания сил:

$$R_p^{\text{по}} = \frac{\Delta F_n^{\text{по}}}{n \times (\mu \sin \alpha + \cos \alpha \times \cos \beta_{\text{пр}})}$$

a - наименьшая проекция растяжки на продольную ось

Продольная ось платформы



$$t_{\text{г}} \beta_n = \frac{a}{b} = \frac{1610}{1137} = 1,416$$

$$\beta_n = 54,77^\circ \quad \beta_{\text{пр}} = 35,23^\circ$$

$$C = \frac{a}{\sin \beta_n} = \frac{1610}{0,8168} = 1971$$

$$t_{\text{г}} \alpha = \frac{h}{c} = \frac{850}{1971} = 0,4313$$

$$\alpha = 23,33^\circ$$

$$\sin \alpha = 0,396$$

$$\cos \beta_n = 0,5769$$

$$\cos \alpha = 0,9182$$

$$\cos \beta_{\text{пр}} = 0,8168$$

$$R_p^{\text{по}} = \frac{15,93}{0,45 \times 0,396 + 0,9182 \times 0,8168} = \frac{15,93}{0,577} = 2,88 \text{ тс}$$

Усилия в растяжке от 2^ео сочетания сил:

$$R_n^{\text{по}} = \frac{\Delta F_n^{\text{по}}}{n \times (\mu \sin \alpha + \cos \alpha \times \cos \beta_n)} = \frac{3,5}{0,45 \times 0,396 + 0,9182 \times 0,5769} = 0,82 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки $\phi 6,5 \text{ мм}$ по 6 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку по продольному усилию 2,92 тс

Расчет подкладок по смятиюНапряжение смятия подкладки по 1^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_c}{S_0} \leq R_{cm} \quad N_c^0 = \frac{Q_{св} + R_p^0 \cdot 2 \cdot \Pi_p^0 \cdot \sin \alpha}{2}$$

$$\sigma_c = 20 \cdot 50 \cdot 2 = 2000 \text{ см}^2 \quad N_c^0 = \frac{23.6 + 2.06 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 0.396}{2} = 10.6 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{10600}{2000} = 5.3 \text{ кгс/см}^2 < 30 \text{ кгс/см}^2$$

Напряжение смятия подкладки по 2^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_c^0 + F_2^0}{S_0} \leq R_{cm} \quad N_c^0 = \frac{Q_{св} + R_p^0 \cdot 2 \cdot \Pi_p^0 \cdot \sin \alpha}{2}$$

$$F_2^0 = \frac{F_2}{2} = 4.01 \text{ т} \quad N_c^0 = \frac{23.6 + 0.02 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 0.396}{2} = 13.75 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{13750 + 4010}{2000} = 8.9 \text{ кгс/см}^2 < 30 \text{ кгс/см}^2$$

Проверка устойчивости груза вдоль платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$n_{пр} = \frac{L_{оп}}{h_{ит} - h_{у}} = \frac{4.340}{0.825} = 5.9 \geq 1.25 \quad [ТЧ 8 40]$$

$$L_{пр} = 4.34 \text{ м}$$

Проверка устойчивости груза поперек платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы

$$n_{п} = \frac{b_{оп} \cdot b_{п}^0}{h_{ит} (h_{ит} - h_{у}^0) + W_{п} (h_{ит}^0 - h_{у}^0)} = \frac{23.6 \cdot 0.148}{7.79 \cdot 0.825 + 0.818 \cdot 1.25} = 0.62 < 1.25$$

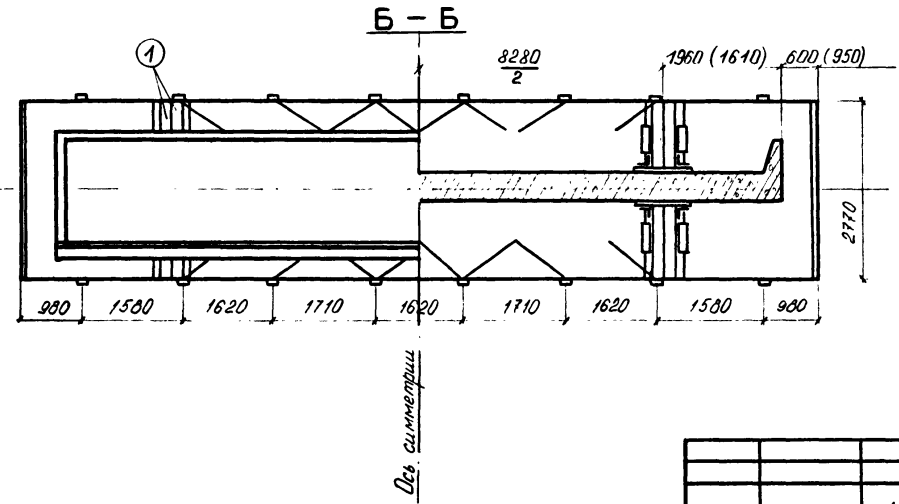
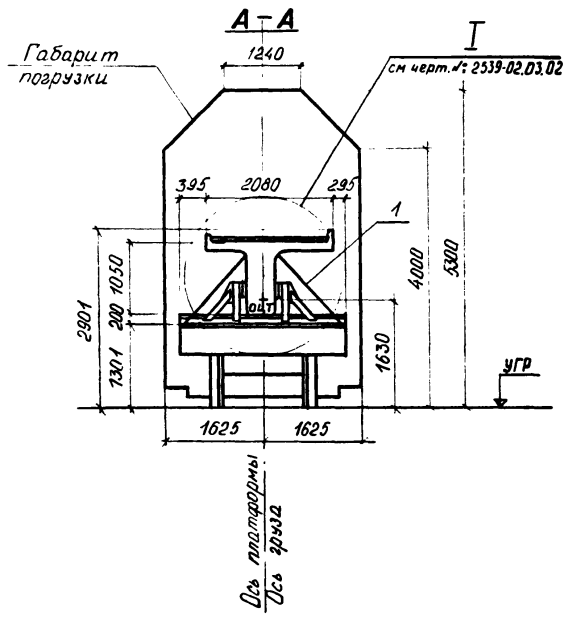
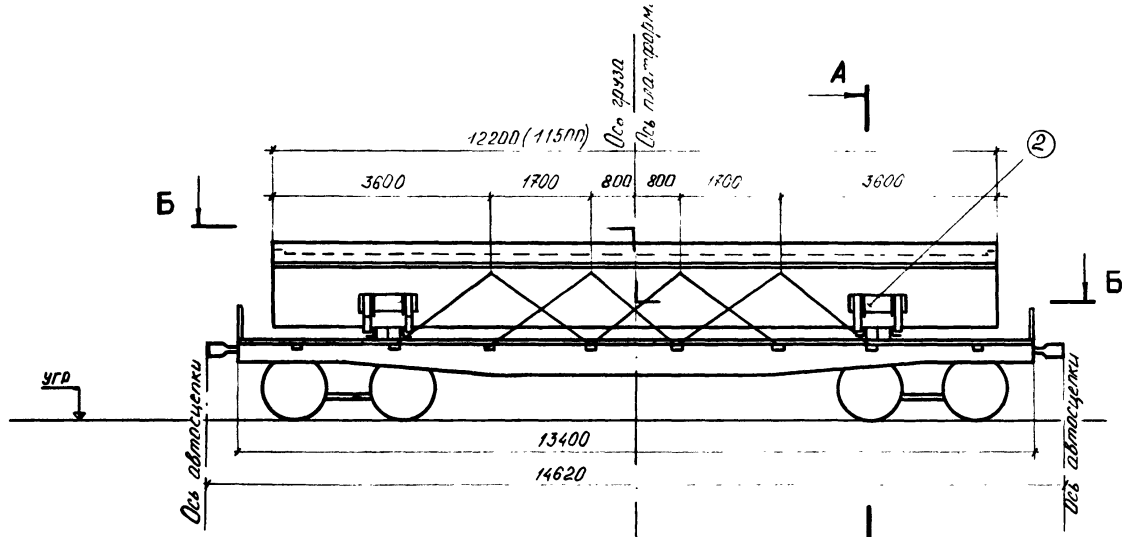
$$h_{ит} = 1.45 \quad h_{у}^0 = 0 \quad b_{п}^0 = 0.148$$

Условие устойчивости не выполняется, необходимы подкосы.

Подкосы ставятся такие же как для блока длиной 12.2 м

(расчет см на черт. № 2538-02.03.01 листе № 4)

Деревянные брусья пришиваются к полу платформы 10 гвоздями $\phi=6$ мм длиной 250 мм, поставленными конструктивно.



1. Продольные борта платформы условно не показаны.
 2. Размеры в скобках даны для пролетного строения
 $l_n = 11,5$ м

		2539-02.03.01			
нач отб	Грозненский	Размещение и крепление блока редристого пролетного строения $l_n = 12,2$ (11,5) м на ж.д. платформе.	Литер	Лист	Листов
ГП	Грозненский		РП	1	4
М.контр.	Новоделский		Гипротранспуть		
Рук эрп	Буревич				
И.м.к.в.	Нодь				

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Цзм	Величина	
			Блок l _н =12,2м	Блок l _н =11,5м
1	База груза	мм	8280	8280
2	Высота ц.т. балки относительно низа балки	мм	718	718
3	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно ЦГР	мм	1630	1630
4	Масса груза	т	30,6	28,9
5	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0	0
6	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0	0

Спецификация металла.

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки φ 6,5	—	18300	16	4,76	76,16	Сталь по ГОСТ 74085-79	ГОСТ 3282-74
2	П-1	—	—	2	196	392,0		см. черт. 218-Ф.10.02
3	Болт строительный М 20	—	500	20	1,613	32,26	Болт с ц.т. в шпильку по ГОСТ 10917	
4	Гвоздь d-8	—	250	40	0,099	3,96	Ст. 2 по ГОСТ 380-74*	ГОСТ 2283-75
5	Гвоздь d-4	—	100	16	0,01	0,16	ГОСТ 380-74*	ГОСТ 4028-82
Итого металла:						505		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Прим
					ед.	общ.		
①	Подкладка	20*20	277	4	0,110	0,44	Босно, ель	ГОСТ 8486-66
2	Прокладка	5*20	67	4	0,007	0,03	не ниже 3 сорта	
Итого лесоматериалов:						0,5		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе блока железобетонного ребристого пролетного строения длиной 12,2м или 11,5м, изготовленного по типовому проекту №557/II. Платформа принята грузоподъемностью 62-66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Блок устанавливается симметрично относительно поперечной оси платформы, при этом вертикальная плоскость, проходящая через центр тяжести блока, должна совпадать с продольной осью платформы.
- Для предотвращения поперечного и продольного смещения блок пролетного строения закрепляется к стоечным скобам платформы при помощи растяжек из проволочных скруток. Для крепления растяжек в блоке пролетного строения предусмотрены закладные детали. Для предотвращения опрокидывания блока предусмотрены подкосы.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный блок на платформе вписывается в габарит погрузки.
- Торцовые борта платформы закрываются, а боковые откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 198г.

Расчет к нагрузке

Характеристика груза

Груз - ж-б блок
 Длина блока - 12,2 м
 Ширина блока - 2,08 м
 Высота блока - 0,50 м
 Вес блока - 30,6 т
 Положение ЦТ от подошвы блока - 0,170 м
 Положение ЦТ от низкого бортика блока по горизонтали - 0,90

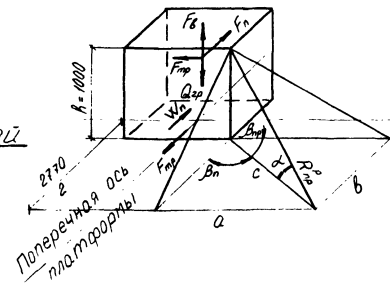
Характеристика платформ

Платформа - четырехосная
 База - 9,72 м
 Вес платформ - 22 т
 Положение ЦТ от УГР - 0,6 м

2^е сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_n = Q_{zp} \times a_n$ $a_n = 0,33$ $F_n = 30,6 \times 0,33 = 10,1 \text{ тс}$
 Вертикальная инерционная сила: $F_b = 0,6 \times Q_{zp}$ $F_b = 0,32 \times 30,6 = 9,79 \text{ тс}$
 $a_b = 250 + K_3 \times e_{zp} + \frac{2140}{Q_{zp}}$ $a_b = 250 + 5 \times 0 + \frac{2140}{30,6} = 320 \text{ кгс/т}$
 Сила трения: $F_{mp} = Q_{zp} \times \mu$ $(1000 - 0,6)$ $F_{mp} = 30,6 \times 0,45 (1000 - 320) = 9,36 \text{ тс}$
 Ветровая нагрузка: $W_n = 50 \beta_n$ $S_n = 1,40 \times 12,2 = 17,08 \text{ м}^2$ $W_n = 50 \times 17,08 = 854 \text{ кгс}$
 Поперечное усилие, передающееся на крепление:
 $\Delta F_n = n \times (F_n + W) - F_{mp}$ $n = 1,25$ $\Delta F_n = 1,25 (10,1 + 0,854) - 9,36 = 4,33 \text{ тс}$

Определение усилий в растяжках



Усилие в растяжке от 1^{ого} сочетания сил:

$$R_{np} = \frac{\Delta F_{np}}{n \times (\mu \sin \alpha + \cos \alpha \times \cos \beta_n)}$$

Продольная ось платформ

α - наименьшая проекция растяжки на продольную ось
 $n_p = 8$ $n_p^{\text{пр}} = 8$

$$\tan \beta_n = \frac{a}{b} = \frac{1610}{1135} = 1,4185$$

$$\beta_n = 54,82^\circ$$

$$\beta_{np} = 90^\circ - 54,82^\circ = 35,18^\circ$$

$$c = \frac{a}{\sin \beta_n} = \frac{1610}{0,8173} = 1970$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{c} = \frac{1000}{1970} = 0,5076$$

$$\alpha = 26,91^\circ$$

$$\sin \alpha = 0,4526$$

$$\cos \alpha = 0,8917$$

$$\cos \beta_n = 0,5761$$

$$\cos \beta_{np} = 0,8173$$

$$R_{np} = \frac{4,33}{8 (0,45 \times 0,4526 + 0,8917 \times 0,8173)} = 2,67 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке от 2^{ого} сочетания сил:

$$R_{np} = \frac{\Delta F_{np}}{n (\mu \sin \alpha + \cos \alpha \times \cos \beta_n)} = \frac{4,33}{8 (0,45 \times 0,4526 + 0,8917 \times 0,5761)} = 0,75 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки $\phi 6,5$ мм по 8 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку по продольному усилию 2,92 тс

Определение минимальной высоты подкладок

$$h_{\text{под}} = a_{\text{под}} \times \tan \beta + h_n + f_r + h_3 + h_5 = 340 \times 0,025 + 25 = 34 \text{ мм}$$

$$a_{\text{под}} = 340$$

$$\tan \beta = 0,025$$

$$h_n = 0$$

$$f_r = 0$$

$$h_3 = 25 \text{ мм}$$

$$h_5 = 0$$

Принято: подкладки из бруса по высоте 200 мм

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости

Наветренная поверхность четырехосной платформ с грузом не должна превышать 50 м²

$$S_{\text{навстр. под}} = S_{\text{пл}} + S_{\text{гр}}$$

$$S_{\text{пл}} = 13 + [(1,05 + 0,35) \times 13,5] = 33,9 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Положение общего центра тяжести платформ с грузом относительно УГР

$$h_{\text{цтг}} = \frac{Q_{zp} h_{zp} + Q_{\text{пл}} h_{\text{пл}}}{Q_{zp} + Q_{\text{пл}}} \leq 2,3 \text{ м} \quad [\text{§ 34 ТУ}]$$

$$h_{\text{цтг}} = \frac{30,6 \times (1,30 + 0,2 + 0,710) + 22 \times 0,6}{30,6 + 22} = 1,63 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Вывод: поперечная устойчивость платформ с грузом соблюдена

Определение усилий действующих на блок

1^е сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{np} = Q_{zp} \times a_{np}$
 $a_{np} = a_{z2} - \frac{Q_{zp} (Q_{z1} - Q_{z2})}{Q_{z1}}$ $a_{np} = 1200 - \frac{30,6 (1200 - 1000)}{83} = 1102 \text{ кгс/т}$
 $Q_{zp} = 30,8 \text{ т}$ $F_{np} = 30,6 \times 1,102 = 33,72 \text{ тс}$

Сила трения: $F_{mp} = Q_{zp} \times \mu$ $\mu = 0,45$ $F_{mp} = 30,6 \times 0,45 = 13,77 \text{ тс}$

Продольное усилие, передающееся на крепление
 $\Delta F_{np} = F_{np} - F_{mp}$ $\Delta F_{np} = 33,72 - 13,77 = 19,95 \text{ тс}$

Расчет подкладок по смятию

Напряжение смятия подкладки по 1^{ому} сочетанию сил:

$$\sigma_s = \frac{N_s}{S_s} \leq R_{сж}; N_s^0 = \frac{Q_{сж} + R_p^0 \times 2 \times P_p^0 \times \sin \alpha}{2}$$

$$S_s = 20 \times 50 \times 2 = 2000 \quad N_s^0 = \frac{30.6 + 2.67 \times 2 \times 8 \cdot 0.4528}{2} = 24.96 \text{ тс}$$

$$\sigma_s = \frac{24.960}{2000} = 12.48 \text{ кгс/см}^2 < 30 \text{ кгс/см}^2$$

Напряжение смятия подкладки по 2^{ому} сочетанию сил:

$$\sigma_s = \frac{N_s^0 + F_s^0}{S_s} \leq R_{сж}; N_s^0 = \frac{Q_{сж} + R_p^0 \times 2 \times P_p^0 \times \sin \alpha}{2}$$

$$F_s^0 = \frac{F_s}{2} = 4.895 \quad N_s^0 = \frac{30.6 + 2.67 \times 2 \times 8 \cdot 0.4528}{2} = 18.01 \text{ тс}$$

$$\sigma_s = \frac{18.010 + 4.895}{2000} = 11.5 \text{ кгс/см}^2 < 30 \text{ кгс/см}^2$$

Проверка устойчивости груза вдоль платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$\eta_{пр} = \frac{e_{пр}}{h_{от} - h_{пр}} = \frac{4.340}{0.718} = 6.04 \geq 1.25 \quad [840 \text{ ТЧ}]$$

$$e_{пр} = 4.34 \text{ м}$$

Проверка устойчивости груза поперёк платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы:

$$\eta = \frac{Q_{сж} \times h_n^0}{F_n (h_{от} - h_n^0) + W_n (h_{от} - h_n^0)} = \frac{30.6 \times 0.15}{10.1 \times 0.718 + 0.854 \times 0.7} = 0.584 < 1.25$$

$$h_{от} = 0.7 \quad h_n^0 = 0 \quad h_n = 0.15$$

Условие устойчивости не выполняется, необходимы подкосы.

Расчет подкосов

Определение усилия, действующего на упор при опрокидывании:

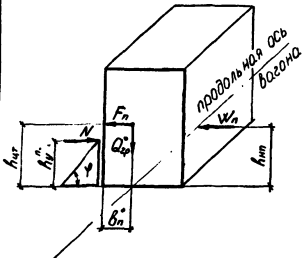
$$M_{опр} = (F_n \cdot h_{от} + W_n \cdot h_{от}) \cdot \eta \quad \eta = 1.25$$

$$M_{уд} = Q_{сж} \cdot b_0 + N \cdot h_n^0 \quad h_n^0 = 0.3 \text{ м}$$

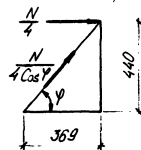
$$N = \frac{(F_n \cdot h_{от} + W_n \cdot h_{от}) \cdot \eta - Q_{сж} \cdot b_0}{h_n^0}$$

$$N = \frac{(10.1 \cdot 0.718 + 0.854 \cdot 0.7) \cdot 1.25 - 30.6 \cdot 0.15}{0.3} = 17.41 \text{ тс}$$

$$\frac{N}{2} = 8.71 \text{ тс} - \text{усилие, действующее на один упор}$$



Расчет сварных соединений упора

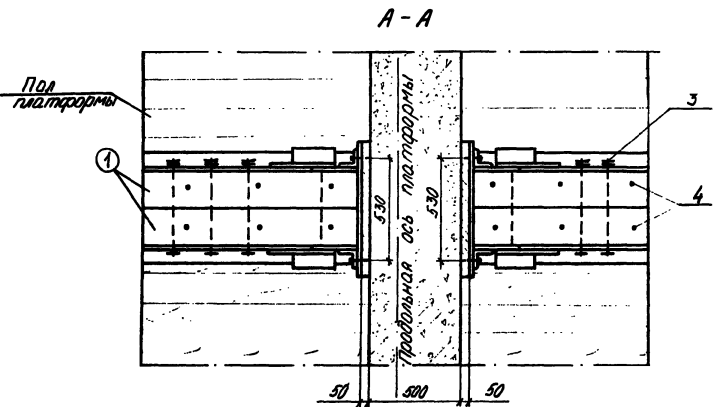
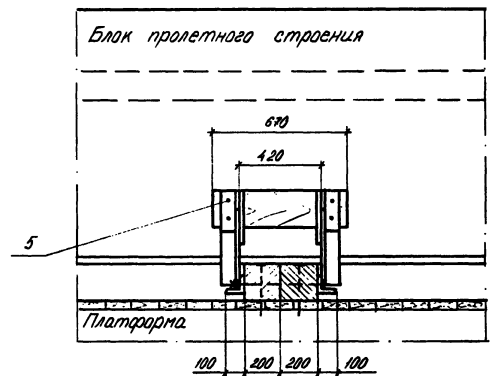
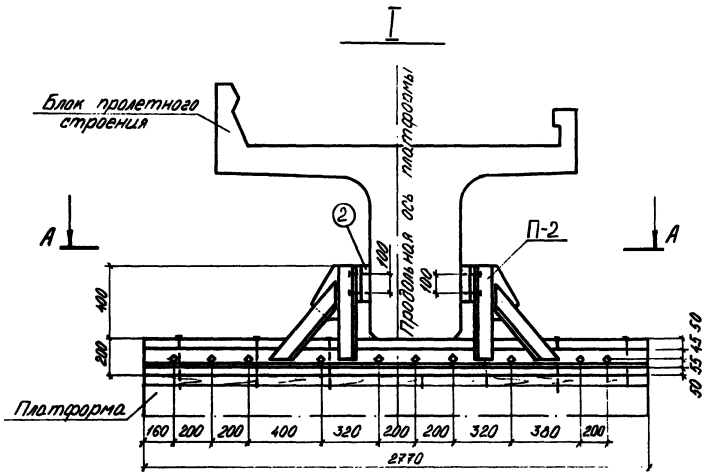


$$\frac{N}{4 \cos \varphi} - \text{усилие в подкосе} \quad \frac{N}{4 \cos \varphi} = 6.77 \text{ тс}$$

$$\tan \varphi = 1.1918 \quad \varphi = 50^\circ \quad \cos \varphi = 0.643 \quad h_{ст} = 10 \text{ мм} \quad e_{ст} = 8 \text{ см}$$

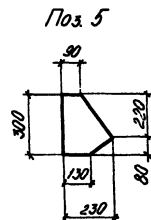
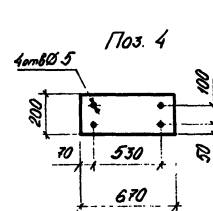
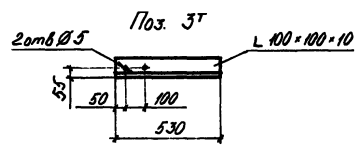
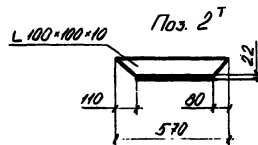
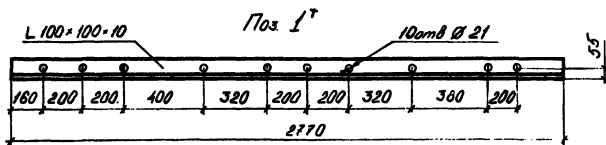
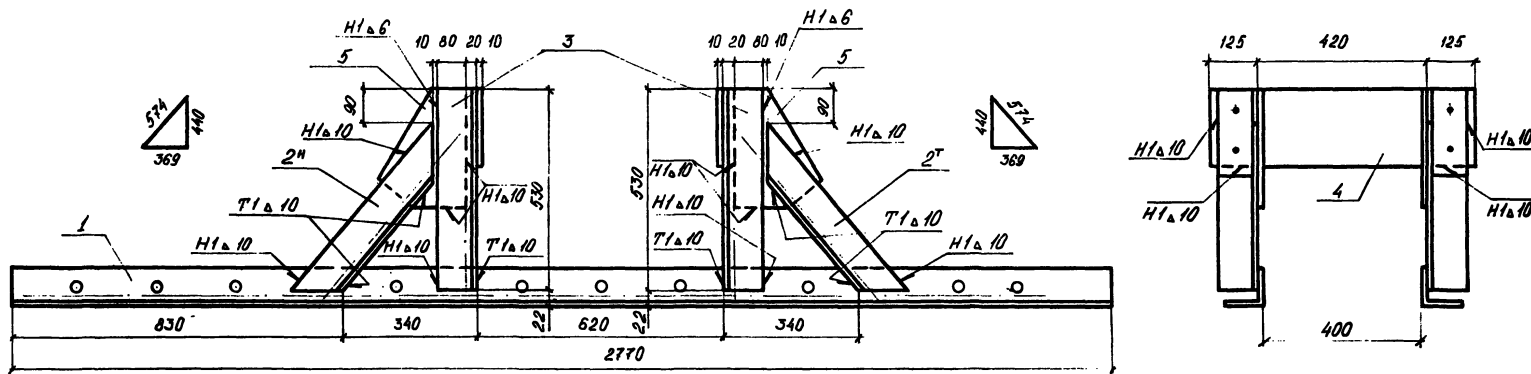
$$\frac{6.770}{b_{ст} \cdot h_{ст}} \leq R_{св} = 1500 \text{ кгс/см}^2 \quad \frac{6.770}{0.7 \times 8 \cdot 7} = 120.9 \text{ кгс/см}^2 < 1500 \text{ кгс/см}^2$$

Деревянные брусья пришиваются к полу платформы ю евоздями 4*8 мм длиной 250 мм, поставленными конструктивно.



		2539 - 020302.		Лист	Лист	Листов
Начерт	Вознесенский	Размещение и крепление блока редукторного пролетного строения с. - 12,2 (14,5) м на ж-в платформе Узел 1.	Лист	Лист	Листов	
ГИП	Вознесенский		1	1	2	
Исполн	Наволоцкий		Гипротранспуть			
Рисовал	Игудин					
Инженер	Надь					

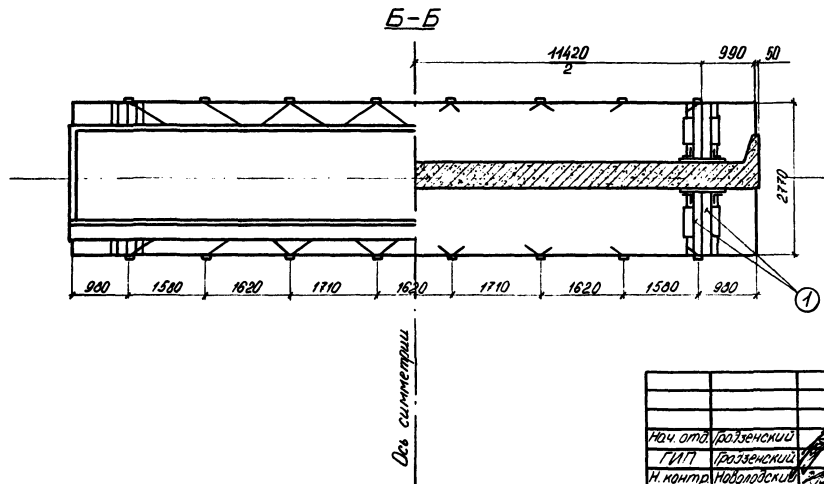
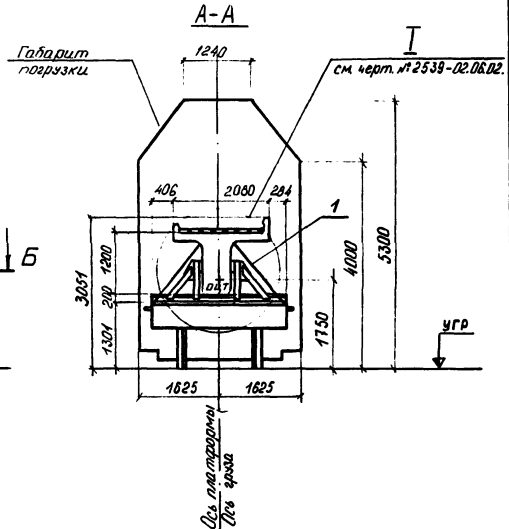
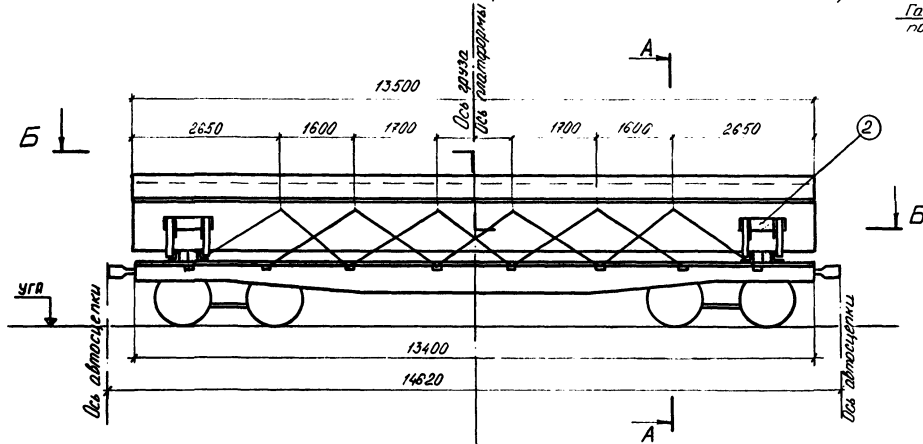
Упор для блоков длиной 12.2м, 11.5м, 9.85м, 9.3м.



Спецификация металла

Марка	№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал		Прим.
						ед.	общ.	Обычное исполнение	Северное исполнение	
П-1	1 ^{1/4}	Опорный уголок	L 100-100-10	2770	1	11.83	41.83			
	2 ^{1/2}	Подкос	—	570	2	0.61	12.22	ВС-3 по 6	09Г2С-15	
	3 ^{1/2}	Стойка	—	530	2	0.00	16.00	ГОСТ 380-71	по ГОСТ	
	4	Прокладка	- 200-10	670	2	10.52	21.04		19281-73	
	5	Фасонка	из -230-10	300	4	5.42	21.68			
Итого со сварными швами:							196			

Фасад (Борта платформы не показаны).



2539-02.04.01.

Исполн.	Инженер	Нодь
Провер.	Инженер	Нодь
Директор	Инженер	Нодь
М.п. отдела	Инженер	Нодь

Размещение и крепление
Блока ребристого пролетного
строения 6,1735 м на
ж-д. платформе.

Литер	Лист	Листов
ВП	1	4
Гипротранспутъ		

Характеристика схемы погрузки

№ п/п	Наименование	Едизм	Величина
1	База груза	мм	11420
2	Высота цт. балки относительно низа балки	мм	670
3	Высота общего цт платформы с грузом относительно ЦГР.	мм	1750
4	Масса груза	т	37,3
5	Смещение цт. груза относительно поперечной оси платформы.	мм	0
6	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки	6 Ø 6,5	14200	24	3,69	88,56	Сталь по ГОСТ 14025-79	ГОСТ 3282-74
2	П-2	—	—	2	240	480		см черт. 2539-020401
3	Болт строительный	M 20	500	22	1,613	35,49	Болт, шайба, гайка по ГОСТ 10915-78	ГОСТ 28578
4	Гвоздь	d=3	250	40	0,029	3,96	Ст. 2 по ГОСТ 380-74	ГОСТ 4028-75
5	Гвоздь	d=4	100	16	1,01	0,16		
Итого металла:						608		

Спецификация лесоматериалов

№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Подкладка	20×20	277	4	0,110	0,44	Доска ель не ниже III сорта	ГОСТ 8486-66**
2	Прокладка	5×20	67	4	0,007	0,03		
Итого лесоматериалов:						0,5		

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе блока железобетонных ребристых пролетных строений длиной 13,5 м, изготовленных по типовому проекту №557/II.

Платформа принята грузоподъемностью 62-66 т, постройки с 1965 г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.

2. Блок устанавливается на платформу симметрично относительно поперечной оси платформы, при этом вертикальная плоскость проходящая через центр тяжести блока, должна совпадать с продольной осью платформы.

3. Блок укладывается на деревянные брусья, закрепленные к полу платформы гвоздями.

4. Для предотвращения поперечного и продольного смещений блок пролетного строения закрепляется к стоечным скобам платформы при помощи растяжек из проволоочных скруток.

Для крепления растяжек в блоке пролетного строения предусмотрены закладные детали.

Для предотвращения опрокидывания блока предусмотрены подкосы.

5. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350 м указанный блок на платформе вписывается в габарит погрузки.

6. Торцовые и боковые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981 г.

Расчет к нагрузке

Характеристика груза

Груз - жд. блок
 Длина блока - 13,5 м
 Ширина блока - 2,08 м
 Высота блока - 1,20 м
 Вес блока - 37,3 т
 Положение ЦТ от подшивы блока - 0,67 м
 Положение ЦТ от низкого дортыка
 блока по горизонтали - 0,979

Характеристика

платформы
 Платформа - четырех-
 осная
 База - 9,72 м
 Вес платформы - 22 т
 Положение ЦТ от
 УГР - 0,8 м

Определение габаритности груза

Согласно § 32 по табл. 23 и 24 груз забаритный.

Определение минимальной высоты подкладок

$$h_{\text{п}} = 0,002 \cdot \tau_{\text{г}} \cdot h_{\text{п}} + f_{\text{г}} + h_{\text{г}} + h_{\text{с}} = 990 \cdot 0,0025 + 0 + 25 = 50 \text{ мм}$$

$$0,002 \cdot 990 \cdot \tau_{\text{г}} + 0,0025 \cdot h_{\text{п}} = 0 \quad f_{\text{г}} = 0 \quad h_{\text{г}} = 25 \text{ мм} \quad h_{\text{с}} = 0$$

Принята: подкладки из бруса по высоте 200 мм.

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости

Наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом не должна превышать 50 м²

$$S_{\text{нав}} = S_{\text{пл}} + S_{\text{гр}}$$

$$S_{\text{пл}} = 13 \cdot [(2,0 + 0,35) \cdot 13,5] = 33,9 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР

$$h_{\text{цт}} = \frac{Q_{\text{г}} h_{\text{г}} + Q_{\text{п}} h_{\text{п}}}{Q_{\text{г}} + Q_{\text{п}}} \leq 2,3 \text{ м} \quad [\text{§ 34 ТУ}]$$

$$h_{\text{цт}} = \frac{37,3 \cdot (1,501 + 0,2 + 0,67) + 22 \cdot 0,8}{37,3 + 22} = 1,96 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

Определение усилий действующих на блок

1^е сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = Q_{\text{г}} \cdot \alpha_{\text{пр}}$

$$\alpha_{\text{пр}} = \alpha_{\text{г}} = \frac{Q_{\text{п}} (A_{\text{г}} - A_{\text{п}})}{6,3} \quad \alpha_{\text{пр}} = 1200 - \frac{37,300 (1200 - 1000)}{6,3} = 1082 \text{ км/т}$$

$$Q_{\text{г}} = 37,3 \text{ т} \quad F_{\text{пр}} = 37,3 \cdot 1082 = 40,36 \text{ тс}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}} = Q_{\text{г}} \cdot \mu$ $\mu = 0,45$ $F_{\text{тр}} = 37,3 \cdot 0,45 = 16,79 \text{ тс}$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}} \quad \Delta F_{\text{пр}} = 40,36 - 16,79 = 23,57 \text{ тс}$$

2^е сочетание сил

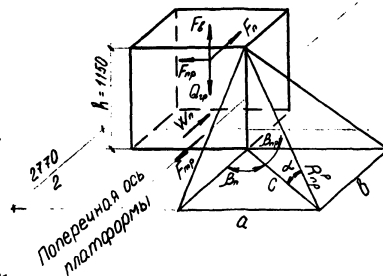
Поперечная инерционная сила: $F_{\text{п}} = Q_{\text{г}} \cdot \alpha_{\text{п}} \quad \alpha_{\text{п}} = 0,33 \quad F_{\text{п}} = 37,3 \cdot 0,33 = 12,3 \text{ тс}$
 Вертикальная инерционная сила: $F_{\text{в}} = Q_{\text{г}} \cdot \alpha_{\text{в}} \quad F_{\text{в}} = 0,8 \cdot 37,3 = 11,45 \text{ тс}$

$$\alpha_{\text{в}} = 250 + K_{\text{в}} \cdot v_{\text{в}} + \frac{2140}{Q_{\text{г}}} \quad \alpha_{\text{в}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{37,3} = 307 \text{ км/т}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}} = Q_{\text{г}} \cdot \mu \quad \mu = 0,45 \quad F_{\text{тр}} = 37,3 \cdot 0,45 (1000 - 307) = 11,63 \text{ тс}$
 Вертикальная нагрузка: $W_{\text{н}} = 50 S_{\text{н}} \quad S_{\text{н}} = 1,55 \cdot 13,5 = 20,93 \quad W_{\text{н}} = 50 \cdot 20,93 = 1046 \text{ кгс}$
 Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{п}} = \eta \cdot (F_{\text{п}} + W) - F_{\text{тр}} \quad \eta = 1,25 \quad \Delta F_{\text{п}} = 1,25 (12,31 + 1,046) - 11,63 = 5,07 \text{ тс}$$

Определение усилий в растяжках



Усилие в растяжке от 1^{ого} сочетания сил:

$$R_{\text{пр}}^{\text{п}} = \frac{\Delta F_{\text{пр}}}{\eta (\mu \sin \alpha + \cos \alpha + \cos \beta_{\text{пр}})}$$

Продольная ось платформы

α -наименьшая проекция растяжки на продольную ось

$$\eta^{\text{п}} = 12 \quad \eta^{\text{п}} = 12$$

$$\tan \beta_{\text{п}} = \frac{a}{b} = \frac{1610}{1124} = 1,432$$

$$\beta_{\text{п}} = 55,08^{\circ} \quad \beta_{\text{пр}} = 90^{\circ} - 55,08^{\circ} = 34,92^{\circ}$$

$$C = \frac{a}{\sin \beta_{\text{п}}} = \frac{1610}{0,8199} = 1964$$

$$\tan \alpha = \frac{b}{c} = \frac{1150}{1964} = 0,5855 \quad \alpha = 30,35^{\circ}$$

$$\sin \alpha = 0,5053 \quad \cos \beta_{\text{п}} = 0,5724$$

$$\cos \alpha = 0,8630 \quad \cos \beta_{\text{пр}} = 0,8199$$

$$R_{\text{пр}}^{\text{п}} = \frac{23,57}{12(0,45 \cdot 0,5053 + 0,8630 + 0,8199)} = 2,1 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке от 2^{ого} сочетания сил:

$$R_{\text{п}}^{\text{п}} = \frac{\Delta F_{\text{п}}}{\eta (\mu \sin \alpha + \cos \alpha + \cos \beta_{\text{п}})} = \frac{5,07}{12(0,45 \cdot 0,5053 + 0,8630 + 0,5724)} = 0,58 \text{ тс}$$

Принята: растяжки из проволоки $\phi 6,5$ мм по 6 нитей в каждой с допустимым усилием на одну растяжку 2,19 тс по продольному усилию.

2539-020401.

Расчет подкладок по смятиюНапряжение смятия подкладки по 1^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^{np}}{S_0} \leq R_{cm}; \quad N_0^{np} = \frac{Q_{wp} + R_p^{np} \times 2 \times N_p^{np} \times \sin \alpha}{2}$$

$$S_0 = 20 \times 50 \times 2 = 2000 \text{ см}^2 \quad N_0^{np} = \frac{37.3 + 2.1 \times 2 \times 12 \times 0.5053}{2} = 31.38 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{31380}{2000} = 16 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Напряжение смятия подкладки по 2^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^2 + F_8}{S_0} \leq R_{cm}; \quad N_0^2 = \frac{Q_{wp} + R_p^2 \times 2 \times N_p^2 \times \sin \alpha}{2}$$

$$F_8 = \frac{F_1}{2} = 5.71 \text{ т} \quad N_0^2 = \frac{37.3 + 0.58 \times 2 \times 12 \times 0.5053}{2} = 22.16 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{22160}{2000} = 11 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Проверка устойчивости груза вдоль платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$\eta = \frac{e_{np}}{h_{цт} - h_{гг}} = \frac{5.91}{0.67} = 8.82 > 1.25 \quad [§ 40 \text{ ТУ}]$$

$$e_{np} = 5.91 \text{ м}$$

Проверка устойчивости груза поперек платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы:

$$\eta = \frac{Q_{гг} \times v_n}{F_n (h_{цт} - h_{гг}) + W_n (h_{ин} - h_{гг})} = \frac{37.3 \times 0.161}{12.31 \times 0.67 + 1.046 \times 0.775} = 0.663 < 1.25$$

$$h_{ин} = 0.775 \text{ м} \quad h_{гг} = 0 \quad v_n = 0.161$$

Условие устойчивости не выполняется, необходимы подкосы

Подкосы ставятся такие же как для блока длиной 16.5 м
(расчет см. на черт. № 2539-02.06.01 лист № 4).Деревянные брусья пришиваются к полу платформы
ю гвоздями $d=8$ мм длиной 250 мм, поставленными конструктивно.

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Едм	Величина
1	База груза	мм	11420
2	Высота цт. балки относительно низа балки	мм	670
3	Высота общего цт. платформы с грузом относительно УГР.	мм	1750
4	Масса груза	т	39,3
5	Смещение цт. груза относительно поперечной оси платформы	мм	50
6	Смещение цт. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№№ поз	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол шт.	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки	6 ф 7	14200	24	4,29	102,96	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
2	П-2	—	—	2	240	480		мм 400 м. 18 2539-02.05.01
3	Болт строительный	M20	500	22	1,613	35,49	Болт 10.9 Ст. 3 по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 283-75
4	Гвоздь	d=6	250	40	0,099	3,96	Ст. 2 по ГОСТ 380-74	ГОСТ 4028-63
5	Гвоздь	d=4	100	16	0,01	0,16		
Итого металла:						623		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол шт.	Объем, м ³		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Подкладка	20*20	277	4	0,110	0,44	Сосна, ель не ниже 3 сорта	ГОСТ 8486-66
2	Прокладка	5*20	67	4	0,007	0,03		
Итого лесоматериалов:						0,5		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе блока железобетонных ребристых пролетных строений длиной 14,3м, изготовленного по типовому проекту №557/II.

Платформа принята грузоподъемностью 62+66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.

2. Блок устанавливается на платформу несимметрично относительно поперечной оси платформы с продольным смещением центра тяжести блока от поперечной оси платформы равным 50мм, при этом вертикальная плоскость, проходящая через центр тяжести блока, должна совпадать с продольной осью платформы.

Со стороны выхода конца пролетного строения за пределы лобового бруса ставится платформа прикрытия, загруженная попутным грузом. Блок укладывается на деревянные брусья, закрепленные к полу платформы гвоздями.

3. Для предотвращения поперечного и продольного смещения блок пролетного строения закрепляется к стоечным скобам платформы при помощи растяжек из проволочных скруток.

Для крепления растяжек в блоке пролетного строения предусмотрены закладные детали.

Для предотвращения опрокидывания блока предусмотрены подкосы.

4. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный блок на платформе вписывается в габарит погрузки.

5. Торцовые и боковые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Расчет к погрузке

Характеристика груза

Груз - ж.б. блок
 Длина блока - 14,3 м
 Ширина блока - 2,08 м
 Высота блока - 1,20 м
 Вес блока - 39,7 т
 Положение ЦТ от подошвы блока - 0,67 м
 Положение ЦТ от низкого борта блока по горизонтали - 0,979 м

Характеристика платформ

Платформа четырехосная
 База - 9,72 м
 Вес платформы - 22 т
 Положение ЦТ от УГР - 0,8 м

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости

Наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом не должна превышать 50 м²

$S_{наветр.} = S_m + S_{ар. под.}$

$S_{пл} = 13 + [(1,20 + 0,35) \times 14,3] = 35,2 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР

$h_{ц.т.} = \frac{Q_{ар} h_{ар} + Q_m h_m}{Q_{ар} + Q_m} \leq 2,3 \text{ м} \quad [§ 34 \text{ ТУ}]$

$h_{ц.т.} = \frac{39,3 \times (1,301 + 0,2 + 0,67) + 22 \times 0,8}{39,3 + 22} = 1,60 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

Определение габаритности груза

Величина расчетного смещения конца груза наружу кривой при радиусе 350 м

$f_n = \frac{500}{R} (v_0 + \pi n) \times \pi n - 105 + K$

$K = 70 \left(\frac{v_0}{v_0} - 1 \right) = 4,28$

$\pi n = 2,34 \text{ м}$

$L = 14,3 \text{ м} \quad v_0 = 9,72 \text{ м}$

$f_n = \frac{500}{R} (9,72 + 2,34) \times 2,34 - 105 + 4,28 = -60 \text{ мм}$

Ширина груза на кривой от оси пути:

$B = 1101 + f_n = 1041 < [1625] \quad \frac{B}{2} = 1625$

Вывод: груз габаритен

Определение минимальной высоты подкладок

$h_0 = Q_{под} \times \zeta_{г.у} + h_n + f_1 + h_3 + h_2 = 1440 \times 0,025 + 100 + 25 = 161 \text{ мм}$

$Q_{под} = 1440 \quad \zeta_{г.у} = 0,025 \quad h_n = 100 \text{ мм} \quad f_1 = 0 \quad h_3 = 25 \text{ мм} \quad h_2 = 0$

Принято: подкладки из бруса по высоте 200 мм

Определение усилий действующих на блок

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = Q_{ар} \times a_{пр}$

$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{ар} (a_{22} - a_{21})}{B_3} \quad a_{пр} = 1200 - \frac{39700 (1200 - 1000)}{63} = 101,3 \text{ тс/т}$

$Q_{ар} = 39,7 \text{ т} \quad F_{пр} = 39,7 \times 101,3 = 4,26 \text{ тс}$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{ар} \times \mu \quad \mu = 0,45 \quad F_{тр} = 39,7 \times 0,45 = 17,87 \text{ тс}$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр} \quad \Delta F_{пр} = 4,26 - 17,87 = -24,73 \text{ тс}$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_n = Q_{ар} \times a_n \quad a_n = 0,33 \quad F_n = 39,7 \times 0,33 = 13,10 \text{ тс}$

Вертикальная инерционная сила: $F_g = Q_{ар} \times a_g \quad F_g = 0,304 \times 39,7 = 12,07 \text{ тс}$

$a_g = 250 + K_3 v_{ар} + \frac{2140}{Q_{ар}} \quad a_g = 250 + 5 \times 0,05 + \frac{2140}{39,7} = 304 \text{ м/с}^2 \quad K_3 = 5 \quad v_{ар} = 0,05 \text{ м/с}$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{ар} \times \mu (1000 - a_n) \quad F_{тр} = 39,7 \times 0,45 (1000 - 304) = 12,43 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_n = 50 S_n \quad S_n = 1,55 \times 14,3 = 22,16 \text{ м}^2 \quad W_n = 50 \times 22,16 = 1,108 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_n = \pi \times (F_n + W) - F_{тр} \quad \pi = 1,25 \quad \Delta F_n = 1,25 (13,10 + 1,108) - 12,43 = 5,33 \text{ тс}$

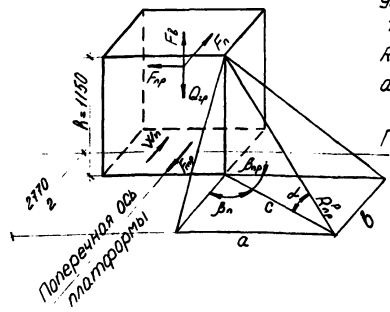
Определение усилий в растяжках

Усилие в растяжке от 1^{ого} сочетания сил:

$R_{пр}^0 = \frac{\Delta F_{пр}}{\pi \times (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \times \cos \beta_{пр})}$

α - наименьшая провеса растяжки на продольную ось

Продольная ось платформы



$\zeta_{г.у} = \frac{a}{b} = \frac{1610}{1124} = 1,432$

$\beta_n = 53,08^\circ \quad \beta_{пр} = 90^\circ - 53,08^\circ = 34,92^\circ$

$C = \frac{a}{\sin \beta_n} = \frac{1610}{0,8199} = 1964 \text{ мм}$

$\zeta_{г.д} = \frac{b}{C} = \frac{1150}{7984} = 0,5855 \quad \alpha = 30,35^\circ$

$\sin \alpha = 0,5053$

$\cos \beta_n = 0,5724$

$\cos \alpha = 0,8630$

$\cos \beta_{пр} = 0,8199$

$n_{пр}^0 = 12 \quad n_n^0 = 12$

$R_{пр}^0 = \frac{24,73}{12 (0,45 \cdot 0,5053 + 0,8630 \cdot 0,8199)} = 2,21 \text{ тс}$

Усилие в растяжке от 2^{ого} сочетания сил:

$$R_0^* = \frac{\Delta F_n^*}{\eta(M \sin \alpha + \cos \alpha + \cos \beta n)} = \frac{5.33}{12(0.45 \cdot 0.5053 + 0.8630 \cdot 0.5724)} = 0.62 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки $\phi 7$ мм по 6 нитей в каждой с допусковым усилием на одну растяжку - 2,55 тс

Расчет подкладок по смятию

Напряжение смятия подкладки по 1^{му} сочетанию сил

$$\alpha = \frac{N_0^*}{S_0} \leq R_{см}; \quad N_0^* = \frac{Q_0^* + R_0^* \cdot 2 \cdot \eta_0^* \cdot \sin \alpha}{2}$$

$$S_0 = 20 \cdot 50 \cdot 2 = 2000 \text{ см}^2 \quad N_0^* = \frac{39.7 + 2.21 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 0.5053}{2} = 33.25 \text{ тс}$$

$$\alpha_c = \frac{33.250}{2000} = 16.6 \text{ кгс/см}^2 < 30 \text{ кгс/см}^2$$

Напряжение смятия подкладки по 2^{ому} сочетанию сил:

$$\alpha = \frac{N_0^* + F_x}{S_0} \leq R_{см}; \quad N_0^* = \frac{Q_0^* + R_0^* \cdot 2 \cdot \eta_0^* \cdot \sin \alpha}{2};$$

$$F_x = \frac{F_x}{2} = 6.04 \text{ тс} \quad N_0^* = \frac{39.7 + 0.62 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 0.5053}{2} = 23.61 \text{ тс}$$

$$\alpha_c = \frac{23.610 + 6.040}{2000} = 14.8 \text{ кгс/см}^2 < 30 \text{ кгс/см}^2$$

Проверка устойчивости груза вдоль платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$\eta_{пр} = \frac{e_{пр}}{h_{от} - h_y} = \frac{5.91 \text{ м}}{0.67} = 8.82 > 1.25$$

$$e_{пр} = 5.91 \text{ м}$$

Проверка устойчивости груза поперек платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы:

$$\eta_{п} = \frac{Q_0^* \cdot b_n}{F_n(h_{от} - h_y) + W_n(h_{от} - h_y)} = \frac{39.7 \cdot 0.161}{13.10 \cdot 0.67 + 1.108 \cdot 0.775} = 0.68 < 1.25$$

$$h_{от} = 0.775 \text{ м} \quad h_y = 0 \quad b_n = 0.161 \text{ м}$$

Условие устойчивости не выполняется, необходимы подкосы.

Подкосы ставятся такие же как для блока длиной 16.5 м

(расчет см. на черт. № 2539-02.06.01, лист № 4)

Деревянные друсья пришиваются к полу платформы 10 шпильками $\phi 8$ мм длиной 250 мм, поставленными конструктивно.

Характеристика схемы погрузки

№ п/п	Наименование	Едм	Величина
1	База груза	мм	11420
2	Высота цт. балки относительно низа балки	мм	915
3	Высота общего цт. платформы с грузом относительно УГР.	мм	1915
4	Масса груза	т	49,2
5	Смещение цт. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение цт. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№ поз	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим
					ед	общ		
1	Растяжка из проволоки	8 Ø 6,5	17600	24	4,58	109,02	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
2	П-2			2	240	480		см 4 едм 2539-02/1000
3	Болт строительный	M20	500	22	1,613	35,49	болт, шайба: ГОСТ 3274 ГОСТ 10916-63, 380-71*	
4	Гвоздь	d=8	250	40	0,099	3,96	Ст. 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75, ГОСТ 4028-68
5	Гвоздь	d=4	100	16	0,01	0,16		
Итого металла:						630		

Спецификация лесоматериалов

№ поз	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Прим
					ед	общ		
1	Подкладка	20*20	277	4	0,110	0,44	Сосна, ель не ниже 3 сорта	ГОСТ 8486-68**
2	Прокладка	5*20	67	4	0,007	0,03		
Итого лесоматериалов:						0,5		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка НА 4^х-осной платформе блока железобетонных ребристых пролетных строений длиной 16,5м, изготовленного по типовому проекту №557/II.
Платформа принята грузоподъемностью 62±66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Блок устанавливается на платформу симметрично относительно поперечной оси платформы, при этом вертикальная плоскость, проходящая через центр тяжести блока, должна совпадать с продольной осью платформы.
С обеих сторон платформы с блоком пролетного строения ставятся платформы прикрытия, загруженные попутным грузом.
Блок укладывается на деревянные брусья, закрепленные к полу платформы гвоздями.
- Для предотвращения поперечного и продольного смещения блок пролетного строения закрепляется к стоечным скобам платформы при помощи растяжек из проволочных скруток.
Для крепления растяжек в блоке пролетного строения предусмотрены закладные детали.
Для предотвращения опрокидывания блока предусмотрены подкосы.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный блок на платформе вписывается в габарит погрузки.
- Торцовые и боковые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 198гг.

Расчет к погрузке

I Характеристика груза

Груз - ж.б. блок
 Длина блока - 16,5 м
 Ширина блока - 2,08 м
 Высота блока - 1,40 м
 Вес блока - 49,2 т
 Положение Ц.Т. от подошвы блока - 0,915 м
 Положение Ц.Т. от нижнего борта блока по горизонтали - 0,97 м

II Характеристика платформы

Платформа четырехосная
 База - 9,72 м
 Вес платформы - 22 т
 Положение Ц.Т. от нижнего борта УГР - 0,8 м

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости

Наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом не должна превышать 50 м²

$$S_{наветр.} = S_{пл} + S_{гр.}$$

$$S_{пл} = 13 + L \cdot [(1,40 + 0,35) \cdot 16,5] = 41,9 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР

$$h_{общ.} = \frac{Q_{гр} \cdot h_{гр} + Q_{пл} \cdot h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leq 2,3 \text{ м} \quad [534 \text{ ТЧ}]$$

$$h_{общ.} = \frac{49,2 \cdot (1,301 + 0,2 \cdot 0,915) + 22 \cdot 0,8}{49,2 + 22} = 1,92 < 2,3 \text{ м}$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

IV Определение габаритности груза

Величина расчетного смещения конца груза наружу кривой при радиусе 350 м

$$f_n = -\frac{500}{R} (C_8 + n_n) \cdot n_m - 105 + K$$

$$K = 70 \left(\frac{L}{L_0} - 1,41 \right) = 20,13$$

$$n_m = 0,5(L - L_0) = 3,39$$

$$L = 16,5 \text{ м} \quad L_0 = 9,72 \text{ м}$$

$$f_n = \frac{500}{R} (9,72 + 3,39) \cdot 3,39 - 105 + 20,13 = -21,38 \text{ мм}$$

Ширина груза на кривой от оси пути:

$$B = 1110 + f_n = 1108,6 \text{ мм} \quad [1625] \quad \frac{B}{2} = 1625 \text{ мм}$$

Определение минимальной высоты подкладок

$$h_0 = a_{под.} \cdot t_{г.} \cdot \gamma + h_n + f_r + h_3 + h_5 = 2490 \cdot 0,025 + 100 + 25 = 181 \text{ мм}$$

$$a_{под.} = 2490 \text{ мм} \quad t_{г.} = 0,025 \quad h_n = 100 \text{ мм} \quad f_r = 0 \quad h_3 = 25 \text{ мм} \quad h_5 = 0$$

Принято: подкладки из бруса по высоте 200 мм

V Определение усилий действующих на блок

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = Q_{гр} \cdot a_{пр}$

$$a_{пр} = a_{z2} - \frac{Q_{гр} (a_{z2} - a_{z1})}{63} \quad a_{пр} = 1200 - \frac{49200 (1200 - 1000)}{63} = 1044 \text{ км/ч}^2$$

$$Q_{гр} = 49,2 \text{ т} \quad F_{пр} = 49,2 \cdot 1,044 = 51,4 \text{ тс}$$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \cdot \mu \quad \mu = 0,45 \quad F_{тр} = 49,2 \cdot 0,45 = 22,14 \text{ тс}$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр} \quad \Delta F_{пр} = 51,4 - 22,14 = 29,26 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_n = Q_{гр} \cdot a_n \quad a_n = 0,33 \quad F_n = 49,2 \cdot 0,33 = 16,2 \text{ тс}$

Вертикальная инерционная сила: $F_v = a_v \cdot Q_{гр} \quad F_v = 0,293 \cdot 49,2 = 14,4 \text{ тс}$

$$a_v = 250 + K_3 \cdot v_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} \quad a_v = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{49,2} = 293 \text{ км/ч}^2 \quad K_3 = 5 \quad v_{гр} = 0$$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \cdot \mu (1000 - a_v) \quad F_{тр} = 49,2 \cdot 0,45 (1000 - 293) = 15,65 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_n = 50 \cdot S_n \quad S_n = 175 \cdot 16,5 = 28,88 \text{ м}^2 \quad W_n = 50 \cdot 28,88 = 1,44 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n = n \cdot (F_n + W) - F_{тр} \quad n = 1,25 \quad \Delta F_n = 1,25 (16,2 + 1,44) - 15,65 = 6,4 \text{ тс}$$

VI Определение усилий в растяжках

Усилия в растяжке от

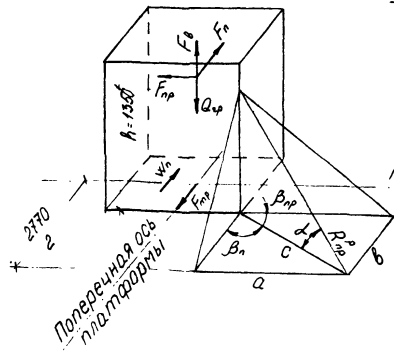
1^{ого} сочетания сил:

$$R_{р}^{по} = \frac{\Delta F_{пр}^{по}}{n_r (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta_{пр})}$$

α - наименьшая проекция растяжки на продольную ось

$$n_r^{по} = 12, \quad n_r^{по} = 12$$

Продольная ось платформы



$$t_{г.} \beta_n = \frac{a}{b} = \frac{1610}{1115} = 1,444$$

$$\beta_n = 55,29^\circ \quad \beta_{пр} = 90^\circ - 55,29^\circ = 34,71^\circ$$

$$C = \frac{a}{\sin \beta_n} = \frac{1610}{0,822} = 1959$$

$$t_{г.} \alpha = \frac{1350}{1959} = 0,6891 \quad \alpha = 34,57^\circ$$

$$\sin \alpha = 0,5674 \quad \cos \beta_n = 0,5694$$

$$\cos \alpha = 0,8234 \quad \cos \beta_{пр} = 0,822$$

$$R_{р}^{по} = \frac{29,26}{12 (0,45 \cdot 0,5674 + 0,8234 \cdot 0,8220)} = 2,62 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке от 2^{го} сочетания сил:

$$R_0^p = \frac{\Delta F_0^p}{n(\mu \sin \alpha + \cos \alpha + \cos \beta_n)} = \frac{6.4}{12(0.15 \cdot 0.5674 + 0.8234 + 0.5674)} = 0.736 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки ф6.5 мм по 8 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку 2.92 т по продольному усилию.

Расчет подкладок по смятию

Напряжения смятия подкладки по 1^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^{np}}{\beta_0} \leq R_{cm}; N_0^{np} = \frac{Q_0^p + R_0^p + 2 \times P_0^p \sin \alpha}{2}$$

$$\sigma_c^i = 20 \times 50 \times 2 = 2000 \text{ см}^2; N_0^{np} = \frac{49.2 + 2.62 \times 2 \times 12 \times 0.5674}{2} = 42.44 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{42440}{2000} = 21.22 \% \text{ см}^2 < [30 \% \text{ см}^2]$$

Напряжения смятия подкладки по 2^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^{np} + F_0^p}{\beta_0} \leq R_{cm}; N_0^{np} = \frac{Q_0^p + R_0^p + 2 \times P_0^p \sin \alpha}{2}$$

$$F_0^p = \frac{F_0}{2} = \frac{14.4}{2} = 7.2 \text{ тс}; N_0^{np} = \frac{49.2 + 0.74 \times 2 \times 12 \times 0.5674}{2} = 29.64 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{29640 + 7200}{2000} = 18.4 \% \text{ см}^2 < [30 \% \text{ см}^2]$$

Проверка устойчивости груза вдоль платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$\eta_{np} = \frac{e_{np}}{h_{цт} - h_{np}} = \frac{5.91}{0.915} = 6.46 > [1.25]$$

$$e_{np} = \frac{11.42}{2} + 0.2 = 5.91 \text{ м}; h_{np}^0 = 0$$

Проверка устойчивости груза поперек платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы:

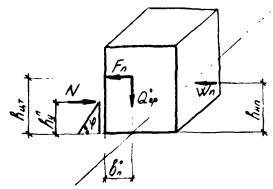
$$\eta_n = \frac{Q_0^p \times \delta_n}{F_n(h_{цт} - h_n^0) + W_n(h_{nn} - h_n^0)} = \frac{49.2 \times 0.17}{16.2 \times 0.915 + 1.44 \times 0.915} = 0.52 < [1.25]$$

$$h_{nn} = \frac{1.75}{2} = 0.875 \text{ м}; h_n^0 = 0; \delta_n = 0.17 \text{ м}$$

Условие устойчивости не выполняется, необходимы подкосы.

Расчет подкосов

Определение усилия действующего на упор при опрокидывании



$$M_{опр} = (F_n \cdot h_{цт} + W_n \cdot h_{nn})n; n = 1.25$$

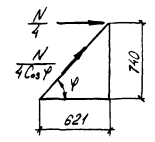
$$M_{уп} = Q_0^p \cdot \delta_n + N \cdot h_n^0; h_n^0 = 0.6 \text{ м}$$

$$N = \frac{(F_n \cdot h_{цт} + W_n \cdot h_{nn})n - Q_0^p \cdot \delta_n}{h_n^0}$$

$$N = \frac{(6.2 \cdot 0.915 + 1.44 \cdot 0.875)1.25 - 49.2 \cdot 0.17}{0.6} = 19.57 \text{ т}$$

$$\frac{N}{2} = \frac{19.57}{2} = 9.78 \text{ т} - \text{усилие на один упор}$$

Расчет сварных соединений упора



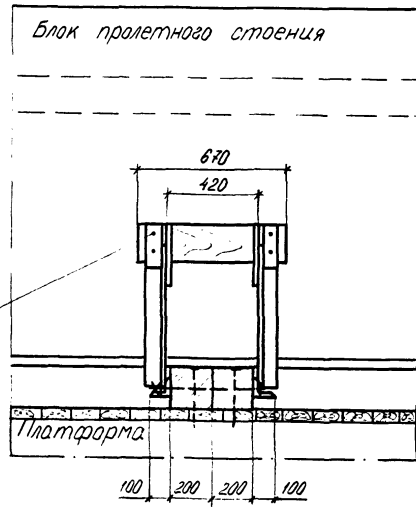
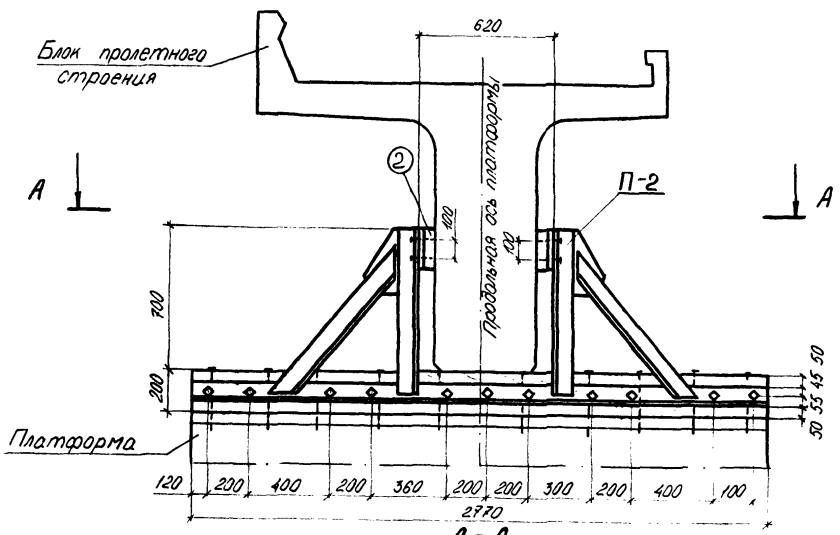
$$\frac{N}{4 \cos \varphi} = 7.61 \text{ т} - \text{усилие в подкосе}$$

$$t_{св} \varphi = 1.1918; \varphi = 50^\circ; \cos \varphi = 0.643; h_{св} = 10 \text{ мм}; \sigma_{св} = \sigma_{св}$$

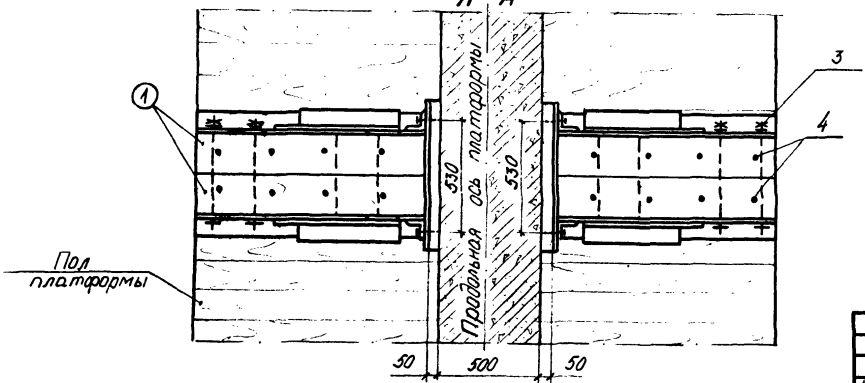
$$\frac{7.610}{\beta \sigma_{св} h_{св}} \leq R_{св} = 1500 \text{ кг/см}^2; \frac{7.610}{0.7 \cdot 8 \cdot 1} = 13.59 < 1500 \text{ кг/см}^2$$

Деревянные брусья пришиваются к полу платформы 10 гвоздями d=8 мм длиной 250 мм, поставленными конструктивно.

I



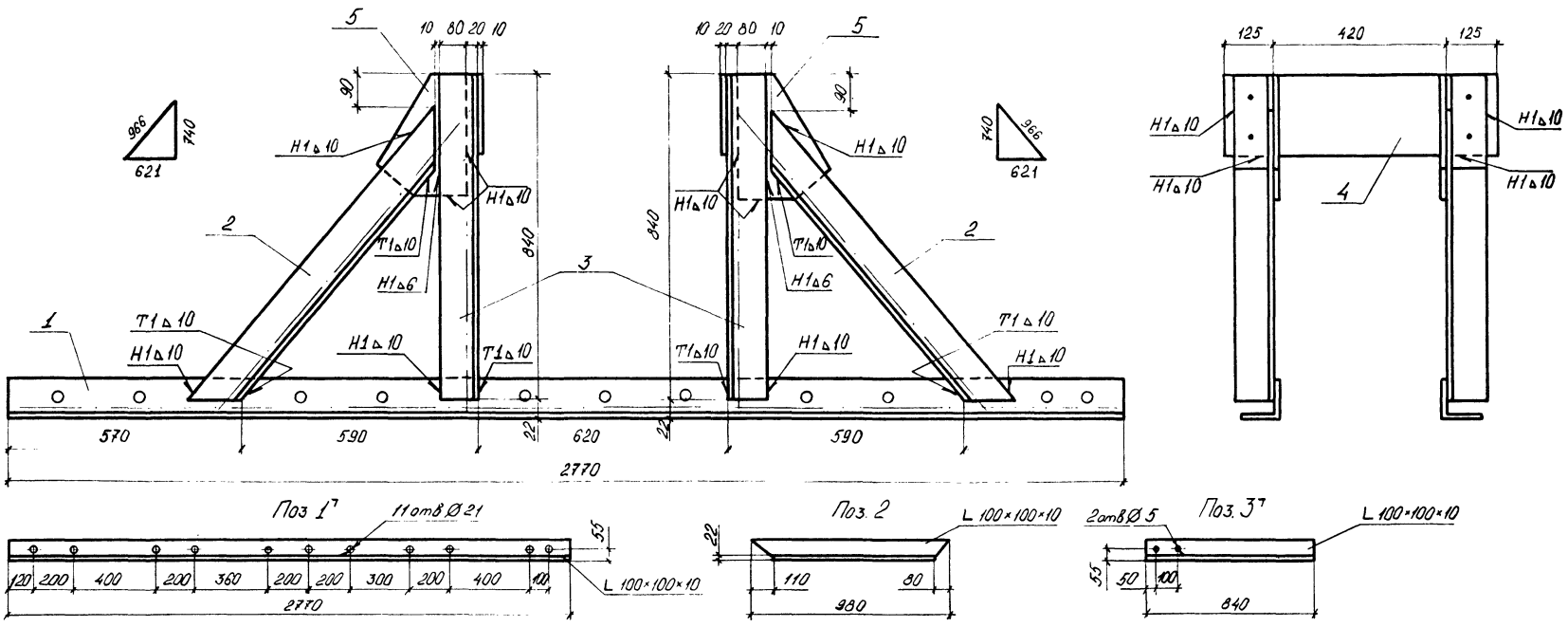
A-A



2539-020602

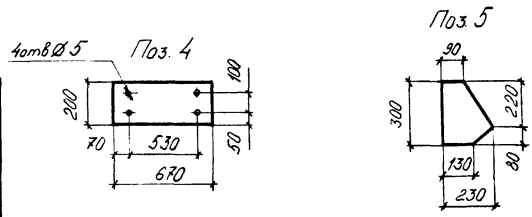
Нач. отд.	Грайзенский								
ГИП	Грайзенский								
Н. контр.	Новолябский								
Вук. групп.	Гуревич								
Инженер	Надь								
Размещение и крепление блока рефрижератора пролетного строения $S_n = 16,5$ м на ж-д платформе. Узел I.							Литер	Лист	Листов
							РП	1	2
							Гипротранспуль		

Упор для блоков длиной $l_{\text{л}} = 16.5\text{ м}, 14.3\text{ м}, 13.5\text{ м}$.



Спецификация металла

Марка	№ поз	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт	Масса, кг		Материал		Прим.
						ед	общ	обычное исполнение	северное исполнение	
П-2	1	Опорный узелок	L100x100x10	2770	1	41.83	41.83	ВСт3пс6	09Г2С-15	
	2	Подкос	— " —	980	2	14.80	29.60			
	3	Стойка	— " —	840	2	12.68	25.36			
	4	Прокладка	-200x10	670	2	10.52	21.04			
	5	Фасонка	шз-300x10	300	4	5.42	21.68			
Итого со сварными швами;							240			



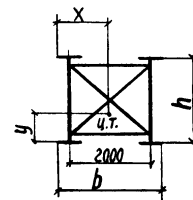
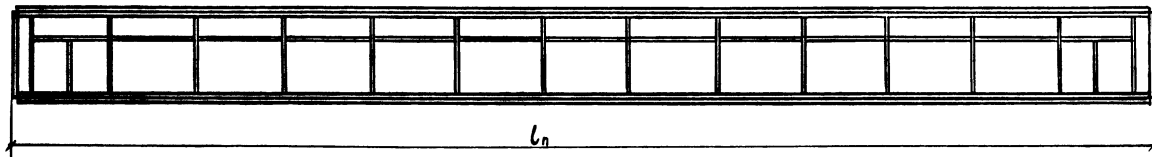
РАЗДЕЛ 3. ПОГРУЗКА, РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ ЦЕЛЬНОПЕРЕВОЗИМЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ
ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ / ТИПОВОЙ ПРОЕКТ ИНВ. № 82I/I,II,III /
НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМАХ.

СОСТАВ РАЗДЕЛА

№№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
I	2	3	4
I	2539-03.01.01.	Цельноперевозимые металлические пролетные строения /проект инв. № 82I/I,II,III /. Основные характеристики.	57
2	2539-03.02.01.	Размещение и крепление цельноперевозимого металлического пролетного строения длиной $l_n = 18,8$ м на ж.-д. платформе.	58÷64
3	2539-03.03.01.	Размещение и крепление цельноперевозимого металлического пролетного строения длиной $l_n = 23,6$ м на ж.-д. платформе.	65÷71
4	2539-03.04.01.	Размещение и крепление цельноперевозимого металлического пролетного строения длиной $l_n = 27,6$ м на ж.-д. платформе.	72÷78

				2539-03.00.00.		
Исполн.	Горбаченский	Горбаченский		Литер	Лист	Листов
ГИП	Горбаченский	Горбаченский		РП	1	1
Исполн. кон.	Горбаченский	Горбаченский		Гипротранспуть		
Рис. выполн.	Гуревич	Гуревич				
Инженер	Нодь	Нодь				

Состав раздела 3



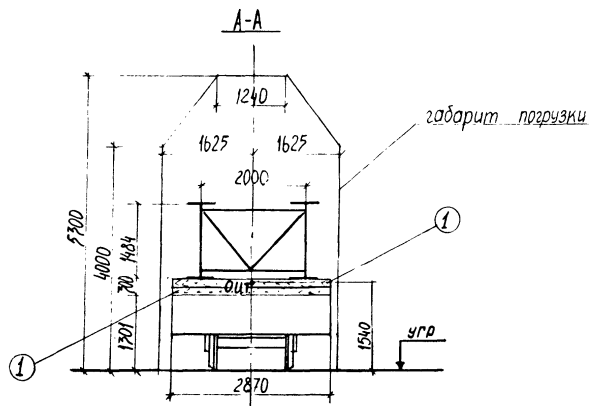
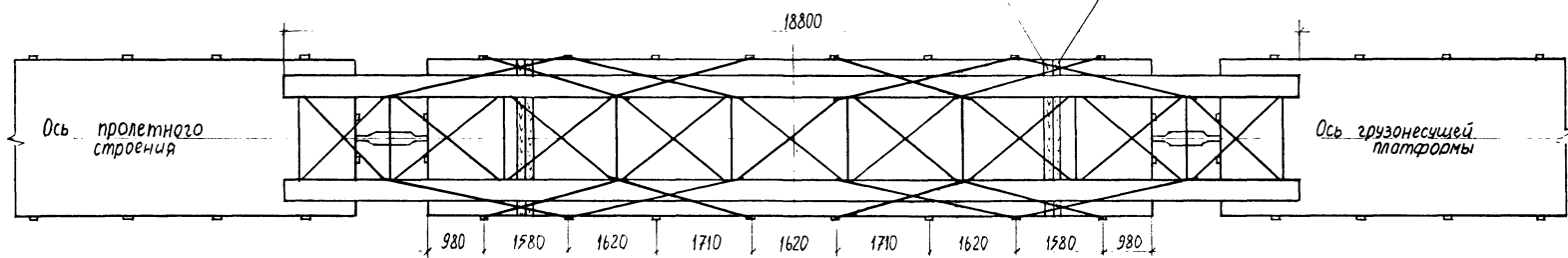
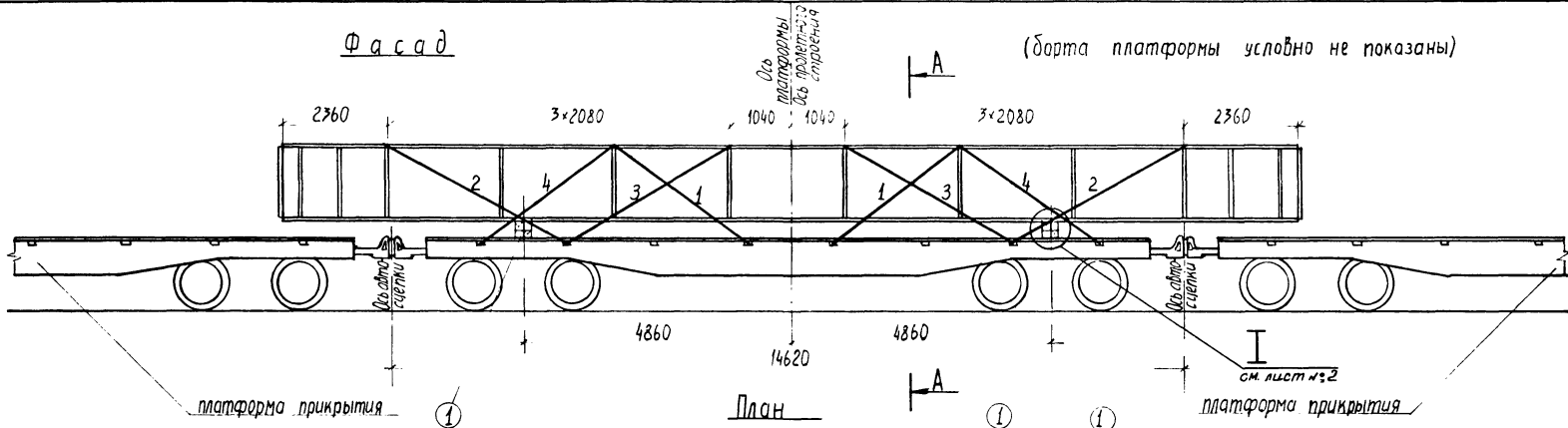
Основные характеристики сварных пролетных строений под один
ж.д. путь с ездой поверху пролетами 18,2 ÷ 27,6 м

№ п/п	Полная длина L_n м	Расчет- ная длина L_p м	Высота пр. стр. h см	Ширина пр. стр. b см	Положение ч.т. мм		Масса пр. стр. т
					X	Y	
1	27,6	27,0	211	249	1245	1055	45,57
2	23,6	23,0	206	242	1210	1030	29,02
3	18,8	18,2	146	249	1245	730	20,38

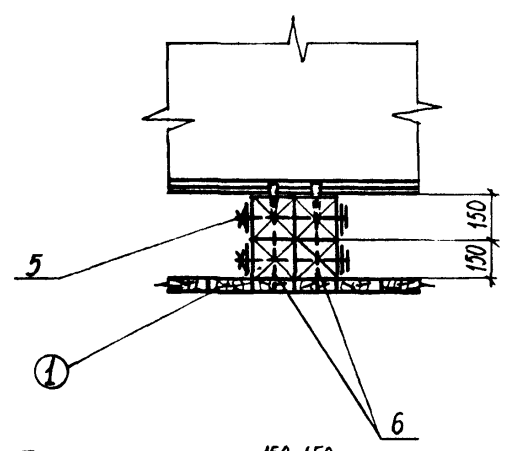
				2539-03 01 01			
Исх. отд.	Гродзенский			Цельноперевозимые металличе- ские пролетные строения (проект инв. №: 321/Г, II, III). Основные характеристики.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский				РП	1	1
И. контр.	Новопольский				Гипротранспуть		
Рук. гр.	Гуревич						
Инженер	Данков						

Фасад

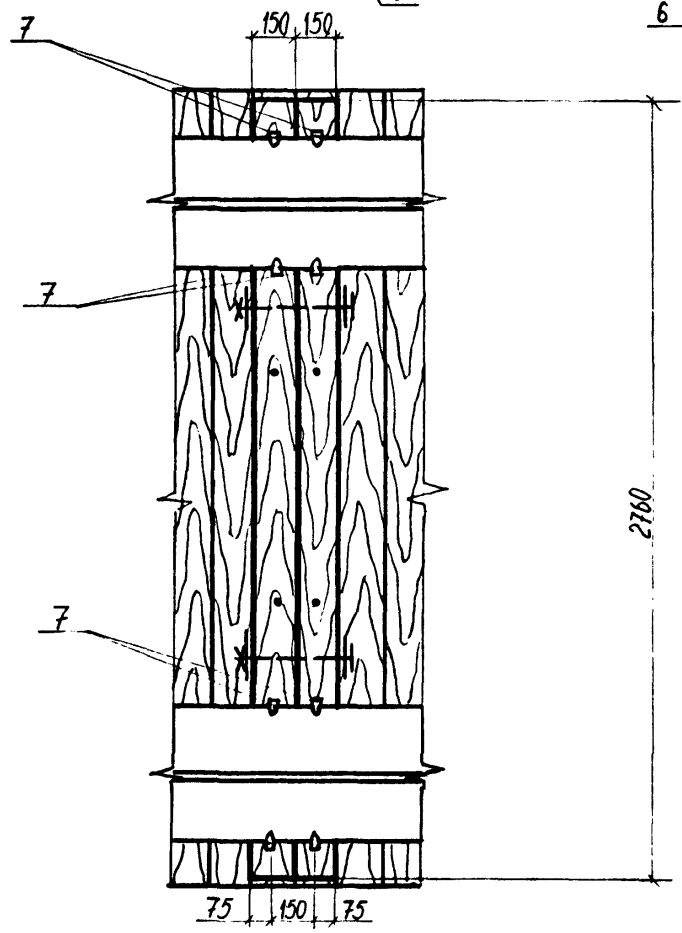
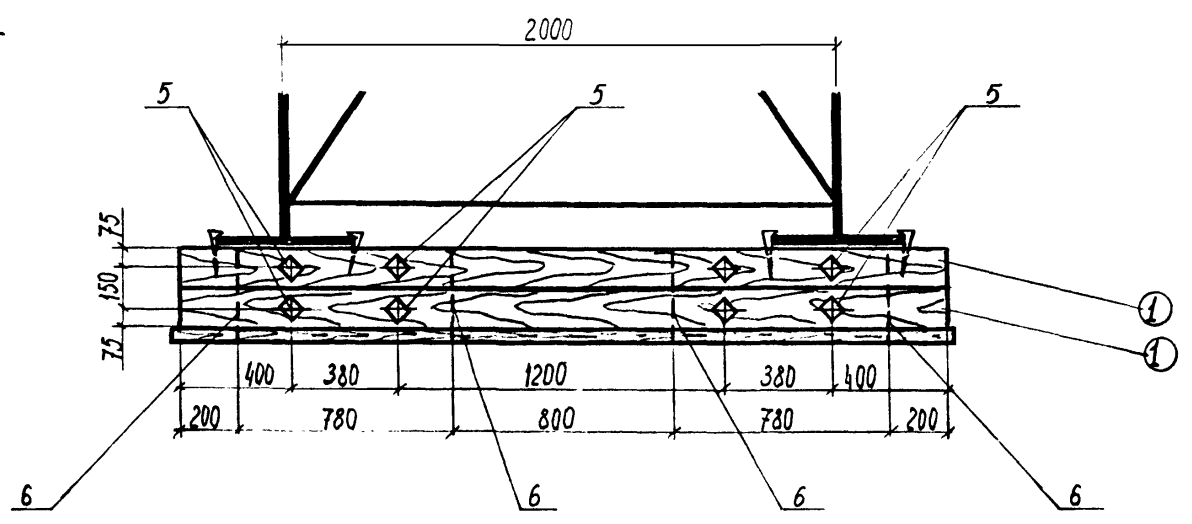
(борта платформы условно не показаны)



2539-03.02.01.			Литер	Лист	Листов
Нач отд	Грозденский		РП	1	7
ГПП	Грозденский		Размещение и крепление цельноперевозимого металлического пролетного строения длиной L=18,8 м на ж-д платформе.		
Н контр	Новолодский		Гипротрансплутб		
Рук зр	Гребич				
Инженер	Данкоб				



I



Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Ед.изм.	Величина
1	База груза	мм	9720
2	Высота ч.т. пролётного строения относительно его низа	мм	730
3	Высота общего ч.т. платформы с грузом относительно УГР	мм	1540
4	Масса груза	т	20,38
5	Смещение ч.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение ч.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла креплений

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса кг.		Материал	Примечание
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки	8φ6,3	31000	4	7,6	30	Сталь по ГОСТ 14085-75	ГОСТ 3282-74
2	— " — " — " —	8φ6,3	36600	4	9,0	36		
3	— " — " — " —	8φ6,3	36300	4	8,9	36		
4	— " — " — " —	8φ6,3	32900	4	8,1	32		
5	Строительный болт с гайкой и двумя шайбами	M16	350	16	0,6	10	В Ст.3 по ГОСТ 380-71*	—
6	Штырь	φ 12	350	16	0,3	5	В Ст.3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2590-74
7	Костыль путейский	—	165	16	0,4	6	Ст.3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5812-54
Итого металла:						155		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³		Материал	Примечание
					ед.	общ.		
①	Опорный брус	15×15	287	8	0,062	0,51	Госна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-66*
Итого лесоматериалов:						0,5		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка металлического пролётного строения длиной 18,8м на 4^х-осной грузонесущей платформе в сцепе с двумя платформами прикрытия. Пролётные строения изготовлены по типовому проекту инв. №82/И. Грузонесущая платформа принята грузоподъёмностью 62-66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Пролётное строение размещается на платформе симметрично относительно поперечной оси грузонесущей платформы, при этом в плане продольная ось пролётного строения должна совпадать с продольной осью платформы.
- Пролётное строение устанавливается на деревянные подкладки. Подкладки состоят из 4^х брусков 150х150мм, объединённых между собой горизонтальными болтами и вертикальными штырями в пакет.
- Для предотвращения поперечного и продольного смещений пролётное строение прикрепляется к стоечным скобам грузонесущей платформы при помощи растяжек из проволочных скруток. На пролётном строении растяжки крепятся к фанонкам ветровых связей.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанные пролётные строения на платформе вписываются в габарит погрузки.
- Торцовые и боковые борты платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

2539-03.02.01

Расчет к нагрузке

I Характеристика груза

Груз - металлическое пролетное строение

Длина пролетного строения - 18,8 м

Ширина пролетного строения - 2,49 м

Высота пролетного строения - 1,46 м

Вес пролетного строения - 20,38 т

II Характеристика платформы

Платформа четырехосная

База - 9,72 м

Вес платформы - 22 т

Положение ЦТ от УГР - 0,8 м

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{\text{ц.т.}} = \frac{Q_{\text{гр}} \cdot h_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}} \cdot h_{\text{пл}}}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}}} < 2,3 \text{ м}$$

$$h_{\text{пл}} = 0,8 \text{ м}$$

$$h_{\text{гр}} = 2,331 \text{ м}$$

$$h_{\text{ц.т.}} = \frac{20,38 \cdot (1,301 + 0,7) + 22 \cdot 0,8}{20,38 + 22} = 1,54 < [2,3 \text{ м}]$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{\text{пл.}} + S_{\text{гр.}} \leq 50 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{пл.}} = 13 \text{ м}^2$$

$$S = 13 + 18,8 \times 1,46 = 40,4 \text{ м}^2 < [50 \text{ м}^2]$$

$$S_{\text{гр.}} = 27,4 \text{ м}^2$$

Следовательно, общая поперечная устойчивость соблюдается.

IV Определение усилий, действующих на пролетное строение.

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила

$$F_{\text{пр.}} = a_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{гр.}}$$

$$a_{\text{пр}} = 1,2 \text{ тс/т}$$

$$F_{\text{пр.}} = 1,2 \cdot 20,38 = 24,46 \text{ тс}$$

Сила трения:

$$F_{\text{тр.}}^{\text{пр.}} = Q_{\text{гр.}} \cdot \mu$$

$$\mu = 0,4$$

$$F_{\text{тр.}}^{\text{пр.}} = 20,38 \cdot 0,4 = 8,15 \text{ тс}$$

Продольное усилие, воспринимаемое креплением:

$$\Delta F_{\text{пр.}} = F_{\text{пр.}} - F_{\text{тр.}}^{\text{пр.}}$$

$$\Delta F_{\text{пр.}} = 24,46 - 8,15 = 16,31 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила:

$$F_n = a_n \cdot Q_{\text{гр.}}$$

$$a_n = 0,33 \text{ тс/т}$$

$$F_n = 0,33 \cdot 20,38 = 6,72 \text{ тс}$$

Вертикальная инерционная сила:

$$F_v = a_v \cdot Q_{\text{гр.}}$$

$$a_v = 250 + k \cdot v_{\text{г.в.}} + \frac{2140}{Q_{\text{гр.}}^2}$$

$$k = 5, \quad v_{\text{г.в.}} = 0; \quad Q_{\text{гр.}} = 20,38 \text{ т}$$

$$a_v = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{20,38^2} = 355 \text{ кгс/кг}$$

$$F_v = 0,355 \cdot 20,38 = 7,23 \text{ тс}$$

ветровая нагрузка:

$$W_n = 50 \cdot S_n$$

$$W_n = 50 \cdot 27,4 = 1370 \text{ кгс} = 1,37 \text{ тс}$$

$$S_n = S_{\text{гр.}}$$

Сила трения:

$$F_{\text{тр.}}^{\text{п.}} = Q_{\text{гр.}} \cdot \mu \cdot (1000 - a_v)$$

$$F_{\text{тр.}}^{\text{п.}} = 20,38 \cdot 0,4 \cdot (1000 - 355) = 5,2 \text{ тс}$$

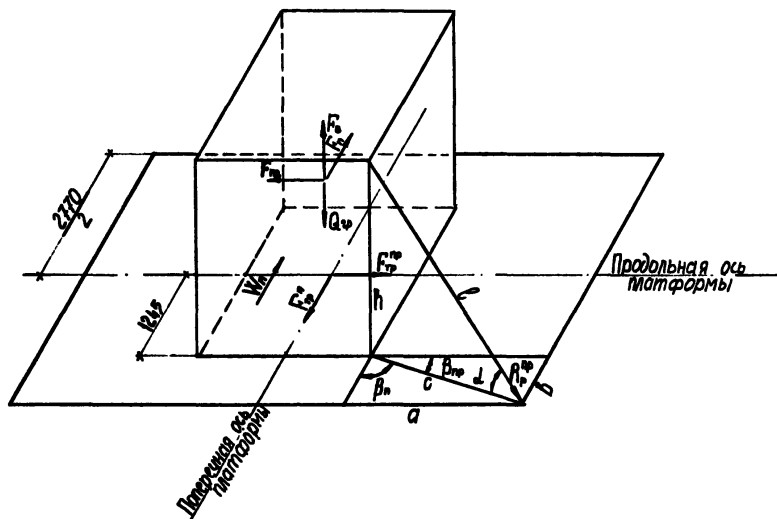
Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n = n(F_n + W_n) - F_{\text{тр.}}^{\text{п.}}$$

$$n = 1,25$$

$$\Delta F_n = 1,25(6,72 + 1,37) - 5,2 = 4,91 \text{ тс}$$

∇ Определение усилий в растяжках.



Усилия в растяжке от 1^{го} сочетания сил:

$$R_p^m = \frac{\Delta F_{np}}{\sum (\mu \cdot \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cdot \cos \beta_{np1})}$$

$$a_1 = 2510 \text{ мм}$$

$$a_2 = 3140 \text{ мм}$$

$$a_3 = 3100 \text{ мм}$$

$$a_4 = 2600 \text{ мм}$$

$$b = 140 \text{ мм}$$

$$h = 1760 \text{ мм}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c_1 = \sqrt{2510^2 + 140^2} = 2714 \text{ мм}$$

$$c_2 = \sqrt{3140^2 + 140^2} = 3147 \text{ мм}$$

$$c_3 = \sqrt{3100^2 + 140^2} = 3107 \text{ мм}$$

$$c_4 = \sqrt{2600^2 + 140^2} = 2604 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \beta_{np}^1 = \frac{2310}{2714} = 0,998 \quad ; \quad \cos \beta_{np}^3 = \frac{3100}{3107} = 0,999$$

$$\cos \beta_{np}^2 = \frac{3140}{3147} = 0,999 \quad ; \quad \cos \beta_{np}^4 = \frac{2600}{2604} = 0,998$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$l_1 = \sqrt{1760^2 + 2714^2} = 2907 \text{ мм}$$

$$l_2 = \sqrt{1760^2 + 3147^2} = 3602 \text{ мм}$$

$$l_3 = \sqrt{1760^2 + 3107^2} = 3567 \text{ мм}$$

$$l_4 = \sqrt{1760^2 + 2604^2} = 3143 \text{ мм}$$

$$\cos \alpha_i = \frac{c}{l}$$

$$\cos \alpha^1 = \frac{2314}{2907} = 0,796 \quad ; \quad \cos \alpha^3 = \frac{3103}{3567} = 0,87$$

$$\cos \alpha^2 = \frac{3143}{3602} = 0,87 \quad , \quad \cos \alpha^4 = \frac{2604}{3143} = 0,828$$

$$\sin \alpha_i = \frac{h}{l}$$

$$\sin \alpha^1 = \frac{1760}{2907} = 0,605 \quad ; \quad \sin \alpha^3 = \frac{1760}{3567} = 0,493$$

$$\sin \alpha^2 = \frac{1760}{3602} = 0,489 \quad ; \quad \sin \alpha^4 = \frac{1760}{3143} = 0,56$$

$$R_p^m = \frac{16,71}{\begin{aligned} & [(0,4 \times 0,605 + 0,796 \times 0,998) + (0,4 \times 0,489 + 0,87 \times 0,999) + (0,4 \times 0,493 + 0,87 \times 0,999) + \\ & + (0,4 \times 0,56 + 0,828 \times 0,998)] \times 2 = \frac{16,31}{4,22 \times 2} = 1,93 \text{ тс} \end{aligned}}$$

Усилие в растяжке от 2^{го} сочетания сил:

$$R_p^0 = \frac{\Delta F_n^p}{\sum (\mu \cdot \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cdot \cos \beta_n)} ;$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_n^1 = \frac{140}{2714} = 0.06$$

$$\cos \beta_n^2 = \frac{140}{7103} = 0.045$$

$$\cos \beta_n^3 = \frac{140}{7147} = 0.044$$

$$\cos \beta_n^4 = \frac{140}{2604} = 0.054$$

$$R_p^0 = \frac{4,91}{[(0,4 \times 0,605 + 0,796 \times 0,06) + (0,4 \times 0,489 + 0,87 \times 0,044) + (0,4 \times 0,493 + 0,87 \times 0,045) + (0,4 \times 0,56 + 0,828 \times 0,054)] \times 2} = \frac{4,91}{2 \times 1,03} = 2,38 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки ф 6,7 мм по 8 нитей в каждой с допусаемым усилием на одну растяжку 2,72 тс.

VI Определение размеров подкладок.

Определение высоты:

$$h_0 = a_n + i g \gamma + h_n + f_r + h_3 + h_5$$

$$a_n = 3640 \text{ мм} \quad i g \gamma = 0,025$$

$$h_n = 100 \text{ мм} \quad h_3 = 25 \text{ мм}$$

$$h_5 = 0$$

$$f_r = \frac{q \times \pi \times \ell^3}{24 E J} \left(1 - 6 \frac{\pi^2}{\ell^2} - 3 \frac{\pi^2}{\ell^2} \right)$$

$$\pi = 4,54 \text{ м} ; \quad \ell = 9,72 \text{ м} ; \quad q = 0,54 \text{ т/м}$$

$$E = 2,1 \times 10^7 \text{ т/м}^2 ; \quad J = 0,0147 \text{ м}^4$$

$$f_r = \frac{0,54 \times 4,54 \times 9,72^3}{24 \times 2,1 \times 10^7 \times 0,0147} \left(1 - 6 \frac{4,54^2}{9,72^2} - 3 \frac{4,54^2}{9,72^2} \right) = 0,00018 \text{ м} = 0,2 \text{ мм}$$

$$h_0 = 3640 + 0,025 + 100 + 0,2 + 25 + 0 = 216 \text{ мм}$$

Принято $h_0 = 0,3 \text{ м}$

Проверка на устойчивость:

$$b_0 \geq \frac{2 \cdot (1,25 N_0 \mu h_0 - P_0 h_0)}{N_0}$$

$$P_0 = 0$$

$$N_0^0 = \frac{Q_{1p}}{2} + [\sum R_p^0 \times \sin \alpha_i] \times 2$$

$$N_0^0 = \frac{20,38}{2} + 2(1,91 \times 0,534 + 1,91 \times 0,421 + 1,91 \times 0,426 + 1,91 \times 0,489) = 17,31 \text{ тс}$$

$$b_0 \geq \frac{2 \times 1,25 \times 17,31 \times 0,4 \times 0,3}{17,31} = 0,3 \text{ м}$$

Принято: $b_0 = 0,3 \text{ м}$.

VII Расчет подкладок на смятие.

Напряжение в подкладках при смятии по 1^{му} сочетанию сил:

$$b_c = \frac{N_0^0}{S_0} ;$$

$$b_c = \frac{17,31}{2 \times 0,49 \times 0,3} = 59 \text{ тс/м}^2 = 5,9 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Напряжение в подкладках при смятии по 2^{му} сочетанию сил:

$$b_c = \frac{N_0^0 \cdot F_0}{S_0} ;$$

$$N_0^0 = \frac{Q_{1p}}{2} + [\sum R_p^0 \times \sin \alpha_i] \times 2$$

$$N_0^0 = \frac{20,38}{2} + 2(2,65 \times 0,534 + 2,65 \times 0,421 + 2,65 \times 0,426 + 2,65 \times 0,489) = 20,13 \text{ тс}$$

$$b_c = \frac{20,13 \times 7,23/2}{2 \times 0,49 \times 0,3} = 81 \text{ тс/м}^2 = 8,1 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Принято: подкладка 300 x 300 мм.

VIII Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{np} = \frac{\ell}{(h_{4,r} - h_0^0)} \geq 1,25 ;$$

$$h_{4,r} = 0,73 \text{ м} ; \quad h_0^0 = 0$$

$$\eta_{np} = \frac{5,01}{0,73} = 6,86 > [1,25]$$

XI Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$n_n = \frac{Q_{\text{гв}} \cdot D_n^0}{F_n \times (h_{\text{г.т.}} - h_{\text{г}}^0) + W_n \times (h_{\text{п.н}}^0 - h_{\text{г}}^0)} > 1.25$$

$$D_n^0 = 1.245 \text{ м} \quad ; \quad h_{\text{г}}^0 = 0$$

$$h_{\text{п.н}}^0 = 0.73 \text{ м}$$

$$n_n = \frac{20.38 \times 1.245}{6.72 \times 0.73 - 1.37 \times 0.73} = 4.3 > [1.25]$$

XII Определение габаритности груза.

$$B_r \geq B_n + 2s_n$$

$$B_r = 3250 \text{ мм} \quad ; \quad B_n = 2490 \text{ мм}$$

$$s_n = \frac{500}{R} (l + n_n) n_n - 105 + K$$

$$R = 350$$

$$K = 70 \left(\frac{L}{l} - 1.41 \right)$$

$$L = 18.8 \text{ м}$$

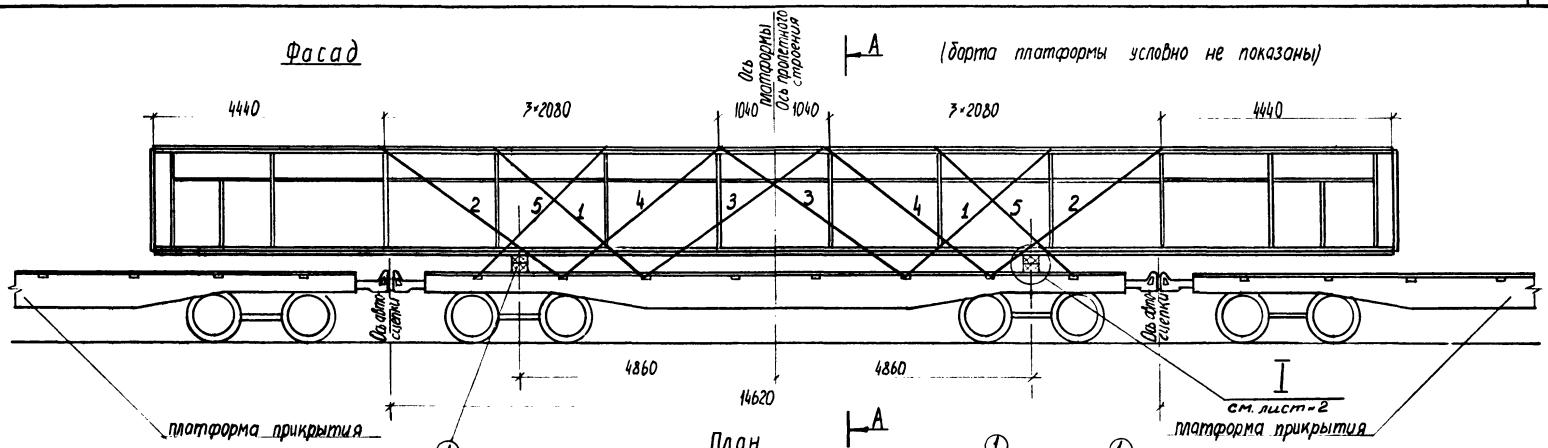
$$K = 70 \left(\frac{18.8}{9.72} - 1.41 \right) = 77 \text{ мм}$$

$$s_n = \frac{500}{350} (9.72 + 4.54) 4.54 - 105 + 77 = 24 \text{ мм}$$

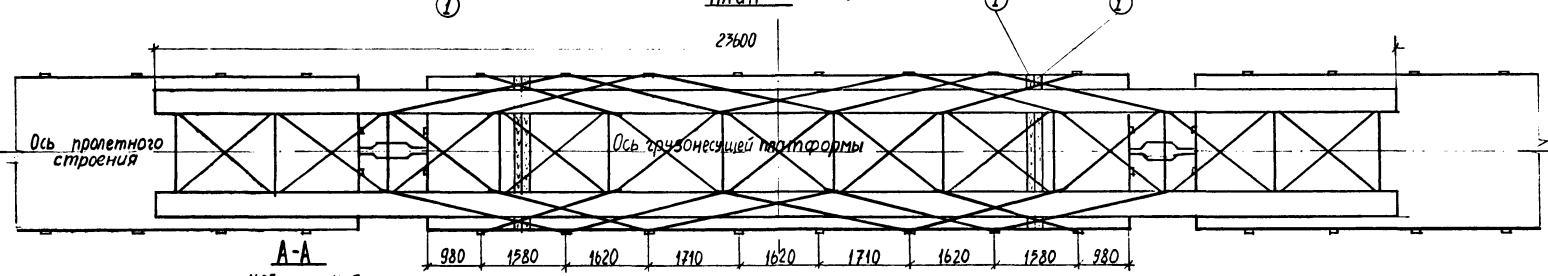
$$B_r = [3250 \text{ мм}] > 2490 + 2 \times 24 = 2538 \text{ мм}$$

Следовательно, пролетное строение вписывается в габарит погрузки на кривых участках пути.

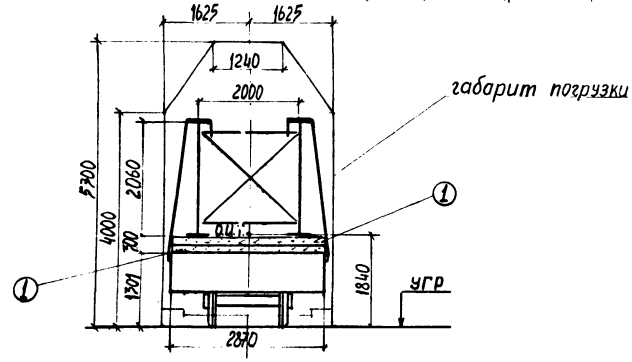
Фасад



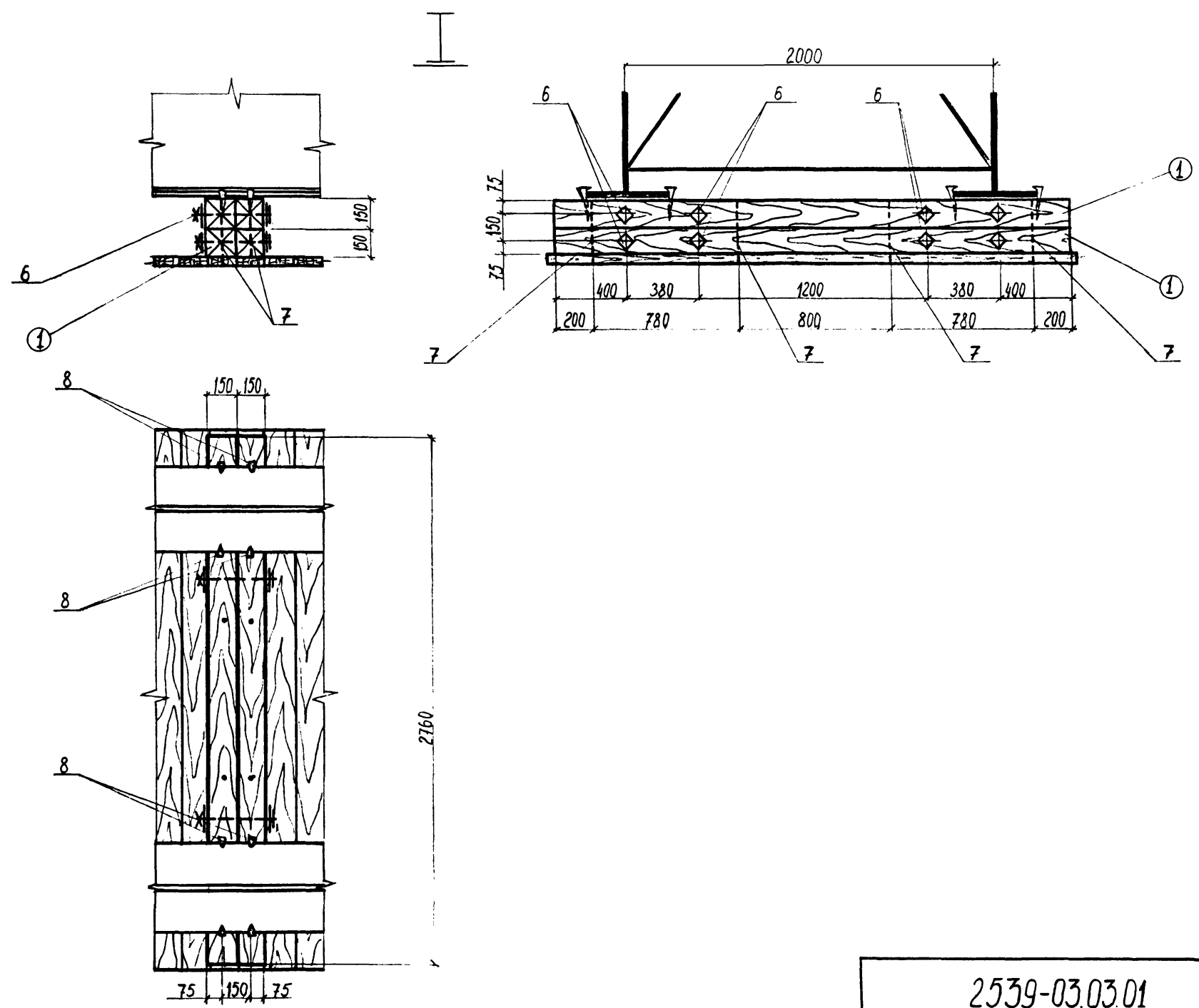
План



A-A



		2539-03.03.01		Лист	Лист	Листов
Нач. отд.	Гродзенский	Размещение и крепление цельноперевозимого металла - чешского пролетного строения длиной L=23,8 м на ж.-д. платформе.	РП	1	7	
	ГУП Гродзенский		Гипротранслуть			
Н.контр.	Новоподский					
Вук. зр.	Гуревич					
Инженер	Данков					



Характеристика схемы погрузки

NN [№] п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	База груза	мм	9720
2	Высота ч.т. пролетного строения относительно его низа	мм	1030
3	Высота общего ч.т. платформы с грузом относительно УГР	мм	1840
4	Масса груза	т	29,02
5	Смещение ч.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение ч.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла креплений

NN [№] поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Приме- чание
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки	8φ6.3	36400	4	8,9	36	Сталь по ГОСТ 4085-79	ГОСТ 3282-74
2	— — — — —	8φ6.3	39200	4	9,6	38		
3	— — — — —	8φ6.3	43200	4	10,6	42		
4	— — — — —	8φ6.3	39000	4	9,6	38		
5	— — — — —	8φ6.3	35900	4	8,8	35		
6	Строительный болт с гайкой и двумя шайбами	M16	350	16	0,6	10	В Гр 3 сп 4 по ГОСТ 380-71	ГОСТ 2590-71
7	Штырь	•12	350	16	0,3	5	В Гр 3 по ГОСТ 380-71	ГОСТ 5812-51
8	Костыль путейский	—	165	16	0,4	6	Ст. 3 по ГОСТ 380-71	ГОСТ 5812-51
Итого металла:					144			

Спецификация лесоматериалов

NN [№] поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Приме- чание
					ед.	общ.		
①	Опорный брус	15 × 15	287	8	0,064	0,51	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-66*
Итого лесоматериалов:					0,5			

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка металлического пролётного строения длиной 23,6м на 4^х-осной грузонесущей платформе в сцепе с двумя платформами прикрытия. Пролётные строения изготовлены по типовому проекту инв.№824/II. Грузонесущая платформа принята грузоподъемностью 62-66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Пролётное строение размещается на платформе симметрично относительно поперечной оси грузонесущей платформы, при этом в плане продольная ось пролётного строения должна совпадать с продольной осью платформы.
- Пролётное строение устанавливается на деревянные подкладки. Подкладки состоят из брусев 150х150мм, объединённых между собой горизонтальными болтами и вертикальными штырями в пакет.
- Для предотвращения поперечного и продольного смещений пролётное строение прикрепляется к стоечным скобам грузонесущей платформы при помощи растяжек из проволочных скруток. На пролётном строении растяжки крепятся к фасонкам ветровых связей.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанные пролётные строения на платформе вписываются в габарит погрузки.
- Торцовые и боковые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1987г.

Расчет к погрузке

I Характеристика груза

Груз - металлическое пролетное строение

Длина пролетного строения - 27,6 м

Ширина пролетного строения - 2,42 м

Высота пролетного строения - 2,06 м

Вес пролетного строения - 29,02 т

II Характеристика платформы

Платформа четырехосная

База - 9,72 м

Вес платформы - 22 т

Положение ЦТ от УГР - 0,8 м

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{\text{цент}} = \frac{Q_{\text{гр}} \cdot h_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}} \cdot h_{\text{пл}}}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}}} \leq 2,7 \text{ м}$$

$$h_{\text{пл}} = 0,8 \text{ м}$$

$$h_{\text{гр}} = 2,631 \text{ м}$$

$$h_{\text{цент}} = \frac{29,02 \cdot (1,701 + 0,7 + 1,07) + 22 \cdot 0,8}{29,02 + 22} = 1,84 \text{ м} < (2,7 \text{ м})$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{\text{пл}} + S_{\text{гр}} \leq 70 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{пл}} = 17 \text{ м}^2$$

$$S = 17 + 27,6 \cdot 2,06 = 61,6 \text{ м}^2 > 70 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{гр}} = 48,62 \text{ м}^2$$

Следовательно, необходима проверка общей поперечной устойчивости.

Проверка:

$$\frac{P_0 + P_0}{P_c} \leq 0,5$$

$$P_c = \frac{1}{n_k} \left[n_{\text{в}} \cdot Q_{\text{пл}} + Q_{\text{гр}} \left(1 - \frac{b - b_0}{S + 0,5 S_{\text{ок}}} \right) \right]$$

$$n_k = 8; \quad n_{\text{в}} = 1; \quad b = 0; \quad b_0 = 0$$

$$P_c = \frac{1}{8} (1 \cdot 22 + 29,02) = 6,78 \text{ тс}$$

$$P_0 + P_0 = \frac{2}{n_k (2S + f_{\text{ок}})} \left[0,075 (n_k \cdot Q_{\text{пл}} + Q_{\text{гр}}) h_{\text{цент}} + W h + n_{\text{в}} \cdot \rho \cdot g \right]$$

$$2S = 1,78 \text{ м}; \quad f_{\text{ок}} = 0; \quad g = 0,1; \quad \rho = 7,34; \quad h = 2,631 \text{ м}$$

$$W = 70 \cdot S_{\text{н}}$$

$$W = 70 \cdot 48,62 = 2471 \text{ мс} = 2,471 \text{ тс}$$

$$P_0 + P_0 = \frac{2}{8 \cdot 1,78} \left[0,075 \cdot (1 \cdot 22 + 29,02) \cdot 1,84 + 2,471 + 2,631 + 1 \cdot 7,34 \cdot 0,1 \right] = 2,64 \text{ тс}$$

$$\frac{P_0 + P_0}{P_c} = \frac{2,64}{6,78} = 0,41 < 0,5$$

Условие общей поперечной устойчивости выполняется

IV Определение усилий действующих на крепление.

1-е сочетание сил

Продольная инерционная сила:

$$F_{\text{пр}} = a_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{гр}}$$

$$a_{\text{пр}} = a_{\text{ст}} - \frac{a_{\text{гр}} \cdot (a_{\text{ст}} - a_{\text{ос}})}{6\beta}$$

$$a_{\text{ст}} = 1,2; \quad a_{\text{гр}} = 29,02 \text{ т}; \quad a_{\text{ос}} = 1,0$$

$$a_{\text{пр}} = 1,2 - \frac{29,02 \cdot (1,2 - 1,0)}{6\beta} = 1,11 \text{ тс/т}$$

$$F_{\text{пр}} = 1,11 \cdot 29,02 = 32,2 \text{ тс}$$

Сила трения:

$$F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = Q_{\text{гр}} \cdot \mu$$

$$\mu = 0,4$$

$$F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = 29,02 \cdot 0,4 = 11,61 \text{ тс}$$

Продольное усилие, воспринимаемое креплением:

$$\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = 32,2 - 11,61 = 20,59 \text{ тс}$$

2-е сочетание сил

Поперечная инерционная сила:

$$F_n = a_n \cdot Q_{\text{гр}} = 0,33 \cdot 29,02 = 9,58 \text{ тс}$$

$$a_n = 0,33 \text{ тс/т}$$

Вертикальная инерционная сила:

$$F_b = a_b \cdot Q_{\text{гр}} = 0,324 \cdot 29,02 = 9,4 \text{ тс}$$

$$a_b = 250 + k \cdot \frac{2140}{Q_{\text{гр}}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{29,02} = 324 \text{ мс/кг}$$

$$k = 5; \quad l_{\text{гр}} = 0$$

Ветровая нагрузка:

$$W_n = 70 \cdot S_n = 70 \cdot 48,62 = 2471 \text{ мс} = 2,471 \text{ тс}$$

Сила трения:

$$F_{\text{тр}}^{\text{н}} = Q_{\text{гр}} \cdot \mu (1000 - a_b) = 29,02 \cdot 0,4 \cdot (1000 - 324) = 7847 \text{ мс} = 7,8 \text{ тс}$$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n = n (F_n + W_n) - F_{\text{тр}}^{\text{н}} = 1,25 (9,58 + 2,471) - 7,8 = 7,21 \text{ тс}$$

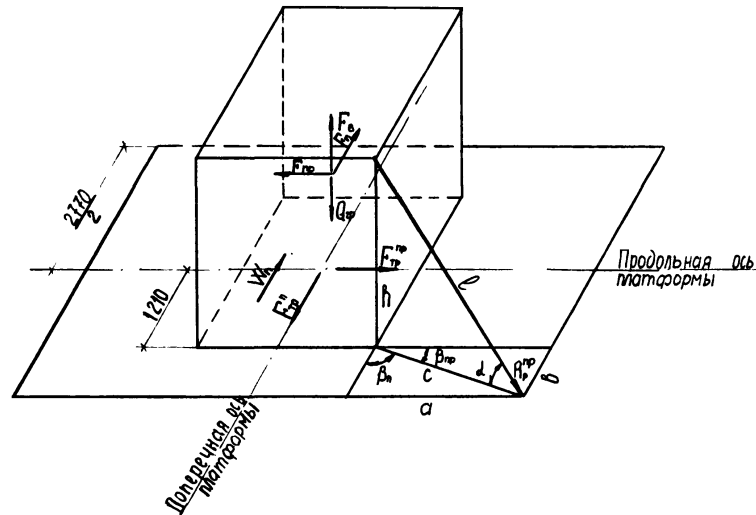
$$n = 1,25$$

2539-03.03.01

Лист

4

V Определение усилий в растяжках



Усилие в растяжке от 1^{го} сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_p^i}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i + \cos \beta_{np} i)}$$

$$a_1 = 2680 \text{ мм}; \quad a_3 = 3560 \text{ мм}$$

$$a_2 = 3140 \text{ мм}; \quad a_4 = 3100 \text{ мм}$$

$$a_5 = 2600 \text{ мм}$$

$$b = 175 \text{ мм}; \quad h = 2360 \text{ мм}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c_1 = \sqrt{2680^2 + 175^2} = 2688 \text{ мм}; \quad c_3 = \sqrt{3560^2 + 175^2} = 3564 \text{ мм}$$

$$c_2 = \sqrt{3140^2 + 175^2} = 3145 \text{ мм}; \quad c_4 = \sqrt{3100^2 + 175^2} = 3105 \text{ мм}$$

$$c_5 = \sqrt{2600^2 + 175^2} = 2606 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \beta_{np}^1 = \frac{2680}{2685} = 0,998 \quad ; \quad \cos \beta_{np}^3 = \frac{3560}{3564} = 0,999$$

$$\cos \beta_{np}^2 = \frac{3140}{3145} = 0,998 \quad ; \quad \cos \beta_{np}^4 = \frac{3100}{3105} = 0,998$$

$$\cos \beta_{np}^5 = \frac{2600}{2606} = 0,997$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$l_1 = \sqrt{2360^2 + 2685^2} = 3574 \text{ мм}; \quad l_3 = \sqrt{2360^2 + 3564^2} = 4425 \text{ мм}$$

$$l_2 = \sqrt{2360^2 + 3145^2} = 3932 \text{ мм}; \quad l_4 = \sqrt{2360^2 + 3105^2} = 3900 \text{ мм}$$

$$l_5 = \sqrt{2360^2 + 2606^2} = 3516 \text{ мм}$$

$$\cos d = \frac{c}{l}$$

$$\cos d^1 = \frac{2685}{3574} = 0,751 \quad ; \quad \cos d^3 = \frac{3564}{4425} = 0,805$$

$$\cos d^2 = \frac{3145}{3932} = 0,8 \quad ; \quad \cos d^4 = \frac{3105}{3900} = 0,796$$

$$\cos d^5 = \frac{2606}{3516} = 0,741$$

$$\sin d = \frac{h}{l}$$

$$\sin d^1 = \frac{2360}{3574} = 0,66 \quad ; \quad \sin d^3 = \frac{2360}{4425} = 0,533$$

$$\sin d^2 = \frac{2360}{3932} = 0,6 \quad ; \quad \sin d^4 = \frac{2360}{3900} = 0,605$$

$$\sin d^5 = \frac{2360}{3516} = 0,671$$

$$R_p^{np} = \frac{20,59}{\frac{[(0,4 \times 0,66 + 0,751 \times 0,998) + (0,4 \times 0,6 + 0,8 \times 0,998) + (0,4 \times 0,533 + 0,805 \times 0,999) + (0,4 \times 0,605 + 0,796 \times 0,998) + (0,4 \times 0,671 + 0,741 \times 0,997)] \times 2}{5,11 \times 2}} = \frac{20,59}{5,11 \times 2} = 2,01 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке от 2^{го} сочетания сил:

$$R_p^0 = \frac{\Delta F_{\text{п}}^0}{\sum (\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cos \beta_{ni})}$$

$$\cos \beta_{n1} = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_{n1}^1 = \frac{175}{2685} = 0,065$$

$$\cos \beta_{n1}^2 = \frac{175}{3564} = 0,049$$

$$\cos \beta_{n2}^1 = \frac{175}{3145} = 0,056$$

$$\cos \beta_{n2}^2 = \frac{175}{3105} = 0,056$$

$$\cos \beta_{n3}^2 = \frac{175}{2606} = 0,067$$

$$R_p^0 = \frac{7,21}{\left[(0,4 \times 0,66 + 0,751 \times 0,065) + (0,4 \times 0,6 + 0,8 \times 0,056) + (0,4 \times 0,533 + 0,805 \times 0,049) \right] + (0,4 \times 0,605 + 0,796 \times 0,056) + (0,4 \times 0,677 + 0,741 \times 0,067) \times 2} = \frac{7,21}{2 \times 1,45} = 2,49 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки $\phi 6,3$ мм по 8 нитей в каждой с допусаемым усилием на одну растяжку 2,72 тс.

VI Определение размеров подкладок

Определение высоты

$$h_0 = a_n + \text{tg} \delta \cdot h_n + f_r + h_s + h_s$$

$$a_n = 6040 \text{ мм}; \quad \text{tg} \delta = 0,025$$

$$h_n = 100 \text{ мм}; \quad h_s = 25 \text{ мм}$$

$$h_s = 0$$

$$f_r = \frac{q \cdot \rho_n \cdot l^3}{24 E J} \left(1 - 6 \frac{\rho_n^2}{l^2} + 3 \frac{\rho_n^4}{l^4} \right)$$

$$\rho_n = 6,94 \text{ мм}; \quad l = 9,72 \text{ м}; \quad q = 0,61 \text{ т/м}$$

$$E = 2,1 \cdot 10^9 \text{ т/м}^2; \quad J = 0,0289 \text{ м}^4$$

$$f_r = \frac{0,61 \times 6,94 \times 9,72^3}{24 \times 2,1 \times 10^9 \times 0,0289} \left(1 - 6 \frac{6,94^2}{9,72^2} + 3 \frac{6,94^4}{9,72^4} \right) = -0,0008 \text{ м} \approx -0,8 \text{ мм}$$

$$h_0 = 6040 \times 0,025 + 100 + 1 + 25 + 0 = 277 \text{ мм}$$

Принято: $h_0 = 0,3$ м

Проверка на устойчивость:

$$b_0 \geq \frac{2(1,25 N_0 \mu h_0 - P_0 h_0)}{N_0}$$

$$h_{01} = 0$$

$$N_{01}^0 = \frac{Q_{1p}}{2} + [\sum R_{p1}^0 \times \sin \alpha_i] \times 2$$

$$N_{01}^0 = \frac{29,02}{2} + 2 \times (1,97 \times 0,609 + 1,97 \times 0,548 + 1,97 \times 0,5 + 1,97 \times 0,557 + 1,97 \times 0,62) = 25,66 \text{ тс}$$

$$b_0 \geq \frac{2 \times 125 \times 25,66 \times 0,4 \times 0,3}{25,66} = 0,3 \text{ м}$$

Принято: $b_0 = 0,3$ м

VII Расчет подкладок на смятие

Напряжение в подкладках при смятии по 1^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_{01}^0}{S_0};$$

$$\sigma_c = \frac{25,66}{2 \times 0,42 \times 0,3} = 102 \text{ тс/м}^2 = 10,2 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Напряжение в подкладках при смятии по 2^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_{02}^0 + F_0}{S_0}$$

$$N_{02}^0 = \frac{Q_{2p}}{2} + [\sum R_{p2}^0 \times \sin \alpha_i] \times 2$$

$$N_{02}^0 = \frac{29,02}{2} + 2(2,63 \times 0,609 + 2,63 \times 0,548 + 2,63 \times 0,5 + 2,63 \times 0,557 + 2,63 \times 0,62) = 29,39 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{29,39 + 9,4/2}{2 \times 0,42 \times 0,3} = 135 \text{ тс/м}^2 = 13,5 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Принято: подкладка 300×300 мм

VIII Проверка устойчивости груза вдоль платформы

$$\mu_{\text{пр}} = \frac{l}{(h_{01} - h_{02}^0)} \geq 1,25$$

$$h_{01} = 1,03 \text{ м}$$

$$h_{02}^0 = 0$$

$$\mu_{\text{пр}} = \frac{5,01}{1,03} = 4,86 > [1,25]$$

2539-03.03.01

IX Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{г}} \times b_{\text{г}}^{\circ}}{F_{\text{г}} \times (h_{\text{г.т.}} - h_{\text{г}}^{\circ}) + W_{\text{г}} \times (h_{\text{г.н.}}^{\circ} - h_{\text{г}}^{\circ})} \geq 1,25$$

$$b_{\text{г}}^{\circ} = 1,21 \text{ м} \quad ; \quad h_{\text{г}}^{\circ} = 0$$

$$h_{\text{г.н.}}^{\circ} = 1,03 \text{ м}$$

$$\eta = \frac{29,02 \times 1,21}{9,58 \times 1,03 + 2,471 \times 1,03} = 2,8 > [1,25]$$

X Определение габаритности груза

$$B_{\text{г}} \geq B_{\text{п}} + 2f_{\text{п}}$$

$$B_{\text{г}} = 3250 \text{ мм} \quad ; \quad B_{\text{п}} = 2490 \text{ мм}$$

$$f_{\text{п}} = \frac{500}{R} (\rho + p_{\text{п}}) r_{\text{п}} - 105 + K$$

$$R = 350$$

$$K = 70 \left(\frac{L}{l} - 1,41 \right)$$

$$L = 23,6 \text{ м}$$

$$K = 70 \left(\frac{23,6}{9,72} - 1,41 \right) = 71 \text{ мм}$$

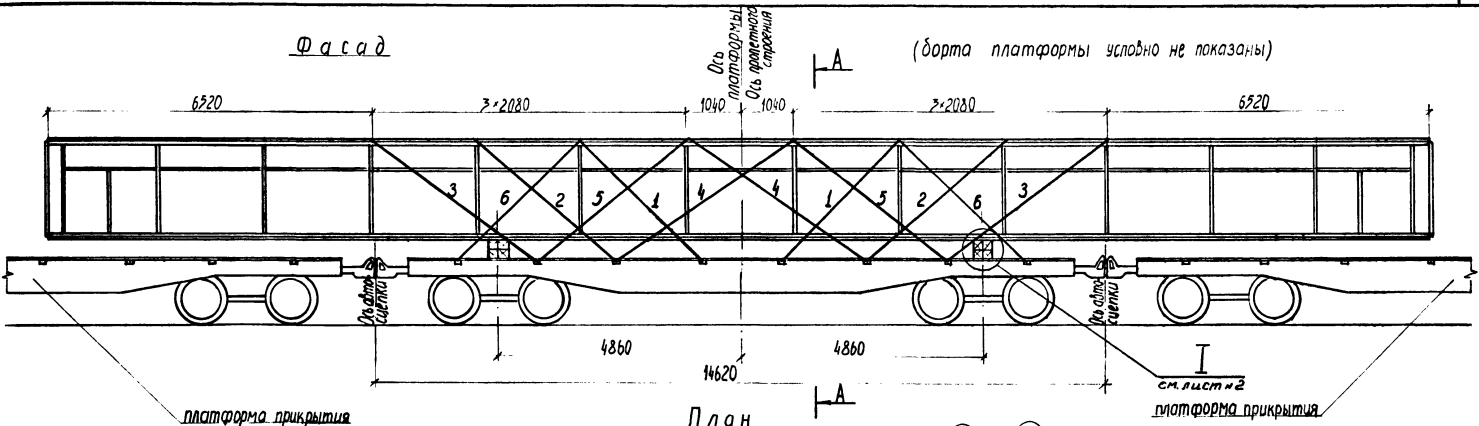
$$f_{\text{п}} = \frac{500}{350} (9,72 + 6,94) \times 6,94 - 105 + 71 = 131 \text{ мм}$$

$$B_{\text{г}} = [3250 \text{ мм}] > 2420 + 2 \times 131 = 2682 \text{ мм}$$

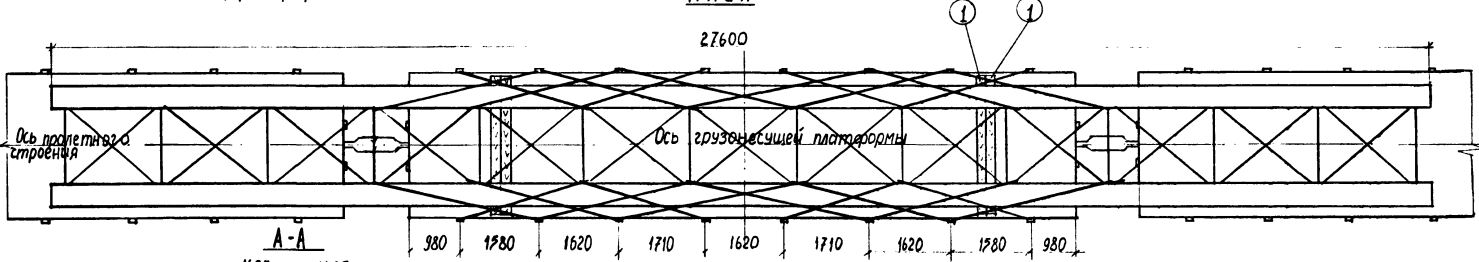
Следовательно, пролетное строение вписывается в габарит погрузки на кривых участках пути.

Фасад

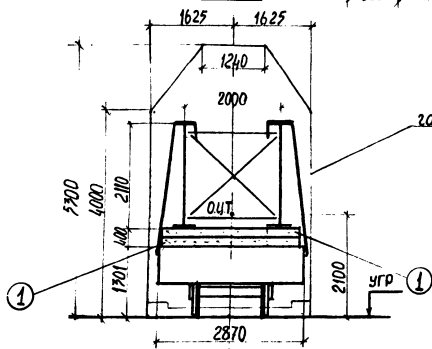
(борта платформы условно не показаны)



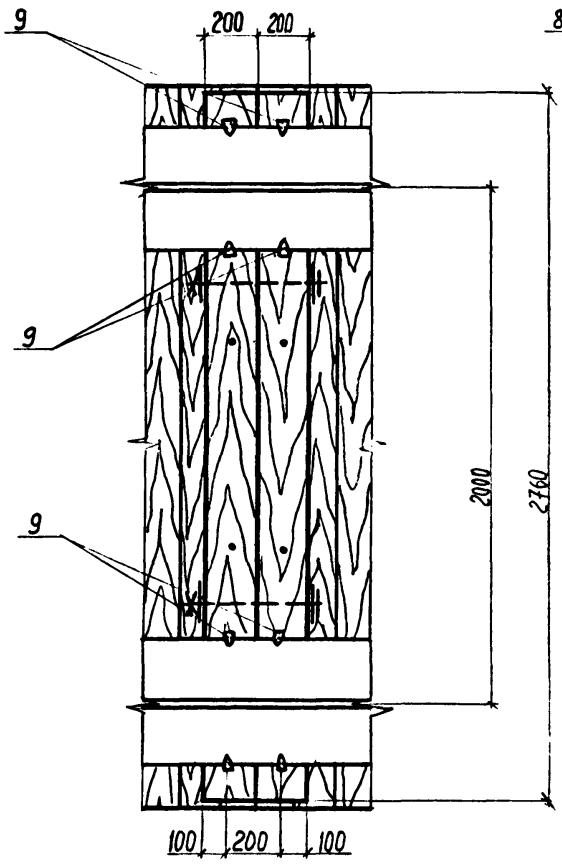
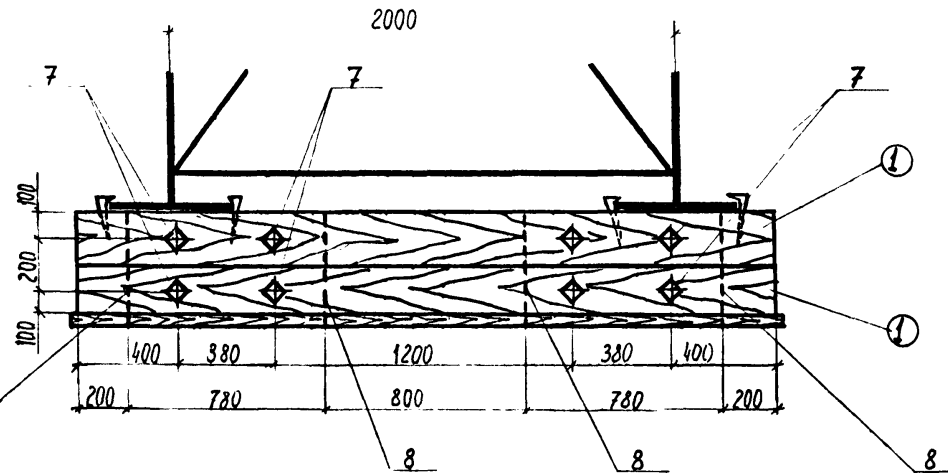
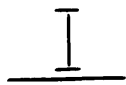
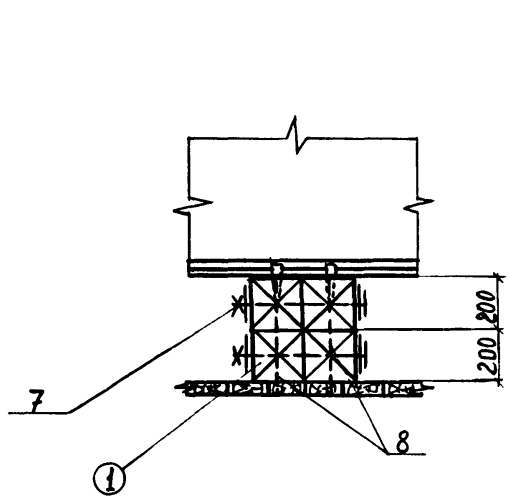
План



A-A



		2539-03.04.01		Листер	Лист	Листов
Нач. отд. Гродзенский		Размещение и крепление цельноперевозимого металло- ческого прелётного строения длиной $l_p = 27,6$ м на ж-д платформе.		РП	1	7
Г.И.П. Гродзенский				Гипротранспуть		
Н.контр. Новолодский						
Рук. зр. Гуревич						
Инженер. Данкоб						



Характеристика схемы погрузки

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Величина
1	База груза	мм	9720
2	Высота ц.т. пролётного строения относительно его низа	мм	1055
3	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно УГР	мм	2400
4	Масса груза	т	45,57
5	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла креплений

№ п/п	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Примечание
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки	8 Ø6,3	35100	4	8,6	34	Сталь по ГОСТ 4085-79	ГОСТ 3282-74
2	" "	8 Ø6,3	37200	4	9,1	36		
3	" "	8 Ø6,3	40000	4	9,8	39		
4	" "	8 Ø6,3	41400	4	10,1	40		
5	" "	8 Ø6,3	39700	4	9,7	39		
6	" "	8 Ø6,3	36700	4	9,0	36		
7	Строительный болт с гайкой и двумя шайбами	M16	450	16	0,8	13		
8	Штырь	●12	450	16	0,4	6	в ст.з. по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2590-71*
9	Костыль питейский	—	165	16	0,4	6	Ст.3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5812-51
Итого металла:					249			

Спецификация песоматериалов

№ п/п	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Примечание
					ед.	общ.		
①	Опорный брус	20*20	287	8	0,110	0,88	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-66*
Итого песоматериалов:					0,88			

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка металлического пролётного строения длиной 276м на 4^X-осной грузонесущей платформе в сцепе с двумя платформами прикрытия. Пролётные строения изготовлены по типовому проекту инв.№821/III. Грузонесущая платформа принята грузоподъемностью 62+66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Пролётное строение размещается на платформе симметрично относительно поперечной оси грузонесущей платформы, при этом в плане продольная ось пролётного строения должна совпадать с продольной осью платформы.
- Пролётное строение устанавливается на деревянные подкладки. Подкладки состоят из 4^X брусков 200х200мм, объединённых между собой горизонтальными болтами и вертикальными штырями в пакет.
- Для предотвращения поперечного и продольного смещений пролётные строения прикрепляются к стоечным скобам грузонесущей платформы при помощи растяжек из проволочных скруток. На пролётных строениях растяжки крепятся к фасонкам ветровых связей.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанные пролётные строения на платформе вписываются в габарит погрузки.
- Торцовые и боковые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1987г.

Расчет к поздравке.

I Характеристика груза

Груз - металлическое пролетное строение
 Длина пролетного строения - 27,6 м
 Ширина пролетного строения - 2,49 м
 Высота пролетного строения - 2,1 м
 Вес пролетного строения - 45,57 т

II Характеристика платформы.

Платформа четырехосная
 База - 9,72 м
 Вес платформы - 22 т
 Положение ЦТ от УГР - 0,8 м

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{\text{о.ц.т.}} = \frac{Q_{\text{гр}} \cdot h_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}} \cdot h_{\text{пл}}}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}}} < 2,3 \text{ м}; \quad h_{\text{пл}} = 0,8 \text{ м}$$

$$h_{\text{о.ц.т.}} = \frac{45,57 \cdot (1,301 + 0,4 + 10,55) + 22 \cdot 0,8}{45,57 + 22} = 2,1 \text{ м} < [2,3 \text{ м}] \quad h_{\text{гр}} = 2,756 \text{ м}$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{\text{м}} + S_{\text{гр}} = 4,50 \text{ м}^2 \quad S_{\text{м}} = 13 \text{ м}^2$$

$$S = 13 + 27,6 \cdot 2,11 = 71,2 \text{ м}^2 \quad S_{\text{гр}} = 58,2 \text{ м}^2$$

Следовательно, необходима проверка общей поперечной устойчивости.

Проверка:

$$\frac{P_{\text{ч}} + P_{\text{в}}}{P_{\text{с}}} < 0,5$$

$$\text{где, } P_{\text{с}} = \frac{1}{n_{\text{к}}} \left[n_{\text{к}} Q_{\text{пл}} + Q_{\text{гр}} \left(1 - \frac{b - b_0}{S + 0,5 f_{\text{ок}}} \right) \right]$$

$$n_{\text{к}} = 8; \quad n_{\text{в}} = 1; \quad b = 0; \quad b_0 = 0$$

$$P_{\text{с}} = \frac{1}{8} (1 \cdot 22 + 45,57) = 8,45 \text{ тс}$$

$$P_{\text{ч}} + P_{\text{в}} = \frac{2}{n_{\text{к}} (2S + f_{\text{ок}})} [0,075 (n_{\text{к}} Q_{\text{пл}} + Q_{\text{гр}}) h_{\text{о.ц.т.}} + W h + n_{\text{в}} p - q]$$

$$2S = 1,58 \text{ м}; \quad f_{\text{ок}} = 0; \quad q = 0,1; \quad p = 3,34; \quad h = 2,756 \text{ м}$$

$$W = 50 \text{ кН}$$

$$W = 50 \cdot 58,2 = 2910 \text{ кН} = 2,91 \text{ тс}$$

$$P_{\text{ч}} + P_{\text{в}} = \frac{2}{8 \cdot 1,58} [0,075 (1 \cdot 22 + 45,57) \cdot 2,1 + 2,91 \cdot 2,756 + 1 \cdot 3,34 - 0,1] = 7,46 \text{ тс}$$

$$\frac{P_{\text{ч}} + P_{\text{в}}}{P_{\text{с}}} = \frac{7,46}{8,45} = 0,88 < 0,5$$

Условие общей поперечной устойчивости выполняется.

IV Определение усилий действующих на пролетное строение.

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила:

$$F_{\text{пр}} = a_{\text{пр}} Q_{\text{гр}}$$

$$a_{\text{пр}} = a_{32} - \frac{Q_{\text{гр}} (a_{32} - a_{35})}{63}$$

$$a_{32} = 1,2; \quad a_{\text{гр}} = 45,57 \text{ т}; \quad a_{35} = 1,0$$

$$a_{\text{пр}} = 1,2 - \frac{45,57 (1,2 - 1)}{63} = 1,06 \text{ тс/т}$$

$$F_{\text{пр}} = 1,06 \cdot 45,57 = 48,3 \text{ тс}$$

Сила трения:

$$F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = Q_{\text{гр}} \cdot \mu$$

$$\mu = 0,4$$

$$F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = 45,57 \cdot 0,4 = 18,23 \text{ тс}$$

Продольное усилие, воспринимаемое креплением:

$$\Delta F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = 48,3 - 18,23 = 30,1 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила:

$$F_{\text{п}} = a_{\text{п}} Q_{\text{гр}} = 0,33 \cdot 45,57 = 15,04 \text{ тс}$$

$$a_{\text{п}} = 0,33 \text{ тс/т}$$

Вертикальная инерционная сила:

$$F_{\text{в}} = a_{\text{в}} Q_{\text{гр}} = 0,297 \cdot 45,57 = 13,53 \text{ тс}$$

$$a_{\text{в}} = 250 + k_{\text{в}}^2 \frac{2140}{Q_{\text{гр}}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{45,57} = 297 \text{ кгс/кг}$$

$$k_{\text{в}} = 5; \quad v_{\text{гр}} = 0$$

Ветровая нагрузка:

$$W_{\text{н}} = 50 \cdot S_{\text{н}} = 50 \cdot 58,2 = 2,91 \text{ тс}$$

Сила трения:

$$F_{\text{тр}}^{\text{в}} = Q_{\text{гр}} \cdot \mu (1000 - a_{\text{в}}) = 45,57 \cdot 0,4 (1000 - 297) = 12800 \text{ кг} = 12,8 \text{ тс}$$

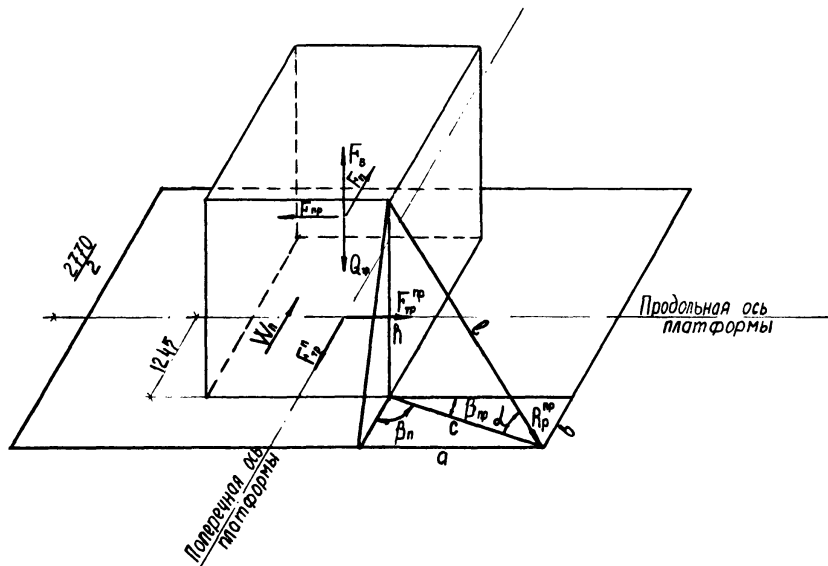
Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{п}} = n (F_{\text{п}} + W_{\text{н}}) - F_{\text{тр}}^{\text{в}} = 125 (15,04 + 2,91) - 12,8 = 964 \text{ кгс}$$

$$n = 1,25$$

2539-03.04.01

V Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке от 1^{го} сочетание сил:

$$R_{ip}^{np} = \frac{\Delta F_{ip}^{np}}{\sum (\mu \times \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \times \cos \beta_{ip})};$$

$$a_1 = 2310 \text{ мм}; \quad a_4 = 3560 \text{ мм}$$

$$a_2 = 2680 \text{ мм}; \quad a_5 = 3100 \text{ мм}$$

$$a_3 = 3140 \text{ мм}; \quad a_6 = 2600 \text{ мм}$$

$$B = 140 \text{ мм}; \quad h = 2510 \text{ мм}$$

$$C = \sqrt{a^2 + B^2}$$

$$C_1 = \sqrt{2310^2 + 140^2} = 2314 \text{ мм}; \quad C_4 = \sqrt{3560^2 + 140^2} = 3563 \text{ мм}$$

$$C_2 = \sqrt{2680^2 + 140^2} = 2684 \text{ мм}; \quad C_5 = \sqrt{3100^2 + 140^2} = 3103 \text{ мм}$$

$$C_3 = \sqrt{3140^2 + 140^2} = 3143 \text{ мм}; \quad C_6 = \sqrt{2600^2 + 140^2} = 2604 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{ip} = \frac{a}{C}$$

$$\cos \beta_{ip}^1 = \frac{2310}{2314} = 0,998; \quad \cos \beta_{ip}^4 = \frac{3560}{3563} = 0,999$$

$$\cos \beta_{ip}^2 = \frac{2680}{2684} = 0,998; \quad \cos \beta_{ip}^5 = \frac{3100}{3103} = 0,999$$

$$\cos \beta_{ip}^3 = \frac{3140}{3143} = 0,999; \quad \cos \beta_{ip}^6 = \frac{2600}{2604} = 0,998$$

$$l = \sqrt{h^2 + C^2}$$

$$l_1 = \sqrt{2510^2 + 2314^2} = 3413 \text{ мм}; \quad l_4 = \sqrt{2510^2 + 3563^2} = 4196 \text{ мм}$$

$$l_2 = \sqrt{2510^2 + 2684^2} = 3674 \text{ мм}; \quad l_5 = \sqrt{2510^2 + 3103^2} = 3990 \text{ мм}$$

$$l_3 = \sqrt{2510^2 + 3143^2} = 4022 \text{ мм}; \quad l_6 = \sqrt{2510^2 + 2604^2} = 3618 \text{ мм}$$

$$\cos \alpha = \frac{C}{l}$$

$$\cos \alpha^1 = \frac{2314}{3413} = 0,678; \quad \cos \alpha^4 = \frac{3563}{4196} = 0,849$$

$$\cos \alpha^2 = \frac{2684}{3674} = 0,73; \quad \cos \alpha^5 = \frac{3103}{3990} = 0,778$$

$$\cos \alpha^3 = \frac{3143}{4022} = 0,781; \quad \cos \alpha^6 = \frac{2604}{3618} = 0,72$$

$$\sin \alpha = \frac{h}{l}$$

$$\sin \alpha^1 = \frac{2510}{3413} = 0,735; \quad \sin \alpha^4 = \frac{2510}{4196} = 0,598$$

$$\sin \alpha^2 = \frac{2510}{3674} = 0,683; \quad \sin \alpha^5 = \frac{2510}{3990} = 0,629$$

$$\sin \alpha^3 = \frac{2510}{4022} = 0,624; \quad \sin \alpha^6 = \frac{2510}{3618} = 0,694$$

$$R_{ip}^{np} = \frac{30,1}{\left[(0,4 \times 0,735 + 0,678 \times 0,998) + (0,4 \times 0,683 + 0,73 \times 0,998) + (0,4 \times 0,624 + 0,783 \times 0,999) + (0,4 \times 0,598 + 0,849 \times 0,999) + (0,4 \times 0,629 + 0,778 \times 0,999) + (0,4 \times 0,694 + 0,72 \times 0,998) \right] \times 2} = \frac{30,1}{6,12 \times 2} = 2,46 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке от 2^{го} сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n^p}{\sum (\mu \cdot \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cdot \cos \beta_{ni})};$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_n^1 = \frac{140}{2314} = 0,06$$

$$\cos \beta_n^2 = \frac{140}{756,7} = 0,039$$

$$\cos \beta_n^3 = \frac{140}{2634} = 0,052$$

$$\cos \beta_n^4 = \frac{140}{710,7} = 0,045$$

$$\cos \beta_n^5 = \frac{140}{714,7} = 0,044$$

$$\cos \beta_n^6 = \frac{140}{2604} = 0,054$$

$$R_p^n = \frac{9,64}{[(0,4 \times 0,735 + 0,678 \times 0,06) + (0,4 \times 0,683 + 0,73 \times 0,052) + (0,4 \times 0,624 + 0,781 \times 0,044) + (0,4 \times 0,598 + 0,849 \times 0,039) + (0,4 \times 0,629 + 0,778 \times 0,045) + (0,4 \times 0,694 + 0,72 \times 0,054)] \times 2} = \frac{9,64}{1,81 \times 2} = 2,66 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки $\phi 6,3 \text{ мм}$ по 8 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку 2,72 тс.

VII Определение размеров подкладок.

Определение высоты:

$$h_0 = a_n \cdot \text{tg} \chi + h_n + f_r + h_s + h_s$$

$$a_n = 8240 \text{ мм} \quad \text{tg} \chi = 0,025$$

$$h_n = 100 \text{ мм} \quad h_s = 25 \text{ мм}$$

$$h_s = 0$$

$$f_r = \frac{q \cdot \pi \cdot l^2}{24 E J} \left(1 - 6 \frac{\pi^2}{l^2} - \gamma \frac{\pi^2}{l^2} \right)$$

$$\pi = 8,94 \text{ мм} \quad l = 9,72 \text{ м} \quad q = 0,82 \text{ т/м}$$

$$E = 2,1 \cdot 10^8 \text{ т/м}^2 \quad J = 0,053 \text{ м}^4$$

$$f_r = \frac{0,82 \cdot 8,94 \cdot 9,72^3}{24 \cdot 2,1 \cdot 10^8 \cdot 0,053} \left(1 - 6 \frac{8,94^2}{9,72^2} - \gamma \frac{8,94^2}{9,72^2} \right) = 0,00161 \text{ м} = 1,61 \text{ мм}$$

$$h_0 = 8240 \cdot 0,025 + 100 + 2 + 25 + 0 = 333 \text{ мм}$$

Принято: $h_0 = 0,4 \text{ м}$

Проверка на устойчивость:

$$b_0 \geq \frac{2(1,25 N_0 \mu h_0 - P_y h_y)}{N_0};$$

$$h_y = 0$$

$$N_0^e = \frac{Q_y}{2} + \sum [R_p^e \sin \alpha_i] \cdot 2$$

$$N_0^e = \frac{45,57}{2} + 2 \cdot (2,42 \times 0,674 + 2,42 \times 0,618 + 2,42 \times 0,557 + 2,42 \times 0,51 + 2,42 \times 0,562 + 2,42 \times 0,629) = 39,96 \text{ тс}$$

$$b_0 \geq \frac{2 \cdot 1,25 \cdot 39,96 \cdot 0,4 \cdot 0,4}{39,96} = 0,4 \text{ м}$$

Принято: $b_0 = 0,4 \text{ м}$

VII Расчет подкладок на смятие.

Напряжение в подкладках при смятии по 1^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_a = \frac{N_0^p}{S_0};$$

$$\sigma_a = \frac{39,96}{2 \cdot 0,49 \cdot 0,4} = 102 \text{ кг/см}^2 = 10,2 \text{ МПа} < [30 \text{ МПа}]$$

Напряжение в подкладках при смятии по 2^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^e + F_b}{S_0};$$

$$N_0^e = \frac{Q_y}{2} \cdot 4 [\sum R_p^e \sin \alpha_i] \cdot 2;$$

$$N_0^e = \frac{45,57}{2} + 2 \cdot (1,91 \times 0,674 + 1,91 \times 0,618 + 1,91 \times 0,557 + 1,91 \times 0,51 + 1,91 \times 0,562 + 1,91 \times 0,629) = 36,32 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{36,32 + 13,53/2}{2 \cdot 0,49 \cdot 0,4} = 110 \text{ кг/см}^2 = 11 \text{ МПа} < [30 \text{ МПа}]$$

Принято: подкладка $400 \times 400 \text{ мм}$

VIII Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{np} = \frac{l}{(h_{ч.г} - h_{ч.т.г})} \geq 1,25$$

$$h_{ч.г} = 1,055 \text{ м}$$

$$h_{ч.т.г} = 0$$

$$\eta_{np} = \frac{5,06}{1,055} = 4,8 > [1,25]$$

IX Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_n = \frac{Q_{\text{гр}} \cdot B_n^0}{F_n \cdot (B_{\text{н.т}} - H_y^0) + W_{\text{н.т}} (H_{\text{н.т}} - H_y^0)} \geq 1,25$$

$$B_n^0 = 1,245 \text{ м} ; \quad H_y^0 = 0$$

$$H_{\text{н.т}} = 1,055 \text{ м}$$

$$\eta_n = \frac{45,57 \cdot 1,245}{15,04 + 1,055 + 2,91 \cdot 1,055} = 3,07 [1,25]$$

X Определение габаритности груза

$$B_r \geq B_n + 2f_n$$

$$B_r = 3250 \text{ мм} ; \quad B_n = 2490 \text{ мм}$$

$$s_n = \frac{500}{R} (\ell + p_n) p_n - 105 + K$$

$$R = 350 ;$$

$$K = 70 \left(\frac{L}{\ell} - 1,41 \right)$$

$$L = 27,6 \text{ м}$$

$$K = 70 \left(\frac{27,6}{9,72} - 1,41 \right) = 100 \text{ мм}$$

$$s_n = \frac{500}{350} (9,72 + 8,94) \cdot 8,94 - 105 + 100 = 233 \text{ мм}$$

$$B_r = [3250 \text{ мм}] > 2490 + 2 \cdot 233 = 2956 \text{ мм}$$

Следовательно, пролётное строение вписывается в габарит погрузки на кривых участках пути.

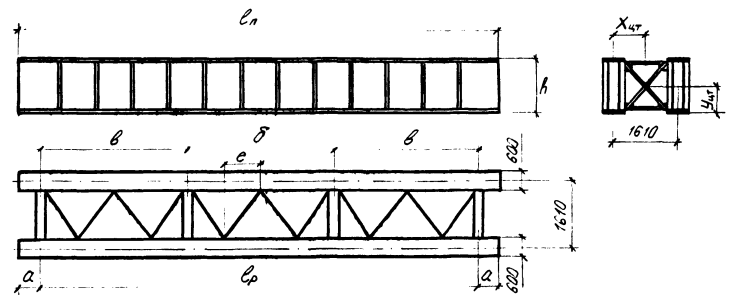
РАЗДЕЛ 4. ПОГРУЗКА, РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ ИНВЕНТАРНЫХ ПАКЕТНЫХ
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ / ТИПОВОЙ ПРОЕКТ
СЕРИИ 3.501.2-127 / НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМАХ.

СОСТАВ РАЗДЕЛА

№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
I	2	3	4
I	2539-04.01.01.	Инвентарные металлические пакетные пролетные строения / проект серии 3.501.2-127 / Основные характеристики.	80
2	2539-04.02.01.	Размещение и крепление на ж.-д. платформе металлического пакетного пролетного строения $L_n = 8,44\text{м}$.	81+86
3	2539-04.03.01.	Размещение и крепление на ж.-д. платформе металлического пакетного пролетного строения $L_n = 12,55\text{м}$.	87÷91
4	2539-04.04.01.	Размещение и крепление на ж.-д. платформе металлического пакетного пролетного строения $L_n = 16,25\text{м}$.	92÷97
5	2539-04.05.01.	Размещение и крепление на ж.-д. платформе металлического пакетного пролетного строения $L_n = 18,9\text{м}$.	98÷102
6	2539-04.06.01.	Размещение и крепление на ж.-д. платформе металлического пакетного пролетного строения $L_n = 23,8\text{м}$.	103+108

				2539-04.00.00.			
Нач. отд.	Грозненский			Состав раздела 4.	Литер	Лист	Листов
ГМП	Грозненский				РП	1	1
Нач. кон.	Ноблодский			Гипротранспуть			
Рук. зап.	Гуревич						
Инженер	Нова						

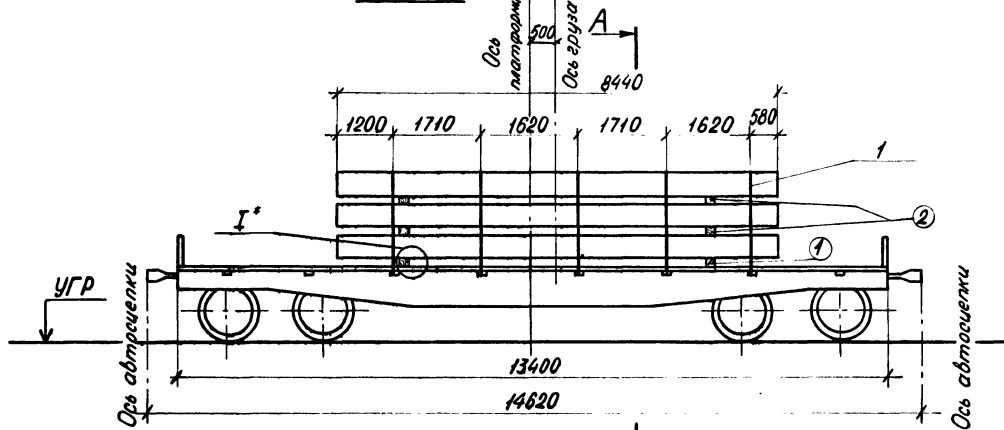
Основные характеристики инвентарных
металлических пролётных строений длинами 8,0÷23,0 м



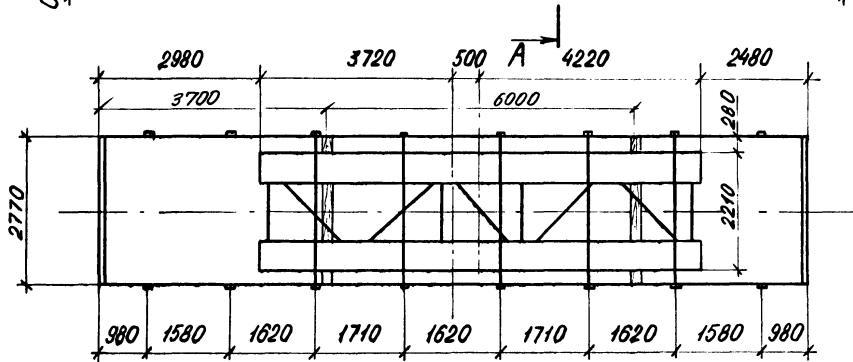
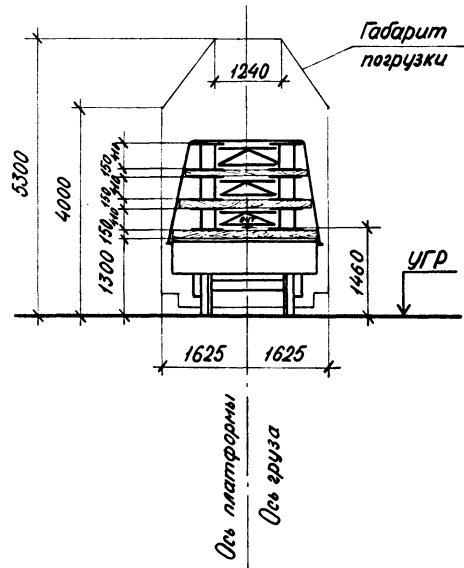
l_p м	X_{4T} см	Y_{4T} см	Q см	l_n м	l см	δ см	h см	e см	Масса т
8.0	80.5	205	22	8.44	320	160	41	160	7.0
12.0	80.5	315	27.5	12.55	399	399	63	133	12.0
15.6	80.5	440	27.5	16.15	468	624	88	156	17.7
18.2	80.5	530	35	18.9	606	606	106	151.5	23.5
23.0	80.5	745	40	23.8	765	765	143	153	31.5

				2539-040101.		
Изм. отд.	Грозненский			Инвентарные металличе- ские пакетные пролётные строения (проект серии 3.5012-12) Основные характеристики	Лист	Листов
Тип	Грозненский				РП	1
Норм. кон.	Ноболодский					
Вук. зап.	Гуревич					
Им. нево	Нодь					
				Гипротранспут		

Фасад (продольные борта платформы условно не показаны).



A-A



* Узел I см. на черт. 2539-05.02.01 лист 2

2539-04.02.01

Нач. отд. Бродянский
 ГИП Бродянский
 Н.контр. Новоляцкий
 Рук. зм. Гуревич
 Инж. Данцова

Размещение и крепление на ж.д. платформе металлического пакетного пролетного строения $L_n = 8,44$ м.

Литер	Лист	Листов
РП	1	6

ГИПРОТРАНСПУТЬ

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1.	База груза	мм	6000
2.	Высота Ц.Т. груза относительно его низа	мм	765
3.	Высота общего Ц.Т. платформы с грузом относительно Угр	мм	1460
4.	Масса груза	т	19
5.	Смещение Ц.Т. груза относительно поперечной оси платформы.	мм	500
6.	Смещение Ц.Т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла креплений

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Примечание
					ед.	общ.		
1.	Обвязка из проволоки $\epsilon = 8 \times 0,0$ мм	$8 \phi 7,5$	54400	5	18,9	94,5	Сталь ГОСТ 14065-79	ГОСТ 3202-84
2.	Костыль путевой	—	165	4	0,4	2	Ст. 3 по ГОСТ 380-74*	ГОСТ 5812-51
3.	Гвозди	$d=6$	200	10	—	0,5	Ст. 2 по ГОСТ 380-74*	ГОСТ 2283-78 ГОСТ 4022-78
4.								
5.								
Итого металла:					95			

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Примечание
					ед.	общ.		
1.	Подкладка	15×15	277	2	0,062	0,12	соглас. с вв на ниже 3с	ГОСТ 6446-86
2.	Прокладка	15×15	240	4	0,11	0,22	—	—
Итого лесоматериалов:					0,35			

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^хосной платформе трёх инвентарных металлических пакетных пролётных строений длиной 8,44м, изготовленных по типовому проекту 3.50I.2-127.

Платформа принята грузоподъёмностью 62-66т, постройки с 1965г на тележках ЦНИИ-ХЗ.

2. Пакетные пролётные строения размещаются симметрично относительно продольной оси платформы в три яруса, при этом Ц.Т. груза смещён относительно поперечной оси платформы на 0,5м.

3. Пакетные пролётные строения устанавливаются на деревянные подкладки и прокладки, представляющие собой брус сечением 150х150мм.

4. Для предотвращения поперечного и продольного смещений пакетов служат обвязки, состоящие из 8 проволок $\phi 7,5$ мм. Обвязки увязываются за стоечные скобы платформы.

5. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанные металлические пакетные пролётные строения на платформе вписываются в габарит погрузки.

6. Боковые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Расчет к нагрузке

I. Характеристика груза. II. Характеристика платформы.

Груз — три металлических пакета Платформа четырёхосная
сварной конструкции База — 9,72 м

Полная длина груза — 8,44 м Вес платформы — 21 т
Полная ширина груза — 2,21 м Положение ЦТ от УГР — 0,8 м
Полная высота груза — 1,53 м
Вес груза — 21 т

III. Проверка соблюдения условий общей поперечной устойчивости.

Положение общего ЦТ платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{\text{out}} = \frac{Q_{\text{гр}} l_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}} h_{\text{пл}}}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}}} \leq 2,3 \text{ м (§ 34 ТУ)}$$

$$h_{\text{out}} = \frac{21(1,301 + 0,15 + 0,765) + 21 \cdot 0,8}{21 + 21} = 1,43 < 2,3 \text{ м};$$

Наветренная поверхность платформы с грузом:

$$S \leq 50 \text{ м}^2; S = 13 + 8,44 \cdot 1,53 = 25,5 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Вывод: условия поперечной устойчивости платформы с грузом соблюдаются.

IV. Определение усилий, действующих на груз

1^{ое} сочетание сил:

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = \alpha_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{гр}} = 1,13 \cdot 21 = 23,7 \text{ тс};$

$$\alpha_{\text{пр}} = \alpha_{12} = \frac{Q_{\text{гр}}(\alpha_{12} - \alpha_{22})}{63} = 1,2 = \frac{21(1,2 - 1,0)}{63} = 1,13 \text{ тс/т};$$

$\alpha_{\text{пр}}$ — удельная величина продольной инерционной силы;

Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{го}} = Q_{\text{гр}} \cdot \mu = 21 \cdot 0,4 = 8,4 \text{ тс};$

$\mu = 0,4$ — коэффициент трения металлического пакета по дереву;

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}}^{\text{го}};$$

$$\Delta F_{\text{пр}} = 23,7 - 8,4 = 15,30 \text{ тс};$$

2^{ое} сочетание сил:

Поперечная инерционная сила: $F_n = \alpha_n \cdot Q_{\text{гр}} = 0,33 \cdot 21 = 6,93 \text{ тс};$

$\alpha_n = 0,33$ (табл. 20 ТУ) — удельная величина поперечной инерционной силы;

Вертикальная инерционная сила: $F_f = \alpha_f \cdot Q_{\text{гр}} = 0,365 \cdot 21 = 7,67 \text{ тс};$

$$\alpha_f(100) = 250 + k_{\text{гр}}^f + \frac{2140}{Q_{\text{гр}}} = 250 + 5 \cdot 0,5 + \frac{2140}{21} = 355 \text{ кгс/т} = 0,355 \text{ тс/т}$$

$\alpha_f(100)$ — удельная величина вертикальной инерционной силы $k = 5$ (при опирании груза на одну платформу);

$l_{\text{гр}} = 0,5$ — расстояние от ЦТ_{гр} до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы.

Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{н}} = Q_{\text{гр}} \mu (1000 - \alpha_f) = 21 \cdot 0,4 (1000 - 355) = 5418 \text{ кгс} = 5,42 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_n = 50 S_n = 50 \cdot 8,44 \cdot 1,53 = 625 \text{ кгс} = 0,62 \text{ тс};$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n = n(F_n + W_n) - F_{\text{тр}}^{\text{н}};$$

$$\Delta F_n = 1,25(6,27 + 0,62) - 5,42 = 3,19 \text{ тс};$$

V. Определение суммарных усилий, действующих на средний и верхний ярусы.

1^{ое} сочетание сил:

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}}^{\text{II}} = \alpha_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{гр}}^{\text{II}} = 1,16 \cdot 14,0 = 16,24 \text{ тс/т}$

2539-04.02.01.

$$a_{np} = a_{22} - \frac{Q_{np}''(a_{22} - a_{25})}{63} = 1,2 - \frac{14(1,2 - 1,0)}{63} = 1,16 \text{ гс/г};$$

a_{np} — удельная величина продольной инерционной силы;

$$\text{Сила трения: } F_{тр}'' = Q_{np}'' \cdot \mu = 14 \cdot 0,4 = 5,6 \text{ тс};$$

$\mu = 0,4$ — коэффициент трения металлического пакета по дереву;

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{np}'' = F_{тр}'' - F_{тр}''^{np};$$

$$\Delta F_{np}'' = 16,24 - 5,6 = 10,64 \text{ тс}$$

2^я сочетание сил:

$$\text{Поперечная инерционная сила: } F_n'' = a_n \cdot Q_{np}'' = 0,33 \cdot 14 = 4,62 \text{ тс};$$

$a_n = 0,33$ (табл. 20ТЧ) — удельная величина поперечной инерционной силы;

Вертикальная инерционная сила: $F_g'' = a_g \cdot Q_{np}'' = 0,40 \cdot 14,0 = 5,6 \text{ тс};$

$$a_{1(100)} = 250 + kL_{np} + \frac{2140}{Q_{np}} = 250 + 5 \cdot 0,5 + \frac{2140}{14} = 405 \text{ кгс/г} = 0,40 \text{ гс/г};$$

$a_{1(100)}$ — удельная величина вертикальной инерционной силы;

$k = 5$ (при опирании груза на одну платформу);

$L_{np} = 0,5$ — расстояние от Ц_{Тр} до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы;

Сила трения: $F_{тр}'' = Q_{np}'' \cdot \mu (1000 - a_g) = 14,0 \cdot 0,4 (1000 - 405) = 333,2 \text{ кгс} = 3,33 \text{ тс};$

Ветровая нагрузка: $W_n'' = 50 S_n'' = 50 \cdot 8,44 \cdot 0,97 = 388 \text{ кгс} = 0,39 \text{ тс};$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n'' = n(F_n'' + W_n'') - F_{тр}'';$$

$$\Delta F_n'' = 1,25(4,62 + 0,39) - 3,33 = 2,93 \text{ тс};$$

VI. Определение усилий, действующих на верхний ярус.

1^я сочетание сил:

Продольная инерционная сила: $F_{np}' = a_{np}' \cdot Q_{np}' = 1,18 \cdot 7,0 = 8,26 \text{ тс};$

$$a_{np} = a_{22} - \frac{Q_{np}'(a_{22} - a_{25})}{63} = 1,2 - \frac{7,0(1,2 - 1,0)}{63} = 1,18 \text{ гс/г};$$

a_{np} — удельная величина продольной инерционной силы;

$$\text{Сила трения: } F_{тр}' = Q_{np}' \cdot \mu = 7,0 \cdot 0,4 = 2,8 \text{ тс};$$

$\mu = 0,4$ — коэффициент трения металлического пакета по дереву;

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{np}' = F_{тр}' - F_{тр}'^{np};$$

$$\Delta F_{np}' = 2,26 - 2,8 = 5,46 \text{ тс};$$

2^я сочетание сил:

$$\text{Поперечная инерционная сила: } F_n' = a_n \cdot Q_{np}' = 0,33 \cdot 7,0 = 2,31 \text{ тс};$$

$a_n = 0,33$ (табл. 20ТЧ) — удельная величина поперечной инерционной силы;

Вертикальная инерционная сила: $F_g' = a_g \cdot Q_{np}' = 0,56 \cdot 7,0 = 3,92 \text{ тс};$

$$a_{1(100)} = 250 + kL_{np}' + \frac{2140}{Q_{np}'} = 250 + 5 \cdot 0,5 + \frac{2140}{7,0} = 558 \text{ кгс/г} = 0,56 \text{ гс/г};$$

$a_{1(100)}$ — удельная величина вертикальной инерционной силы;

$k = 5$ (при опирании груза на одну платформу);

$L_{np}' = 0,5$ — расстояние от Ц_{Тр} до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы;

Сила трения: $F_{тр}' = Q_{np}' \cdot \mu (1000 - a_g) = 7,0 \cdot 0,4 (1000 - 558) = 1238 \text{ кгс} = 1,24 \text{ тс};$

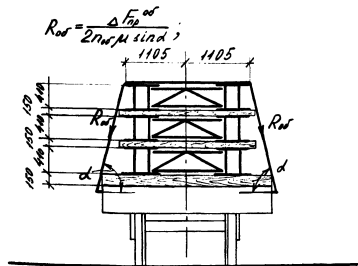
Ветровая нагрузка: $W_n' = 50 S_n' = 50 \cdot 8,44 \cdot 0,41 = 173 \text{ кгс} = 0,17 \text{ тс};$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n' = n(F_n' + W_n') - F_{тр}';$$

$$\Delta F_n' = 1,25(2,31 + 0,17) - 1,24 = 1,86 \text{ тс};$$

VII. Определение усилий в обвязке.



Усилия в обвязке от 1^{го} сочетания сил:

$$R_{об} = \frac{15.30}{2 \cdot 5 \cdot 0.4 \cdot 0.98} = 3.80 \text{ тс};$$

Усилия в обвязке от 2^{го} сочетания сил:

$$R_{об} = \frac{3.19}{2 \cdot 5 \cdot 0.4 \cdot 0.98} = 0.96 \text{ тс};$$

Принято: обвязка из проволоки $\phi 7.5 \text{ мм}$ по 8 нитей с допускаемым усилием 3.88 тс;

VIII. Расчет подкладок по смятию.

Напряжение в подкладках при смятии по 1^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^{sp}}{S} = \frac{29.12}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 162 \text{ т/м}^2 = 16.2 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2]$$

$$N_0^{sp} = \frac{Q_{sp}}{2} + (\Sigma R_p^{sp} \sin \alpha) = \frac{21}{2} + (5 \cdot 3.80 \cdot 0.98) = 29.12 \text{ тс}$$

Напряжение в подкладках при смятии по 2^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^o + F \delta}{S} = \frac{15.2 + 7.67/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 106 \text{ т/м}^2 = 10.6 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2];$$

$$N_0^o = \frac{Q_{sp}}{2} + (\Sigma R_p^o \sin \alpha) = \frac{21}{2} + (5 \cdot 0.96 \cdot 0.98) = 15.2 \text{ тс};$$

Принято: $h_0 = 0.15 \text{ м};$

IX. Определение размеров подкладок.

Проверка на устойчивость:

$$b_0 \geq \frac{2(1.25 N_0 \cdot m \cdot h_0 - R_y h_0)}{N_0};$$

$$h_y = 0; N_0^{sp} = 29.12 \text{ тс}; \mu = 0.4;$$

$$b_0 \geq \frac{2 \cdot 1.25 \cdot 29.12 \cdot 0.4 \cdot 0.15}{29.12} = 0.15 \text{ м}$$

Принято: $b_0 = 0.15 \text{ м}$

X. Расчет прокладок по смятию.

Напряжение в прокладках при смятии по 1^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^{spH}}{S} = \frac{25.62}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 142 \text{ т/м}^2 = 14.2 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2];$$

$$N_0^{spH} = \frac{Q_{sp}^H}{2} + (\Sigma R_p^{sp} \sin \alpha) = \frac{14}{2} + (5 \cdot 3.80 \cdot 0.98) = 25.62 \text{ тс};$$

Напряжение в прокладках при смятии по 2^{му} сочетанию сил: XIII. Определение размеров прокладок.

$$\sigma_c = \frac{N_o'' + F \delta''}{S} = \frac{11.7 + 5.6/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 81 \text{ тс/м}^2 = 8.1 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2];$$

$$N_o'' = \frac{Q_{зр}}{2} + (\Sigma R_p'' \sin \alpha) = \frac{14}{2} + (5 \cdot 0.96 \cdot 0.98) = 11.7 \text{ тс};$$

Принято: $h_o'' = 0.15 \text{ м};$

XI. Определение размеров прокладок.

Проверка на устойчивость:

$$v_o \geq \frac{2(1.25 N_o \mu h_o - P_y h_y)}{N_o};$$

$$h_y = 0; N_o'' = 25.62 \text{ тс}; \mu = 0.4;$$

$$v_o \geq \frac{2 \cdot 1.25 \cdot 25.62 \cdot 0.4 \cdot 0.15}{25.62} = 0.15 \text{ м};$$

Принято: $v_o'' = 0.15 \text{ м};$

XII. Расчет прокладок по смятию.

Напряжение в прокладках при смятии по 1^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c' = \frac{N_o'''}{S} = \frac{22.12}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 123 \text{ т/м}^2 = 12.3 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2];$$

$$N_o''' = \frac{Q_{зр}}{2} + (\Sigma R_p''' \sin \alpha) = \frac{7.0}{2} + (5 \cdot 3.80 \cdot 0.98) = 22.12 \text{ тс};$$

Напряжение в прокладках при смятии по 1^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c' = \frac{N_o'' + F \delta'}{S} = \frac{8.2 + 3.92/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 58 \text{ т/м}^2 = 5.6 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2];$$

$$N_o'' = \frac{Q_{зр}}{2} + (\Sigma R_p'' \sin \alpha) = \frac{7.0}{2} + (5 \cdot 0.96 \cdot 0.98) = 8.2 \text{ тс};$$

Принято: $h_o' = 0.15 \text{ м}$

Проверка на устойчивость:

$$v_o \geq \frac{2(1.25 N_o \mu h_o - P_y h_y)}{N_o};$$

$$h_y = 0; N_o'' = 22.12 \text{ тс}; \mu = 0.4;$$

$$v_o' \geq \frac{2 \cdot 1.25 \cdot 22.12 \cdot 0.4 \cdot 0.15}{22.12} = 0.15 \text{ м};$$

Принято: $v_o' = 0.15 \text{ м};$

XIV. Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{ср} = \frac{v}{(h_{ит} - h_y''')} \geq 1.25$$

$$h_{ит} = 0.965 \text{ м}; h_y''' = 0;$$

$$\eta_{ср} = \frac{4.22}{0.965} = 4.4 > 1.25;$$

XV. Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_n = \frac{Q_{зр} \cdot v_n}{F_n (h_{ит} - h_y'') + W_n (h_{ин}'' - h_y'')} \geq 1.25;$$

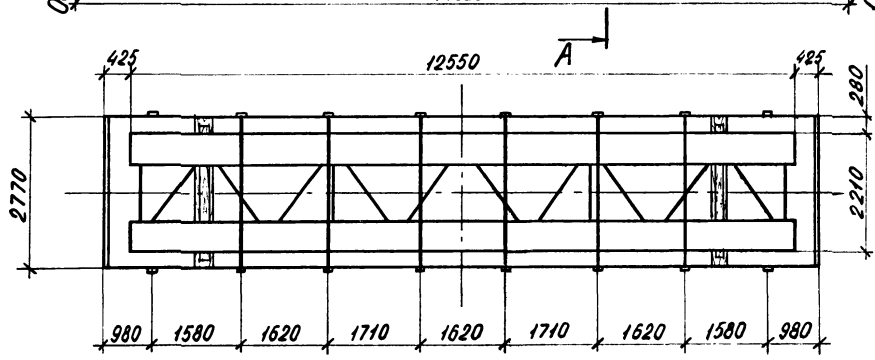
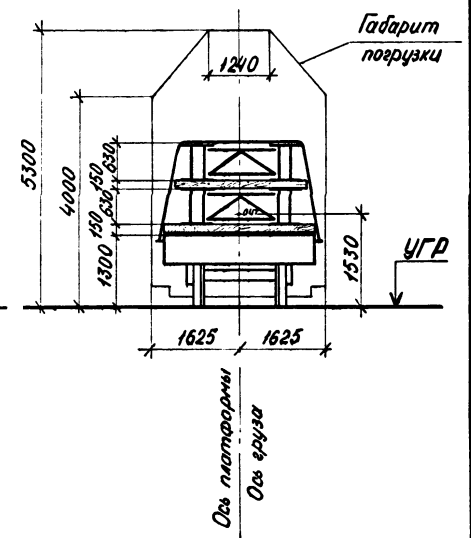
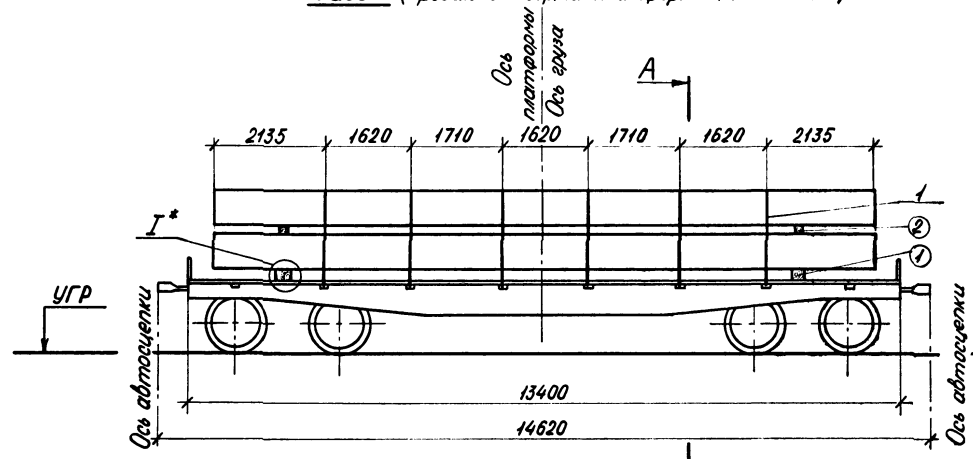
$$h_{ит} = 0.965 \text{ м}; h_{ин}'' = 0.965 \text{ м}; h_y'' = 0;$$

$$\eta_n = \frac{21 \cdot 1.105}{6.27 \cdot 0.965 + 0.62 \cdot 0.965} = 3.99 > 1.25;$$

Примечание: конструктивно подкладки крепятся к полу платформы при помощи звезд $d = 6 \text{ мм}$ длиной 200 мм .

Фасад (продольные борты платформы не показаны)

A-A



*Узел I см. на черт. 2539-05.02.01 лист 2.

				2539-04.03.01			
Нач. отд.	Гродзенский			Размещение и крепление ж/д платформе металлического го пакетного проратного строения $l_n = 12,55 м$	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский				РП	7	5
Нор. кан.	Новолядский						
Рук. зап.	Гуревич						
Инж.	Данкова						
				ГИПРОТРАНСПУТЬ			

Характеристика схемы погрузки

№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1.	База груза	мм	9720
2.	Высота Ц.Т. груза относительно его низа	мм	705
3.	Высота обцега Ц.Т. платформы с грузом относительно УГР	мм	1530
4.	Масса груза	т	24
5.	Смещение Ц.Т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6.	Смещение Ц.Т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла креплений

№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Примечание
					ед.	общ.		
1.	Обвязка из проволоки $\phi = 6300$ мм	8 ϕ 7,5	50400	6	17,5	105	Сталь ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-84
2.	Костыль путевой	—	165	4	0,4	2	Ст. 3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5812-51
3.	Гвозди	d=6	200	10	—	0,5	Ст. 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2887-76 ГОСТ 2282-76
4.								
Итого металла:						106		

Спецификация лесоматериалов

№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Примечание
					ед.	общ.		
1.	Подкладка	20*20	277	2	0,11	0,2	сосна, ель не ниже 3с	ГОСТ 9466-66
2.	Прокладка	15*15	240	2	0,054	0,11	—	—
Итого лесоматериалов:						0,3		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4-хосной платформе двух инвентарных металлических пакетных пролётных строений длиной 12,55м, изготовленных по типовому проекту 3.501.2-127.
Платформа принята грузоподъемностью 62+66т, постройки с 1965г на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Пакетные пролётные строения размещаются на платформе симметрично относительно продольной и поперечной осей платформы в два яруса.
- Пролётное строение нижнего яруса устанавливается на деревянные подкладки, представляющие собой брус сечением 200х200мм, а пролётные строения верхнего яруса — на прокладки сечением 150х150мм.
- Для предотвращения поперечного и продольного смещений пакетов служат обвязки, состоящие из проволоки $\phi 7,5$ мм. Обвязки увязываются за стоечные скобы платформы.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанные металлические пакетные пролётные строения на платформе вписываются в габарит погрузки.
- Боковые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Расчет к погрузке

I. Характеристика груза II. Характеристика платформы.

Груз — два металлических пакета сварной конструкции
 Платформа четырёхосная база — 9,72 м
 Полная длина груза — 12,55 м Вес платформы — 21 т
 Полная ширина груза — 2,21 м Положение ЦТ от УГР — 0,8 м
 Полная высота груза — 1,41 м
 Вес груза — 24 т

III. Проверка соблюдения условий общей поперечной устойчивости.

Положение общего ЦТ платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{\text{общ}} = \frac{Q_{\text{гр}} h_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}} h_{\text{пл}}}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}}} \leq 2,3 \text{ м (334ТУ)}$$

$$h_{\text{общ}} = \frac{24(1,301 + 0,2 + 0,705) + 21 \cdot 0,8}{24 + 21} = 1,53 + 2,3 \text{ м}$$

Наветренная поверхность платформы с грузом:
 $S \leq 50 \text{ м}^2$; $S = 13 + 12,55 \cdot 1,41 = 30,7 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$;

Вывод: условия поперечной устойчивости платформы с грузом соблюдаются.

IV. Определение усилий, действующих на груз.

1^{ое} сочетание сил:

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = a_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{гр}} = 1,12 \cdot 24 = 26,88 \text{ тс}$

$$a_{\text{пр}} = a_{22} - \frac{Q_{\text{гр}}(a_{22} - a_{21})}{63} = 1,2 - \frac{24(1,2 - 1,0)}{63} = 1,12 \text{ тс/т};$$

$a_{\text{пр}}$ — удельная величина продольной инерционной силы;

Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = Q_{\text{гр}} \cdot \mu = 24 \cdot 0,4 = 9,6 \text{ тс}$;

$\mu = 0,4$ — коэффициент трения металлического пакета по дереву
 Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}}^{\text{пр}};$$

$$\Delta F_{\text{пр}} = 26,88 - 9,6 = 17,28 \text{ тс};$$

2^{ое} сочетание сил:

Поперечная инерционная сила: $F_{\text{п}} = a_{\text{п}} \cdot Q_{\text{гр}} = 0,33 \cdot 24 = 7,92 \text{ тс}$
 $a_{\text{п}} = 0,33$ (табл. 20 ТУ) — удельная величина поперечной инерционной силы;

Вертикальная инерционная сила: $F_{\text{в}} = a_{\text{в}} \cdot Q_{\text{гр}} = 0,339 \cdot 24 = 8,14 \text{ тс}$;

$$a_{\text{в}}(100) = 250 + k \cdot v_{\text{гр}} + \frac{2140}{Q_{\text{гр}}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{24} = 339 \text{ кгс/т} = 0,339 \text{ тс/т}$$

$a_{\text{в}}(100)$ — удельная величина вертикальной инерционной силы;

$k = 5$ (при опирании груза на одну платформу);

$v_{\text{гр}} = 0$ — расстояние от ЦТ_{гр} до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы.

Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{п}} = Q_{\text{гр}} \cdot \mu = 24 \cdot 0,4 = 10,00 - 339 = 6,346 \text{ кгс} = 6,35 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_{\text{в}} = 50 S_{\text{в}} = 50 \cdot 12,55 \cdot 1,41 = 885 \text{ кгс} = 0,89 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{п}} = n(F_{\text{п}} + W_{\text{в}}) - F_{\text{тр}}^{\text{п}} = 1,25(7,92 + 0,89) - 6,35 = 4,66 \text{ тс};$$

V. Определение усилий, действующих на верхний ярус.

1^{ое} сочетание сил:

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}}' = a_{\text{пр}}' \cdot Q_{\text{гр}}' = 1,16 \cdot 12 = 13,92 \text{ тс}$;

$$a_{\text{пр}}' = a_{22} - \frac{Q_{\text{гр}}'(a_{22} - a_{21})}{63} = 1,2 - \frac{12(1,2 - 1,0)}{63} = 1,16 \text{ тс/т}$$

a_{np} — удельная величина продольной инерционной силы;

Сила трения: $F_{тр}^{np} = Q_{ср} \cdot \mu = 12 \cdot 0,4 = 4,08 \text{ тс}$;

$\mu = 0,4$ — коэффициент трения металлического пакета по дереву;

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{тр}^1 = F_{тр}^1 - F_{тр}^{np1};$$

$$\Delta F_{тр}^1 = 13,92 - 4,08 = 9,84 \text{ тс};$$

2^{ое} сочетание сил:

Поперечная инерционная сила: $F_n^1 = a_n \cdot Q_{ср} = 0,33 \cdot 12 = 3,92 \text{ тс}$;

$a_n = 0,33$ (табл. 207У) — удельная величина поперечной инерционной силы;

Вертикальная инерционная сила: $F_v^1 = a_v \cdot Q_{ср} = 0,43 \cdot 12 = 5,12 \text{ тс}$;

$$a_{i(100)} = 250 + k \cdot v_{ср} + \frac{2140}{Q_{ср}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{12} = 428 \text{ кгс/т} = 0,43 \text{ тс/т};$$

$a_{i(100)}$ — удельная величина вертикальной инерционной силы;

$k = 5$ (при опирании груза на одну платформу);

$v_{ср} = 0$ — расстояние от ЦТ_{ср} до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы;

Сила трения: $F_{тр}^{n1} = Q_{ср} \mu (1000 - a_i) = 12 \cdot 0,4 (1000 - 428) = 2746 \text{ кгс} = 2,75 \text{ тс}$;

Ветровая нагрузка: $W_n^1 = 50 S_n^1 = 50 \cdot 12,55 \cdot 0,63 = 395 \text{ кгс} = 0,395 \text{ тс}$;

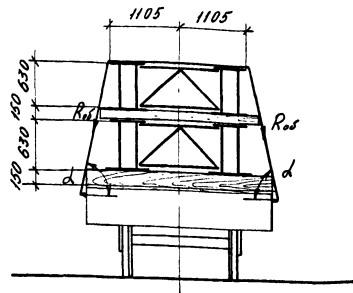
Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n^1 = n(F_n^1 + W_n^1) - F_{тр}^{n1};$$

$$\Delta F_n^1 = 1,25(3,92 + 0,395) - 2,75 = 2,64 \text{ тс};$$

VI. Определение усилий в обвязке.

$$R_{об} = \frac{\Delta F_{тр}^{об}}{2 \rho_{ср} \mu \sin \alpha};$$



Усилия в обвязке от 1^{ого} сочетания сил:

$$R_{об} = \frac{17,28}{2 \cdot 6 \cdot 0,4 \cdot 0,979} = 3,68 \text{ тс}$$

Усилия в обвязке от 2^{ого} сочетания сил:

$$R_{об} = \frac{4,66}{2 \cdot 6 \cdot 0,4 \cdot 0,979} = 0,99 \text{ тс}$$

Принято: обвязка из проволоки $\Phi 7,5 \text{ мм}$ по 8 нитей с допустимым усилием 3,88 тс

VII. Расчет подкладок по смятию.

Напряжение в подкладках при смятии по 1^{ому} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_{ср}^{np}}{S} = \frac{33,6}{2 \cdot 0,6 \cdot 0,2} = 140 \text{ т/м}^2 = 14 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2];$$

2539-04.03.01.

$$N_0^{20} = \frac{Q_{32}}{2} + (\Sigma R_p^* \sin \alpha) = \frac{24}{2} + (6 \cdot 3.68 \cdot 0.979) = 33.6 \text{ тс}$$

Напряжение в подкладках при смятии по 2^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^{20} + F \delta}{S} = \frac{17.92 + 8.14/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.2} = 81 \text{ т/м}^2 = 8.1 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

$$N_0^{20} = \frac{Q_{32}}{2} + (\Sigma R_p^* \sin \alpha) = \frac{24}{2} + (6 \cdot 0.99 \cdot 0.979) = 17.82 \text{ тс}$$

Принято: $h_0 = 0.2 \text{ м}$.

VIII. Определение размеров подкладок.

Проверка на устойчивость:

$$b_0 \geq \frac{2(1.25 N_0 \mu h_0 - R_y h_y)}{N_0};$$

$$h_y = 0; N_0^{20} = 33.6 \text{ тс}; \mu = 0.4;$$

$$b_0 \geq \frac{2 \cdot 1.25 \cdot 33.6 \cdot 0.4 \cdot 0.2}{33.6} = 0.2 \text{ м};$$

Принято: $b_0 = 0.2 \text{ м}$

IX. Расчет прокладок по смятию.

Напряжение в прокладках при смятии по 1^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c' = \frac{N_0^{20}'}{S} = \frac{27.6}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 153 \text{ т/м}^2 = 15.3 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

$$N_0^{20}' = \frac{Q_{32}}{2} + (\Sigma R_p^* \sin \alpha) = \frac{12}{2} + (6 \cdot 3.68 \cdot 0.979) = 27.6 \text{ тс};$$

Напряжение в прокладках при смятии по 2^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c' = \frac{N_0^{20}' + F \delta'}{S} = \frac{11.8 + 5.12/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 80 \text{ т/м}^2 = 8.0 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

$$N_0^{20}' = \frac{Q_{32}}{2} + (\Sigma R_p^* \sin \alpha) = \frac{12}{2} + (6 \cdot 0.99 \cdot 0.979) = 11.8 \text{ тс};$$

Принято: $h_0' = 0.15 \text{ м}$

X. Определение размеров прокладок.

Проверка на устойчивость:

$$b_0 \geq \frac{2(1.25 N_0 \mu h_0 - R_y h_y)}{N_0};$$

$$h_y = 0; N_0^{20} = 27.6 \text{ тс}; \mu = 0.4;$$

$$b_0 \geq \frac{2 \cdot 1.25 \cdot 27.6 \cdot 0.4 \cdot 0.15}{27.6} = 0.15 \text{ м};$$

Принято: $b_0' = 0.15 \text{ м}$

XI. Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{cp} = \frac{b}{(h_{ц.т.} - h_y^{20})} \geq 1.25;$$

$$h_{ц.т.} = 0.905 \text{ м}; h_y^{20} = 0;$$

$$\eta_{cp} = \frac{0.275}{0.905} = 0.304 < 1.25;$$

XII. Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_n = \frac{Q_{32} \cdot b_n}{F_n (h_{ц.т.} - h_y^{20}) + W_n (h_{ц.т.} - h_y^{20})} \geq 1.25;$$

$$h_{ц.т.} = 0.905 \text{ м}; h_{ц.т.}^{20} = 0.905 \text{ м}; h_y^{20} = 0;$$

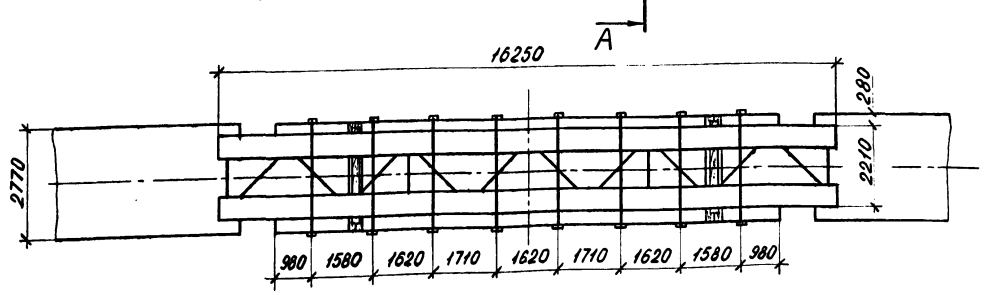
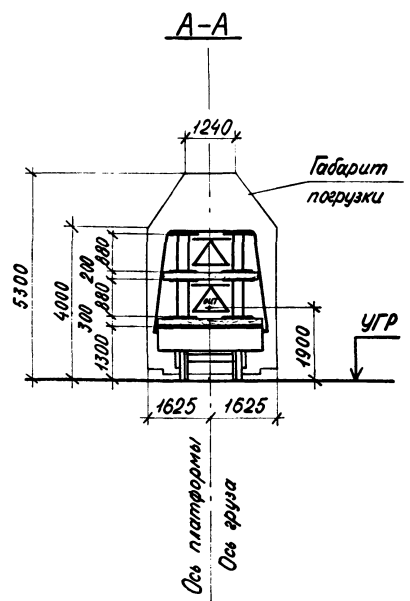
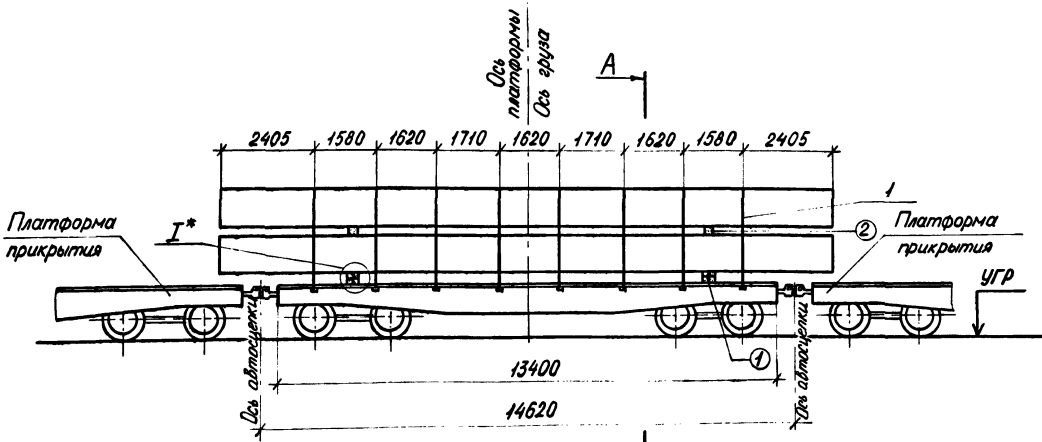
$$\eta_n = \frac{24 \cdot 1.105}{8.14 \cdot 0.905 + 0.89 \cdot 0.905} = 3.24 > 1.25;$$

Примечание:

Конструктивно подкладки крепятся к полу платформы при помощи звездой $d = 6 \text{ мм}$ длиной 200 мм .

2539-04.03.01.

Фасад (продольные борта платформы условно не показаны).



*Узел I см. черт. 2539-05.05.01 лист 2

2539-04.04.01.				
Начальник производственного отдела ГИП Урюбинский	Размещение и крепление на ж.д. платформе металлического пакетного пролетного строения $L_n = 16,25$ м	Листер РП	Лист 4	Листов 6
Н.контр. Новолодский Рукзори Туревич Инж. Данкова		ГИПРОТРАНСПУТЬ		

Характеристика схемы погрузки.

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1.	База груза	мм	9720
2.	Высота Ц.Т. груза относительно его низа	мм	970
3.	Высота общего Ц.Т. платформы с грузом относительно УТР	мм	1900
4.	Масса груза	т	35.4
5.	Смещение Ц.Т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6.	Смещение Ц.Т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла креплений

Марка	№-поз	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Примечание
						ед.	общ.		
	1.	Обвязка из проволоки ϕ 8000мм	8 ϕ 7.5	64000	8	22.3	178.4	Сталь ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-84
	2.	Строительный шпиль с гайкой и двумя шайбами	M16	350	8	0.6	5	Ст. 3 по ГОСТ 380-71*	
	3.	Штырь	ϕ 12	250	8	—	1.8	Ст. 3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2590-74
	4.	Костыль путевой	—	165	8	0.4	3	Ст. 3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5812-51
	5.	Гвозди	d=6	200	20	—	0.9	Ст. 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2263-74 ГОСТ 4228-68
Итого металла:							189		

Спецификация лесоматериалов

Классиф.	№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Примечание
						ед.	общ.		
	1.	Подкладка	15*15	277	8	0.062	0.5	сосна, ель не ниже 3с	ГОСТ 9105-66
	2.	Прокладка	20*20	240	2	0.1	0.2	—	—
Итого лесоматериалов:							0.7		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка двух инвентарных металлических пакетных пролётных строений длиной 16,25м на 4^хосной грузонесущей платформе в сцепе с двумя платформами прикрытия. Пролётные строения изготовлены по типовому проекту З.501.2-127.
Грузонесущая платформа принята грузоподъемностью 62-66т, постройки с 1965г на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Пакетные пролётные строения размещаются на грузонесущей платформе симметрично относительно продольной и поперечной осей платформы в 2 яруса.
- Пролётные строения нижнего яруса устанавливаются на деревянные пакеты, состоящие из 4^х брусев сечением 150х150мм, скрепляемых между собой болтами и штырями. Пролётное строение верхнего яруса устанавливается на прокладки из бруса 200х200мм.
- Для предотвращения поперечного и продольного смещений пакетов служат обвязки, состоящие из 8 проволок ϕ 7,5мм. Обвязки увязываются за стоечные скобы грузонесущей платформы.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанные металлические пакетные пролётные строения на платформе вписываются в габарит погрузки.
- Боковые и торцовые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Расчет к погрузке

I. Характеристика груза. II. Характеристика платформы.

Груз — два металлических пакета Платформа четырехосная
сварной конструкции База — 9,72 м

Полная длина груза — 16,25 м Вес платформы — 21 т

Полная ширина груза — 2,21 м Положение ЦТ от УГР — 0,8 м

Полная высота груза — 1,96 м

Вес груза — 35,4 т

III. Проверка соблюдения условий общей поперечной устойчивости.

Положение общего ЦТ платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{\text{общ}} = \frac{Q_{\text{гр}} h_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}} h_{\text{пл}}}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}}} \leq 2,3 \text{ м (§ 3.4 ТУ)}$$

$$h_{\text{общ}} = \frac{35,4(1,301 + 0,3 + 0,98) + 21 \cdot 0,8}{35,4 + 21} = 1,9 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Наветренная поверхность платформы с грузом:

$$S \leq 50 \text{ м}^2; S = 13 + 16,25 \cdot 1,96 = 44,85 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2;$$

Вывод: условия поперечной устойчивости платформы с грузом соблюдаются.

IV. Определение усилий, действующих на груз.

1^{ое} сочетание сил:

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = a_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{гр}} = 1,09 \cdot 35,4 = 38,59 \text{ тс}$

$$a_{\text{пр}} = a_{22} - \frac{Q_{22}(a_{22} - a_{12})}{63} = 1,2 - \frac{35,4(1,2 - 1,0)}{63} = 1,09 \text{ тс/т};$$

$a_{\text{пр}}$ — удельная величина продольной инерционной силы;

$$\text{Сила трения: } F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = Q_{\text{гр}} \mu = 35,4 \cdot 0,4 = 14,16 \text{ тс};$$

$\mu = 0,4$ — коэффициент трения металлического пакета по дереву;

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}}^{\text{пр}};$$

$$\Delta F_{\text{пр}} = 38,59 - 14,16 = 24,43 \text{ тс};$$

2^{ое} сочетание сил:

Поперечная инерционная сила: $F_{\text{п}} = a_{\text{п}} \cdot Q_{\text{гр}} = 0,33 \cdot 35,4 = 11,68 \text{ тс};$

$a_{\text{п}} = 0,33$ (табл. 20 ТУ) — удельная величина поперечной инерционной силы;

Вертикальная инерционная сила: $F_{\text{в}} = a_{\text{в}} \cdot Q_{\text{гр}} = 0,311 \cdot 35,4 = 11,01 \text{ тс};$

$$a_{\text{в}(100)} = 250 + k \cdot c_{\text{в}} + \frac{21 \cdot 40}{Q_{\text{гр}}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{21 \cdot 40}{35,4} = 311 \text{ кгс/т} = 0,311 \text{ тс/т};$$

$a_{\text{в}(100)}$ — удельная величина вертикальной инерционной силы;

$k = 5$ (при опирании груза на одну платформу);

$l_{\text{в}} = 0$ — расстояние от ЦТ_{гр} до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы.

Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{в}} = Q_{\text{гр}} \mu (1000 - a_{\text{в}}) = 35,4(1000 - 311) \cdot 0,4 = 9756 \text{ кгс} = 9,76 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_{\text{в}} = 50 S_{\text{в}} = 50 \cdot 16,25 \cdot 1,96 = 1593 \text{ кгс} = 1,59 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{п}} = \eta (F_{\text{п}} + W_{\text{в}}) - F_{\text{тр}}^{\text{в}} = 1,25(11,68 + 1,59) - 9,76 = 6,83 \text{ тс};$$

V. Определение усилий, действующих на верхний ярус.

1^{ое} сочетание сил:

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}}' = a_{\text{пр}}' \cdot Q_{\text{в}} = 1,14 \cdot 17,7 = 20,18 \text{ тс};$

$$a_{\text{пр}}' = a_{22} - \frac{Q_{22}(a_{22} - a_{12})}{63} = 1,2 - \frac{17,7(1,2 - 1,0)}{63} = 1,14 \text{ тс/т};$$

$a_{\text{пр}}'$ — удельная величина продольной инерционной силы;

$$\text{Сила трения: } F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = Q_{\text{в}} \mu = 17,7 \cdot 0,4 = 7,08 \text{ тс};$$

$\mu = 0,4$ — коэффициент трения металлического пакета по дереву;

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{пр}}' = F_{\text{пр}}' - F_{\text{пр}}^{\text{оп}};$$

$$\Delta F_{\text{пр}}' = 20,18 - 7,08 = 13,1 \text{ тс};$$

2^{ое} сочетание сил:

Поперечная инерционная сила: $F_n' = a_n \cdot Q_{\text{ф}}' = 0,33 \cdot 17,7 \cdot 5,84 \text{ тс};$
 $a_n = 0,33$ (табл. 20ТЧ) — удельная величина поперечной инерционной силы;
 Вертикальная инерционная сила: $F_b' = a_b \cdot Q_{\text{ф}}' = 0,371 \cdot 17,7 = 6,57 \text{ тс};$

$$a_b(\text{по}) = 250 + k \cdot l_{\text{ф}} + \frac{2140}{Q_{\text{ф}}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{17,7} = 371 \text{ кгс/т} = 0,371 \text{ тс/т};$$

$a_b(\text{по})$ — удельная величина вертикальной инерционной силы;
 $k=5$ (при опирании груза на одну платформу);
 $l_{\text{ф}}=0$ — расстояние от ЦТ_ф до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы;

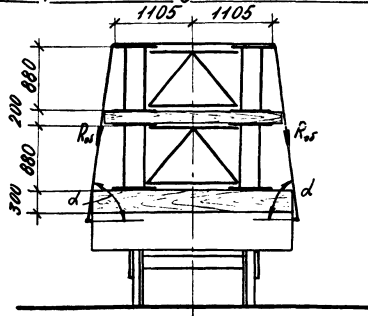
Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{оп}} = Q_{\text{ф}}' \cdot \mu (1000 - a_b) = 17,7 \cdot 0,4 (1000 - 371) = 4453 \text{ кгс} = 4,45 \text{ тс};$

Ветровая нагрузка: $W_n' = 5,0 S_n' = 5,0 \cdot 16,25 \cdot 0,88 = 715 \text{ кгс} = 0,72 \text{ тс};$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n' = n(F_n' + W_n') - F_{\text{тр}}^{\text{оп}} = 1,25(5,84 + 0,72) - 4,45 = 3,75 \text{ тс};$$

VI. Определение усилий в обвязке.



$$R_{\text{об}} = \frac{\Delta F_{\text{пр}}^{\text{оп}}}{2 \rho_{\text{об}} \mu \sin \alpha};$$

Усилие в обвязке от 1^{ое} сочетания сил:

$$R_{\text{об}} = \frac{24,43}{2 \cdot 8 \cdot 0,4 \cdot 0,989} = 3,86 \text{ тс}$$

Усилие в обвязке от 2^{ое} сочетания сил:

$$R_{\text{об}} = \frac{6,83}{2 \cdot 8 \cdot 0,4 \cdot 0,989} = 1,08 \text{ тс}$$

Принято: обвязка из проволоки $\phi 7,5$ мм по 8 нитях с допусаемым усилием 3,88 тс.

VII. Расчет подкладок по смятию.

Напряжение в подкладках при смятии по 1^{ому} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_6^{\text{оп}}}{S} = \frac{18,2}{2 \cdot 0,6 \cdot 0,3} = 13,4 \text{ т/м}^2 = 13,4 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2]$$

$$N_6^{\text{оп}} = \frac{Q_{\text{ф}}}{2} + (\Sigma R_{\text{пр}}^{\text{оп}} \sin \alpha) = \frac{35,4}{2} + (8 \cdot 3,86 \cdot 0,989) = 18,2 \text{ тс}$$

Напряжение в подкладках при смятии по 2^{ому} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_6^{\text{н}} + F_b}{S} = \frac{26,2 + 11,01}{2 \cdot 0,6 \cdot 0,3} = 8,8 \text{ т/м}^2 = 8,8 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2]$$

$$N_6^{\text{н}} = \frac{Q_{\text{ф}}}{2} + (\Sigma R_{\text{пр}}^{\text{н}} \sin \alpha) = \frac{35,4}{2} + (8 \cdot 1,08 \cdot 0,989) = 26,2 \text{ тс}$$

VIII. Определение размеров подкладок.

Определение высоты подкладок:

$$h_0 = a_n \cdot \operatorname{tg} \gamma + h_n + f_r + h_s + h_{\Sigma};$$

$$a_n = 2365 \text{ мм}; \operatorname{tg} \gamma = 0.025; h_n = 100 \text{ мм}; h_s = 25 \text{ мм}; h_{\Sigma} = 0;$$

$$f_r = \frac{96^4}{24 E J} \left(\frac{5}{24} - \frac{a^2}{l^2} \right);$$

$$g = \frac{Q_{\text{из}}}{L} = \frac{35.4}{16.25} = 2.18 \text{ т/м}; E = 2.1 \cdot 10^7 \text{ т/м}^2; J = 0.034 \text{ м}^4;$$

$$a = 3.265 \text{ м}; l = 9.72 \text{ м};$$

$$f_r = \frac{2.18 \cdot 9.72^4}{24 \cdot 2.1 \cdot 10^7 \cdot 0.034} \left(\frac{5}{24} - \frac{3.265^2}{9.72^2} \right) = -0.00011 \text{ м} \approx 0$$

$$h_0 = 2365 \cdot 0.025 + 100 + 0 + 25 + 0 = 185 \text{ мм}$$

Принято: $h_0 = 0.3 \text{ м}$;

Проверка на устойчивость

$$b_0 \geq \frac{2(1.25 N_0 \mu h_0 - P_y h_y)}{N_0};$$

$$h_y = 0; N_0^{\text{пр}} = 48.2 \text{ тс}; \mu = 0.4;$$

$$b_0 \geq \frac{2 \cdot 1.25 \cdot 48.2 \cdot 0.4 \cdot 0.3}{48.2} = 0.3 \text{ м};$$

Принято: $b_0 = 0.3 \text{ м}$

IX. Расчет прокладок по смятию.

Напряжение в прокладках при смятии по 1-му сочетанию сил:

$$\sigma_c' = \frac{N_0^{\text{пр}}}{S} = \frac{39.4}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.2} = 164 \text{ кг/см}^2 = 16.4 \text{ тс/см}^2 < [30 \text{ тс/см}^2]$$

$$N_0^{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{из}}'}{2} + (\Sigma R_p^{\text{пр}} \sin \alpha) = \frac{17.7}{2} + (3 \cdot 3.86 \cdot 0.989) = 32.4 \text{ тс}$$

Напряжение в прокладках при смятии по 2-му сочетанию сил:

$$\sigma_c' = \frac{N_0^{\text{пр}} + F_b}{S} = \frac{17.4 + 6.57/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.2} = 86 \text{ тс/м}^2 = 8.6 \text{ тс/см}^2 < [30 \text{ тс/см}^2]$$

$$N_0^{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{из}}'}{2} + (\Sigma R_p^{\text{пр}} \sin \alpha) = \frac{17.7}{2} + (8 \cdot 1.08 \cdot 0.989) = 17.4 \text{ тс}$$

Принято: $h_0 = 0.2 \text{ м}$

X. Определение размеров прокладок.

Проверка на устойчивость:

$$b_0 \geq \frac{2(1.25 N_0 \mu h_0 - P_y h_y)}{N_0};$$

$$h_y = 0; N_0^{\text{пр}} = 39.4 \text{ тс}; \mu = 0.4;$$

$$b_0 \geq \frac{2 \cdot 1.25 \cdot 39.4 \cdot 0.4 \cdot 0.2}{39.4} = 0.2 \text{ м};$$

Принято: $b_0 = 0.2 \text{ м}$

XI. Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{\text{ф}} = \frac{l}{(h_{\text{из}} - h_y^{\text{пр}})} \geq 1.25; h_{\text{из}} = 1.28 \text{ м}; h_y^{\text{пр}} = 0;$$

$$\eta_{\text{ф}} = \frac{8.125}{1.28} = 6.3 > 1.25$$

2539-04.04.01.

XII. Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_n = \frac{Q_{\text{гп}} \cdot b_n^0}{F_n(h_{\text{гп}} - h_{\text{г}}^0) + K_n(p_{\text{гп}} - h_{\text{г}}^0)} \geq 1,25; \quad h_{\text{гп}} = 1,28 \text{ м}; \quad h_{\text{г}}^0 = 0;$$

$$\eta_n = \frac{35,4 \cdot 1,105}{11,68 \cdot 1,28 + 1,59 \cdot 1,28} = 2,3 > 1,25$$

Примечание

Конструктивно подкладки крепятся к полу платформы при помощи гвоздей $d=6 \text{ мм}$, длиной 200 мм.

XIII. Проверка габаритности груза.

Допускаемая ширина груза: $B_n = B_r - 2f_n$;

$B_r = 3250 \text{ мм}$ — ширина габарита погрузки

f_n — ограничение ширины груза с учетом его смещения наружу кривой.

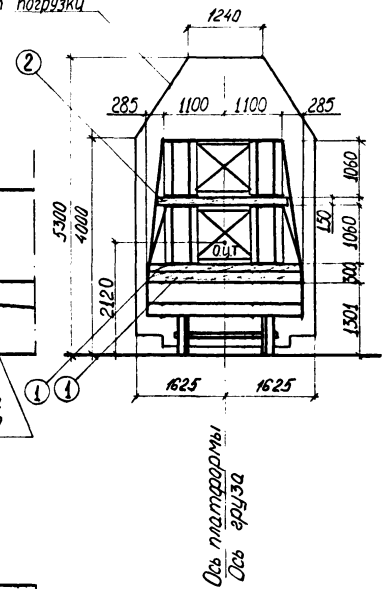
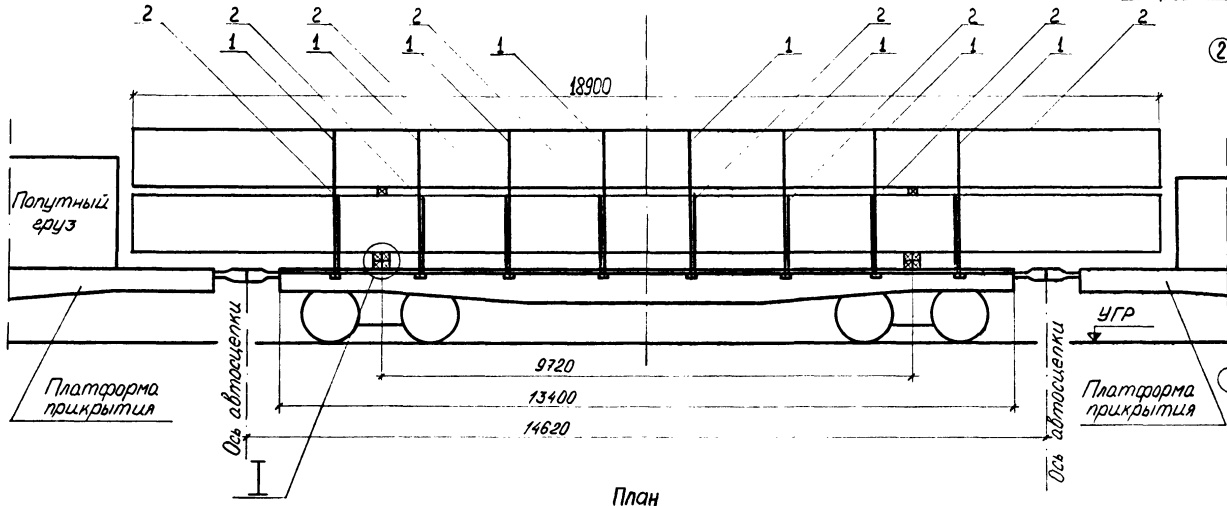
$$f_n = f(p_n) = 0 \quad (\text{табл. 24ТУ});$$

$$p_n = \frac{L - l_{\text{в}}}{2} = \frac{16,25 - 9,72}{2} = 3,3$$

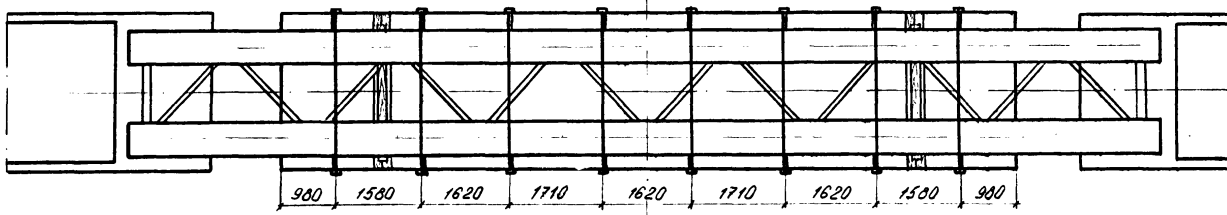
$$B_n = 3250 - 2 \cdot 0 = 3250 \text{ мм} > 2210 \text{ мм};$$

Следовательно, груз как на прямом участке, так и на кривой радиусом 350 м габаритен.

Фасад (дорта платформы условно не показаны)



План



Продольная ось платформы

Примечание:

Конструкцию узла I см. на чертеже 2539-05.05.01.

Поперечная ось платформы

2539-04.05.01

Нач. отд.	Гродзенский	Размещение и крепление на ж.д. платформе металлического пакетного пролетного строения L _п = 18,9 м	Листов	1	5
ГМП	Гродзенский		РП	1	5
Норм. кон.	Новобелорусский		Гипротранспуть		
Рук. экзп.	Шевчик				
Инженер	Надь				

Характеристика схемы погрузки

NN ^а поз	Наименование	Езм.	Величина
1	База груза	мм	9720
2	Высота Ц.Т. груза относительно пола платформы	мм	1435
3	Высота оси Ц.Т. платформы с грузом относительно УГД	мм	2120
4	Масса груза	т	46,8
5	Смещение Ц.Т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение Ц.Т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла креплений

NN ^а поз	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт	Масса кг		Материал	Приме- чание	
					ед.	общ.			
1	Обвязка	7 φ6,3	57300	8	14,0	112	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 5282-74	
2	Обвязка	7 φ6,3	40500	8	9,9	7,9	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 5282-74	
3	Стопительный болт с гайкой и двумя шайбами	M16	350	8	0,6	5	8 ст 3 сл 4 по ГОСТ 380-71*	—	
4	Штырь	● 12	300	8	0,3	2	В ст 3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2580-71*	
5	Костыль пицевой	—	165	12	0,4	5	Ст 3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5812-51	
6	Гвоздь	d=6	150=200	20	0,044	1	Ст 2 по ГОСТ 330-71*	ГОСТ 228-75 ГОСТ 4028-65	
Итого металла:					204				

Спецификация лесоматериалов

NN ^а поз	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт	Объем, м ³		Материал	Приме- чание	
					ед.	общ.			
①	Опорный брус	15×15	287	8	0,064	0,51	Сосна, ель не ниже 3 сорта	ГОСТ 8486-66	
2	Прокладка	15×15	240	2	0,054	0,11			
Итого лесоматериалов:					0,62				

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. В настоящем подразделе разработана перевозка инвентарных металлических пакетных пролётных строений длиной 18,9м в два яруса на 4^х-осной грузонесущей платформе в сцепе о двух-мя платформами прикрытия. Пролётные строения изготовлены по типовому проекту 3.50I.2-I27.

Грузонесущая платформа принята грузоподъемностью 62±66т, постройки с 1965г на тележках ЦНИИ-ХЗ.

2. Пакетные пролётные строения размещаются на грузонесущей платформе симметрично относительно продольной и поперечной осей платформы.

3. Пролётное строение нижнего яруса устанавливается на деревянные пакеты, состоящие из 4^х брусьев сечением 150х150мм и скрепляемых между собой болтами и штырями. Пролётное строение верхнего яруса устанавливается на прокладки, представляющие собой брусья 150х150мм,

4. Для предотвращения поперечного и продольного смещений пакета служат обвязки, состоящие из 7 проволок φ6,3мм. Обвязки увязываются за стоечные скобы грузонесущей платформы.

5. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанные металлические пакетице пролётные строения на платформе вписываются в габарит погрузки,

6. Боковые и торцовые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Расчет к погрузке

Характеристика груза

Груз - два металлических пакета
сварной конструкции
Длина груза - 18,9 м
Ширина груза - 2,21 м
Высота груза - 2,59 м
Вес груза: 46,8 т

Характеристика платформы

Платформа четырехосная
База - 9,72 м
Вес платформы - 22 т
Положение ЦТ от УГР - 0,8 м

Определение минимальной высоты подкладок

$$h_n = a_{\text{под}} \cdot t_{\text{дх}} + h_n + f_r + h_3 + h_8$$

$$a_{\text{под}} = 3690 \text{ мм} \quad t_{\text{дх}} = 0,025 \quad h_n = 100 \text{ мм} \quad h_3 = 25 \text{ мм} \quad h_8 = 0$$

$$f_r = \frac{q \cdot \pi \cdot e^3}{24 E J} \left(1 - 6 \frac{\pi \cdot e^2}{l^2} - 3 \frac{\pi \cdot e^3}{l^3} \right)$$

$$q = \frac{Q}{L} = \frac{23 \cdot 414}{18,9} = 1,239 \text{ т/м} \quad E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ т/м}^2 \quad \gamma = 0,042 \text{ м}^3$$

$$f_r = \frac{1,239 \cdot 4590 \cdot 9,72^3}{24 \cdot 2,1 \cdot 10^4 \cdot 0,042} \left(1 - 6 \frac{4,59^2}{9,72^2} - 3 \frac{4,59^3}{9,72^3} \right) = -0,0001 \text{ м} \approx 0$$

$$h_n = 3690 \cdot 0,025 + 100 + 0 + 25 + 0 = 217 \text{ мм}$$

Принята: $h_n = 0,3 \text{ м}$

Определение габаритности груза

Величина расчётного смещения конца груза наружу кривой при радиусе 350 м:

$$f_r = \frac{500}{R} (e_8 + \pi_n) \cdot \pi_n - 105 + K$$

$$K = 70 \left(\frac{L}{e_8} - 1,41 \right) = 37$$

$$\pi_n = 0,5 (L - e_8) = 4,59 \text{ м}$$

$$L = 18,9 \text{ м} \quad e_8 = 9,72 \text{ м}$$

$$f_r = \frac{500}{350} (9,72 + 4,59) \cdot 4,59 - 105 + 37 = 26 \text{ мм}$$

$$V = V_r - 2f_r = 3250 - 2 \cdot 26 = 3198 \text{ мм} > 2210 \text{ мм}$$

Вывод: груз габаритен.

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости

Наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом не должна превышать 50 м²

$$S_{\text{наветр}} = S_{\text{пл}} + S_{\text{гр}}$$

$$S_{\text{пл}} = 13 + 1,06 \cdot 18,9 \cdot 2 = 53 \text{ м}^2 > 50 \text{ м}^2$$

Условие не выполняется, необходима проверка устойчивости платформы.

Проверка поперечной устойчивости платформы

Поперечная устойчивость обеспечивается если удовлетворяется неравенство:

$$\frac{P_{\text{ц}} + P_{\text{в}}}{P_{\text{с}}} \leq 0,5$$

$$P_{\text{с}} = \frac{1}{\pi_n} \left[\pi_n b_r + a_{\text{п}} \left(1 - \frac{\beta - b_0}{S \cdot 0,5 f_{\text{ок}}} \right) \right] = \frac{1}{8} [1 \cdot 22 + 46,8 \cdot 1] = 8,6 \text{ тс}$$

$$\pi_k = 8 \quad \pi_{\text{в}} = 1 \quad \beta = 0 \quad b_0 = 0 \quad f_{\text{ок}} = 0$$

$$P_{\text{ц}} + P_{\text{в}} = \frac{2}{\pi_k (2S + f_{\text{ок}})} [0,075 \cdot (\pi_n \cdot a_{\text{п}} + a_{\text{п}}) H_{\text{ц}} + W H + \pi_{\text{в}} r - q]$$

Положение общего ЦТ платформы с грузом относительно УГР:

$$H_{\text{ц}} = \frac{Q_{\text{гр}} \cdot V_{\text{гр}} + Q_{\text{п}} \cdot V_{\text{п}}}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{п}}} = \frac{23,4 \cdot 2,131 + 23,4 \cdot 3,341 + 22 \cdot 0,8}{23,4 + 22} = 2,12 \text{ м}$$

Ветровая нагрузка: $W = 50 S_n = 50 \cdot 18,9 \cdot 1,06 \cdot 2 = 2 \text{ тс}$

Высота приложения равнодействующей сил ветра над УГР $A = 2,74 \text{ м}$

$$r = 3,34 \quad q = 0,1$$

$$P_{\text{ц}} + P_{\text{в}} = \frac{2}{8 \cdot 1,53} [0,075 \cdot (22 + 46,8) \cdot 2,12 + 2 \cdot 2,74 + 3,34 \cdot 0,1] = 3,11 \text{ тс}$$

$$\frac{P_{\text{ц}} + P_{\text{в}}}{P_{\text{с}}} = \frac{3,11}{8,6} = 0,36 < 0,5$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом обеспечивается.

Определение усилий действующих на верхний пакет

1^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_{\text{пр}}' = a_{\text{пр}} \cdot Q_1 = 1,051 \cdot 23,414 = 24,61 \text{ тс}$

$$a_{\text{пр}} = a_{22} = \frac{2 \omega^2 (Q_{22} - Q_{02})}{63} = 1,2 \cdot \frac{46,823 (1,2 - 1,0)}{63} = 1,051 \text{ тс/т}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{поп}} = Q_1 \cdot \mu_1 = 23,414 \cdot 0,4 = 9,37 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}}' - F_{\text{тр}}^{\text{поп}} = 24,61 - 9,37 = 15,24 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_{\text{п}}' = a_{\text{п}} \cdot Q_1 = 0,33 \cdot 23,414 = 7,73 \text{ тс}$ $a_{\text{п}} = 0,33$ (по табл.)

Вертикальная инерционная сила: $F_{\text{в}}' = a_{\text{в}} \cdot Q_1 = 0,301 \cdot 23,414 = 7,05 \text{ тс}$

$$a_{\text{в}} = 250 \cdot K \cdot e_{\text{в}} + \frac{21 \cdot 0}{Q_{\text{п}}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{46,823} = 301 \text{ тсс/т}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{поп}} = Q_1 \cdot \mu_1 (1000 - a_{\text{в}}) = 23,414 \cdot 0,4 (1,0 - 0,301) = 6,55 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W H = 50 S_n = 0,05 \cdot 18,9 \cdot 1,06 = 1,0 \text{ тс}$

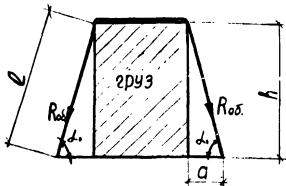
Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{п}} = \pi \cdot (F_{\text{п}}' + W_n) - F_{\text{тр}}^{\text{поп}} = 1,25 (7,73 + 1,0) - 6,55 = 4,36 \text{ тс}$$

Определение усилий в обвязках.

Усилие в обвязке (для 1^{го} сочетания):

$$R_{об}^{10} = \frac{\Delta F_{пр}^{10}}{2 \cdot \pi_{об} \cdot M \cdot \sin \alpha}$$



$$a = 0,285 \text{ м} \quad h = 2,57 \text{ м}$$

$$\sqrt{a^2 + h^2} = \sqrt{0,285^2 + 2,57^2} = 2,586 \text{ м}$$

$$\sin \alpha = \frac{h}{\sqrt{a^2 + h^2}} = \frac{2,57}{2,586} = 0,994$$

$$R_{об}^{10} = \frac{15,24}{2 \cdot 8 \cdot 0,4 \cdot 0,994} = 2,4 \text{ тс}$$

Усилие в обвязке (для 2^{го} сочетания сил):

$$R_{об}^{20} = \frac{\Delta F_{пр}^{20}}{2 \cdot \pi_{об} \cdot M \cdot \sin \alpha} = \frac{4,36}{2 \cdot 8 \cdot 0,4 \cdot 0,994} = 0,69 \text{ тс}$$

Принято: обвязки из проволоки $\phi 6,3 \text{ мм}$ по 7 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну обвязку 2,4 тс по продольному усилию.

Определение усилий действующих на два пакета.

1^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_{пр}^1 = Q_{гр} \cdot Q_{об} = 1,057 \cdot 46,828 = 49,22 \text{ тс}$

$$Q_{об}^1 = Q_{г} + Q_{с} = 23,414 + 23,414 = 46,828 \text{ т}$$

Сила трения: $F_{тр}^1 = (Q_{об}^1 + R_{об}^{10} \cdot 2 \cdot \pi_{об} \cdot \sin \alpha) \cdot \mu = (46,828 + 2,4 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,994) \cdot 0,4 = 34 \text{ тс}$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр}^{10} = F_{пр}^{10} - F_{тр}^{10} = 49,22 - 34 = 15,22 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_{пр}^2 = Q_{гр} \cdot Q_{об}^2 = 0,33 \cdot 46,828 = 15,45 \text{ тс}$

Вертикальная инерционная сила: $F_{в}^2 = Q_{с} \cdot Q_{об}^2 = 0,301 \cdot 46,828 = 14,1 \text{ тс}$

Сила трения: $F_{тр}^2 = (Q_{об}^2 + R_{об}^{20} \cdot 2 \cdot \pi_{об} \cdot \sin \alpha) \cdot \mu = (1000 - 0,4)$

$$F_{тр}^2 = (46,828 + 0,69 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,994) \cdot 0,4 \cdot (1000 - 0,301) = 16,16 \text{ тс}$$

Ветровая нагрузка: $W_{в}^2 = 50 \cdot S_{в} = 0,05 \cdot 18,9 \cdot 2,12 = 2,003 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр}^{20} = \mu \cdot (F_{пр}^2 + W_{в}^2) - F_{тр}^2 = 1,25 \cdot (15,45 + 2,003) - 16,16 = 5,66 \text{ тс}$$

Определение крепления нижнего пакета к платформе.

Расчет ведется на наибольшее усилие ΔF^1

$$\Delta F^1 = \Delta F_{пр}^{10} = 15,22 \text{ тс}$$

$$R_{об}^1 = \frac{\Delta F_{пр}^1}{2 \cdot \pi_{об} \cdot M \cdot \sin \alpha}$$

$$0 = 0,285 \quad h = 1,36 \text{ м} \quad \sqrt{a^2 + h^2} = \sqrt{0,285^2 + 1,36^2} = 1,399 \text{ м}$$

$$\sin \alpha = \frac{h}{\sqrt{a^2 + h^2}} = \frac{1,36}{1,399} = 0,979$$

$$R_{об}^1 = \frac{15,22}{2 \cdot 8 \cdot 0,4 \cdot 0,979} = 2,4 \text{ тс}$$

Принято: обвязки из проволоки $\phi 6,3 \text{ мм}$ по 7 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну обвязку 2,4 тс по продольному усилию.

Расчет подкладок на смятце.

Напряжение смятия подкладки (для 1^{го} сочетания сил)

$$\sigma_{с} = \frac{N_{с}^{10}}{S_{с}} \quad N_{с}^{10} = \frac{Q_{с} + R_{об}^{10} \cdot 2 \cdot \pi_{об} \cdot \sin \alpha + R_{об}^{10} \cdot 2 \cdot \pi_{об} \cdot \sin \alpha}{2}$$

$$N_{с}^{10} = \frac{46,828 + 2,4 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,994}{2} = 42,5 \text{ тс}$$

$$S_{с} = 60 \cdot 30 \cdot 4 = 7200 \text{ см}^2$$

$$\sigma_{с} = \frac{42500}{7200} = 5,9 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Напряжение смятия подкладки (для 2^{го} сочетания сил)

$$\sigma_{с} = \frac{N_{с}^{20} + F_{в}^{20}}{S_{с}} \quad N_{с}^{20} = \frac{Q_{с} + R_{об}^{20} \cdot 2 \cdot \pi_{об} \cdot \sin \alpha + R_{об}^{20} \cdot 2 \cdot \pi_{об} \cdot \sin \alpha}{2}$$

$$F_{в}^{20} = \frac{W_{в}^2}{2} = 7,05 \text{ тс} \quad N_{с}^{20} = \frac{46,828 + 0,69 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,994 + 0,33 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0,979}{2} = 30,53 \text{ тс}$$

$$\sigma_{с} = \frac{30530 + 7050}{7200} = 5,2 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Проверка устойчивости подкладок

$$\delta_{0} \geq \frac{2 \cdot (1,25 \cdot N_{с} \cdot h_{с} - P_{у} \cdot h_{у})}{N_{с}}$$

$$N_{с} = 42,5 \text{ тс} \quad \mu = 0,4 \quad h_{с} = 0,3 \text{ м} \quad P_{у} = 0 \quad h_{у} = 0$$

$$\delta_{0} \geq \frac{2 \cdot (1,25 \cdot 42,5 \cdot 0,4 \cdot 0,3)}{42,5} = 0,3 \text{ м}$$

При ширине подкладки $\delta_{0} = 0,3 \text{ м}$ устойчивость обеспечивается.

Расчет подкладок на смятие.

Напряжение смятия подкладки (для 1^{го} сочетания сил):

$$\sigma_c = \frac{N_0^{1o}}{S_0} \quad N_0^{1o} = \frac{Q_1 + R_{сд}^{1o} \cdot 2 + 17,8^2 \cdot S \cdot \sin \alpha_1}{2}$$

$$N_0^{1o} = \frac{23,414 + 2,4 + 2 \cdot 8 \cdot 0,994}{2} = 30,79 \text{ тс} \quad S_0 = 60 \cdot 30 \cdot 2 = 3600$$

$$\sigma_c = \frac{30790}{3600} = 8,55 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Напряжение смятия подкладки (для 2^{го} сочетания сил):

$$\sigma_c = \frac{N_0^{2o} + F_{в}^{2o}}{S_0} \quad N_0^{2o} = \frac{Q_1 + R_{сд}^{2o} \cdot 2 + 17,8^2 \cdot S \cdot \sin \alpha_1}{2}$$

$$F_{в}^{2o} = \frac{F_{в}'}{2} = \frac{7,05}{2} = 3,525 \text{ тс} \quad N_0^{2o} = \frac{23,414 + 0,69 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,994}{2} = 17,19 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{17190 + 3525}{3600} = 5,31 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Проверка устойчивости подкладок.

$$b_0 \geq \frac{2(1,25 M_0 h_0 + P_y h_y)}{N_0}$$

$$M_0 = 30,79 \text{ тс} \quad h_0 = 0,15 \text{ м} \quad M = 0,4 \quad P_y = 0 \quad h_y = 0$$

$$b_0 \geq \frac{2(1,25 \cdot 30,79 \cdot 0,4 \cdot 0,15)}{30,79} = 0,15 \text{ м}$$

При ширине подкладки $b_0 = 0,15 \text{ м}$ устойчивость обеспечивается.

Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания

вдоль платформы:

$$K_{\text{уд}} = \frac{e_{\text{до}}}{h_{\text{ит}} - h_{\text{у}}^{\text{до}}} = \frac{5,01}{1,135} = 4,4 > [1,25]$$

$$e_{\text{до}} = \frac{3,72}{2} + 0,15 = 2,01 \text{ м} ; h_{\text{у}}^{\text{до}} = 0$$

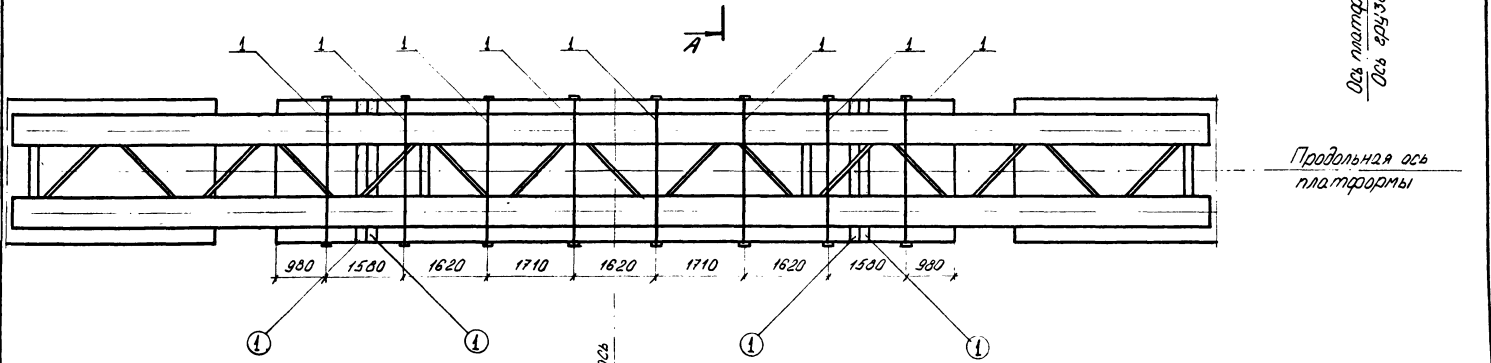
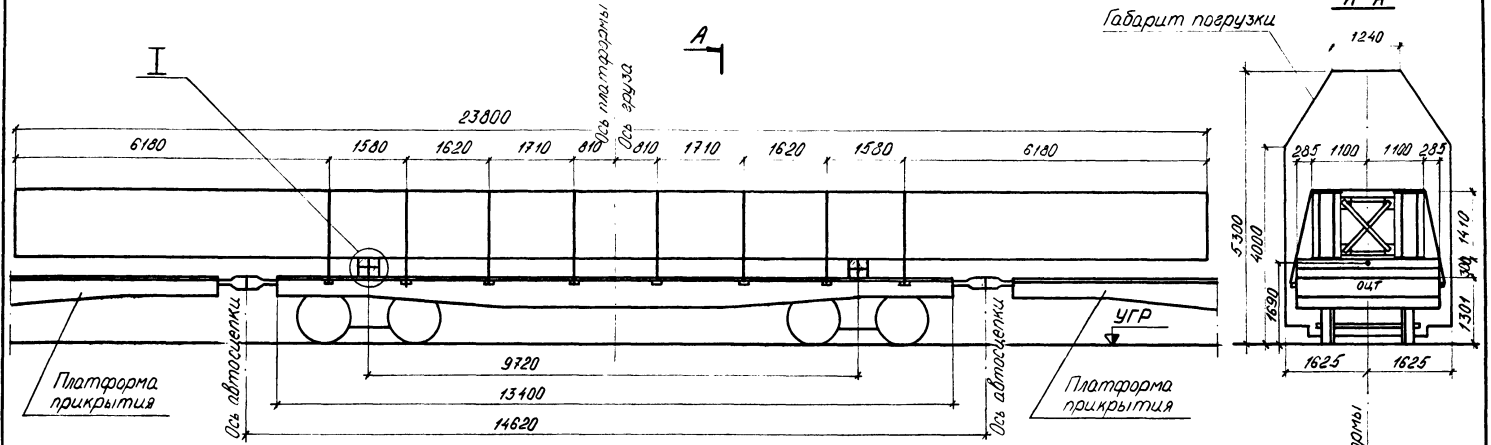
Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$K_n = \frac{a_{\text{уп}} \cdot b_n^0}{F_n (h_{\text{ит}} - h_{\text{у}}^0) + W_n (h_{\text{ит}}^n - h_{\text{у}}^0)} = \frac{46,8 \cdot 1,1}{15,22 \cdot 1,135 + 2 \cdot 1,135} = 2,6 > [1,25]$$

$$h_{\text{ит}} = 1,135 \text{ м} ; h_{\text{ит}}^n = 1,135 \text{ м}$$

Вывод: груз на платформе устойчив.

Фасад (барта платформы условно не показаны)



Примечание:
Конструкцию узла I см. на чертеже 2539-05.05.01

Поперечная ось платформы

		2539-04.06.01.		Листов	Лист	Листов
Исполн	Г.И.П.	Размещение и крепление	РП	4	4	
Проверк	Проверк	на жд платформе металли-	Гипромтранспулт			
Рук зодч	Рук зодч	ческого пакетного пролет-				
Именная	Именная	ного строения Lп = 23,8 м.				

Характеристика схемы погрузки

NN п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	База груза	мм	9720
2	Высота ЦТ. пролетного строения относительно пола платформы	мм	1005
3	Высота общего ЦТ. платформы с грузом относительно УГР	мм	1690
4	Масса груза	т	31,4
5	Смещение ЦТ. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение ЦТ. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла креплений

NN ^o поз	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт	Масса, кг.		Материал	Приме- чание	
					ед.	общ.			
1	Обвязка	8 φ 7,5	51700	8	18,0	144	Сталь по ГОСТ 44085-79	ГОСТ 3282-74	
2	Строительный болт с гайкой и двумя шайбами	M 16	350	8	0,6	5	В. Ст. 3 сп 4 по ГОСТ 380-71*	—	
3	Штырь	• 12	300	8	0,3	2	В. Ст. 3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2590-71	
4	Кастыль путевой	—	165	8	0,4	3	Ст. 3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5812-51	
5	Гвоздь	α 6	150+200	20	0,044	1	G 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 23-75 ГОСТ 4085-55	
Итого металла:					155				

Спецификация лесоматериалов

NN ^o поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт	Объем м ³		Материал	Приме- чание	
					ед.	общ.			
①	Опорный брус	15×15	287	8	0,064	0,51	Сосна, ель не ниже 3 сорта	ГОСТ 8486-68	
Итого лесоматериалов:					0,51				

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка инвентарного металлического пакетного пролётного строения длиной 23,8м на 4^х-осной грузонесущей платформе в сцепе с двумя платформами прикрытия. Пролётное строение изготовлено по типовому проекту 3.50I.2-127.

Грузонесущая платформа принята грузоподъемностью 62+66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.

2. Пакетное пролётное строение размещается на грузонесущей платформе симметрично относительно продольной и поперечной осей платформы.

3. Пролётное строение устанавливается на деревянные пакеты, состоящие из 4^х-брусьев сечением 150х150мм и скрепляемых между собой болтами и штырями.

4. Для предотвращения поперечного и продольного смещений пакета служат обвязки, состоящие из 8 проволок φ7,5мм. Обвязки увязываются за стоечные скобы грузонесущей платформы.

5. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанные металлическое пакетное пролётное строение на платформе вписывается в габарит погрузки.

6. Боковые и торцовые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Расчет к погрузке

Характеристика груза.

Груз - металлический пакет сварной конструкции
 Полная длина груза - 23,30 м
 Полная ширина груза - 2,21 м
 Полная высота груза - 1,41 м
 Вес груза - 31,435 т

Характеристика платформы.

Платформа четырехосная
 База - 9,72 м
 Вес платформы - 22 т
 Положение ЦТ от УГР - 0,8 м

$$r_{\text{мин}} = \frac{31 + 35 \cdot (1,301 - 0,3 + 0,715) + 22 \cdot 0,8}{31,435 + 22} = 1,69 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Вывод: платформа с грузом устойчива.

Определение габаритности груза.

Величина расчетного смещения конца груза наружу кривой при радиусе 350 м:

$$f_n = \frac{500}{R} (e_0 + n_n) \cdot l_n = 105 + K$$

$$K = 70 \left(\frac{L}{R} - 1,41 \right) = 73$$

$$n_n = 0,5 (L - e_0) = 7,04 \text{ м}$$

$$L = 23,3 \text{ м} \quad e_0 = 9,72 \text{ м}$$

$$f_n = \frac{500}{350} (9,72 + 7,04) \cdot 7,04 = 137 \text{ мм}$$

$$B = B_0 - 2f_n = 3250 - 2 \cdot 137 = 2976 \text{ мм} > 2210 \text{ мм}$$

Вывод: груз габаритен.

Определение минимальной высоты подкравдов.

$$h_n = a_{\text{под}} + e_{\text{г}} + h_n + f_n + h_3 + h_5$$

$$a_{\text{под}} = 6140 \text{ мм} \quad e_{\text{г}} = 0,025 \quad h_n = 100 \text{ мм} \quad h_3 = 25 \text{ мм} \quad h_5 = 0$$

$$f_n = \frac{g \cdot n_n \cdot e_0}{24 E \cdot J} \left(1 - 6 \frac{n_n^2}{L^2} - 3 \frac{n_n^3}{L^3} \right)$$

$$g = \frac{Q}{L} = \frac{31,435}{23,3} = 1,321 \text{ т/м} \quad E = 2,1 \cdot 10^7 \text{ т/м}^2 \quad J = 0,077 \text{ м}^4$$

$$f_n = \frac{1,321 \cdot 7,04 \cdot 9,72^3}{24 \cdot 2,1 \cdot 10^7 \cdot 0,077} \left(1 - 6 \frac{7,04^2}{23,3^2} - 3 \frac{7,04^3}{23,3^3} \right) = 0,001 \text{ м}$$

$$h_n = 6140 + 0,025 + 100 + 25 + 1 = 279 \text{ мм}$$

Принято: $h_n = 0,3 \text{ м}$

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом не должна превышать 50 м².

$$S_{\text{ветр}} = S_{\text{пл}} + S_{\text{гр}}$$

$$S_{\text{пл}} = 13 + 1,43 \cdot 23,3 = 46,6 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Положение общего ЦТ платформы с грузом относительно УГР:

$$r_{\text{мин}} = \frac{Q_{\text{г}} \cdot r_{\text{г}} + Q_{\text{п}} \cdot r_{\text{п}}}{Q_{\text{г}} + Q_{\text{п}}} \leq 2,3 \text{ м} \quad [534 \text{ ТУ}]$$

Определение усилий действующих на груз.

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = a_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{г}} = 1,1 \cdot 31,435 = 34,58 \text{ т}$

$$a_{\text{пр}} = a_{\text{в}} - \frac{a_{\text{в}}(a_{\text{в}} - a_{\text{в}})}{8,3} = 1,2 - \frac{31,435(1,2 - 1,0)}{8,3} = 1,1 \text{ т/т}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = a_{\text{тр}}^{\text{пр}} \cdot m = 0,4 \cdot 31,435 = 12,57 \text{ т}$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = 34,58 - 12,57 = 22,01 \text{ т}$$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_n = a_n \cdot Q_{\text{г}} = 0,33 \cdot 31,435 = 10,37 \text{ т}$

$a_n = 0,33$ (по табл. 20 ТУ)

Вертикальная инерционная сила: $F_v = a_v \cdot Q_{\text{г}} = 0,318 \cdot 31,435 = 10 \text{ т}$

$$a_v = 250 + K e_{\text{в}} + \frac{2140}{2 \cdot e_{\text{в}}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{2 \cdot 31,435} = 318 \text{ кгс/т} = 0,318 \text{ т/т}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{п}} = a_{\text{тр}}^{\text{п}} \cdot m (1000 - a_v) = 31,435 \cdot 0,4 (1000 - 318) = 858 \text{ т}$

Ветровая нагрузка: $W_n = 50 S_n = 50 \cdot 23,3 \cdot 0,143 = 1,68 \text{ т}$

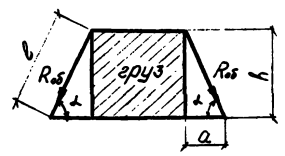
Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n = n(F_n + W_n) - F_{\text{тр}}^{\text{п}} = 1,25(10,37 + 1,68) - 0,58 = 6,48 \text{ т}$$

Определение усилий в обвязке.

Усилие в обвязке (для 1^{ого} сочетания сил):

$$R_{\text{с}} = \frac{\Delta F_{\text{пр}}}{2 n_{\text{с}} m \sin \alpha}$$



$$a = 0,285 \text{ м} \quad h = 1,73$$

$$e = \sqrt{a^2 + h^2} = \sqrt{0,285^2 + 1,73^2} = 1,75 \text{ м}$$

$$\sin \alpha = \frac{h}{e} = \frac{1,73}{1,75} = 0,988$$

$$R_{\text{с}}^{\text{пр}} = \frac{22,01}{2 \cdot 3 \cdot 0,4 \cdot 0,988} = 3,48 \text{ т}$$

2539-04.06.01

Лист

3

Усилие в обвязке (для 2^{го} сочетания сил):

$$R_0^2 = \frac{\sigma \cdot F_n}{2 \cdot \pi \cdot M \cdot \sin \alpha} = \frac{6.43}{2 \cdot 8 \cdot 0.4 \cdot 0.988} = 1.02 \tau$$

Принято, обвязки из проволоки $\phi 7.5$ мм по 8 нитей в каждой с допусковым усилием на одну обвязку 3.88 тс.

Расчет подкладок на смятие.

Напряжение смятия подкладки по 1^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^{\text{сп}}}{S_c} \quad N_0^{\text{сп}} = \frac{Q_0 + R_0^2 + 2 \cdot \pi \cdot \sigma \cdot \sin \alpha}{2}$$

$$S_c = 60 \cdot 30 \cdot 4 = 7200 \text{ см}^2 \quad N_0^{\text{сп}} = \frac{31.435 + 3.40 + 2 \cdot 8 \cdot 0.988}{2} = 43.22 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{43.220}{7200} = 6 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Напряжение смятия подкладки по 2^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{M_0^{\text{сп}} + F_0^{\text{сп}}}{S_c} \quad N_0^{\text{сп}} = \frac{Q_0 + R_0^2 + 2 \cdot \pi \cdot \sigma \cdot \sin \alpha}{2}$$

$$F_0^{\text{сп}} = \frac{F_1}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ тс} \quad M_0^{\text{сп}} = \frac{31.435 + 1.02 + 2 \cdot 8 \cdot 0.988}{2} = 23.70 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{23.70 + 5.000}{7200} = 4 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$k_{\text{пр}} = \frac{e_{\text{пр}}}{h_{\text{цт}} - h_{\text{у}}^{\text{пр}}} = \frac{5.01}{0.705} = 7.1 > [1.25]$$

$$e_{\text{пр}} = \frac{g \cdot l_2}{2} + 0.15 = 5.01 \text{ м} \quad h_{\text{у}}^{\text{пр}} = 0$$

Проверка устойчивости груза поперек платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы:

$$k_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{пр}} \cdot e_{\text{п}}}{F_n \cdot (h_{\text{цт}} - h_{\text{у}}) + M_n \cdot (h_{\text{п}} - h_{\text{у}})} = \frac{31.435 \cdot 1.1}{10.37 \cdot 0.705 + 16.3 \cdot 0.705} = 4.07 > [1.25]$$

$$h_{\text{цт}} = 0.705 \text{ м} \quad h_{\text{п}} = 0.705 \text{ м}$$

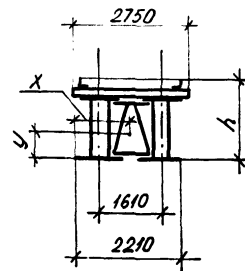
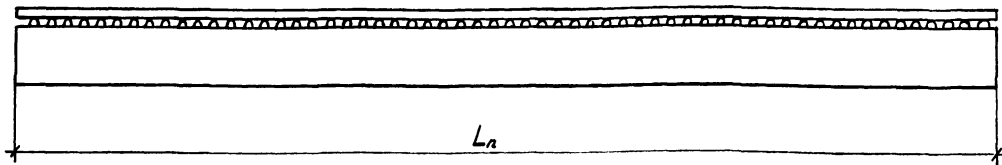
Вывод: груз на платформе устойчив

Проверка устойчивости подкладок.

$$b_0 \geq \frac{2 \cdot (1.25 \cdot M_0 \cdot m \cdot k_0 - P_0 \cdot h_0)}{N_0} \quad b_0 \geq \frac{2 \cdot 1.25 \cdot 43.22 \cdot 0.4 \cdot 0.3}{43.22} = 0.3 \text{ м}$$

$$h_0 = 0 \quad m_0 = 43.22 \text{ тс} \quad m = 0.4 \quad P_0 = 0 \quad h_0 = 0 \quad k_0 = 0.3 \text{ м}$$

При ширине 0.3 м подкладки устойчивы.

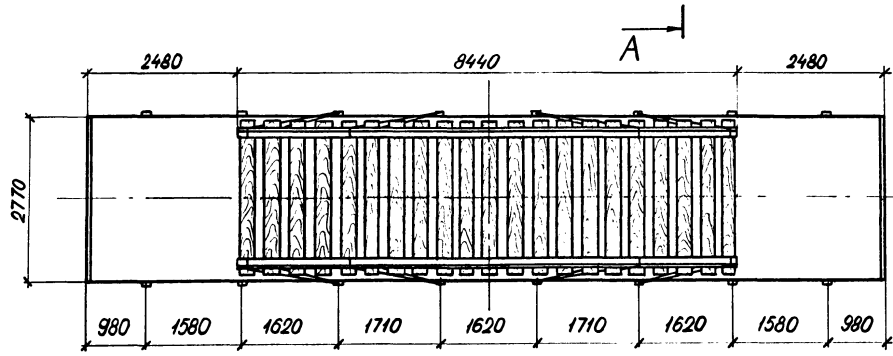
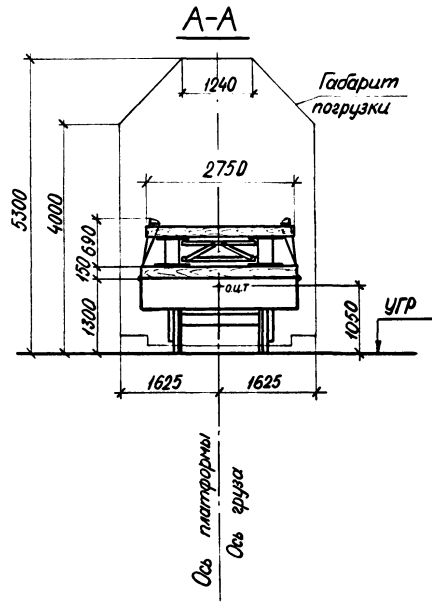
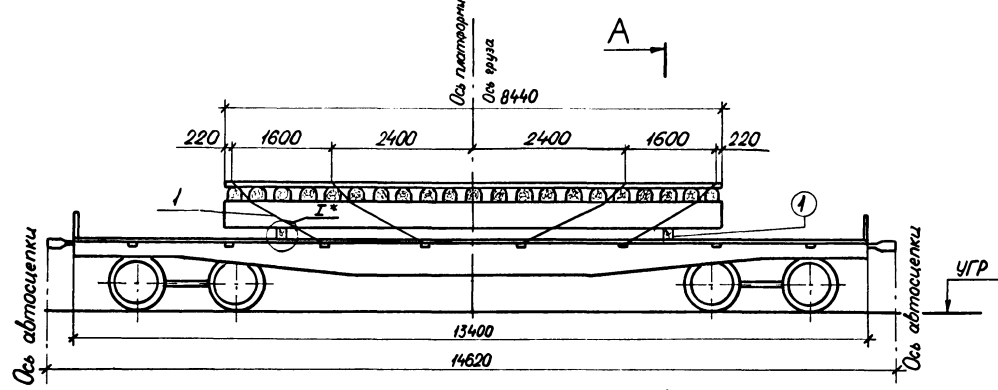


Основные характеристики инвентарных металлических пролётных строений с мостовым полотном длинами $L_n=8,44-23,8$ м

№№ п/п	Полная длина L_n м	Расчетная длина L_p м	Высота груза h см	Ширина груза b см	Положение ц.т., мм		Масса груза T
					X	Y	
1.	8,44	8,00	69	275	1105	290	9,5
2.	12,55	12,00	91	275	1105	420	15,5
3.	16,25	15,60	116	275	1105	570	22
4.	18,90	18,20	136	275	1105	670	28,5
5.	23,80	23,00	171	275	1105	840	37,5

						2539-05.01.01			
Нач. отд.	Гродзенский					Инвентарные металлические пакетные пролётные строе- ния с мостовым полотном (проект серии З.504.2-127). Основные характеристики.	Литер	Лист	Листов
ГМП	Гродзенский						РП	1	1
Н. контр.	Новолядский								
Рук. зр.т.	Гуревич								
Инженер	Далковича								
							ГИПРОТРАНСПУТЬ		

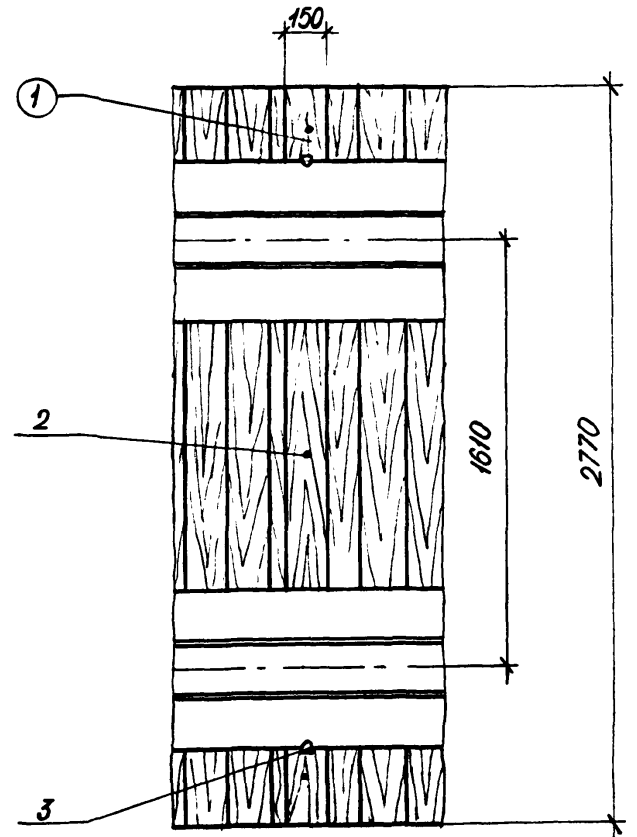
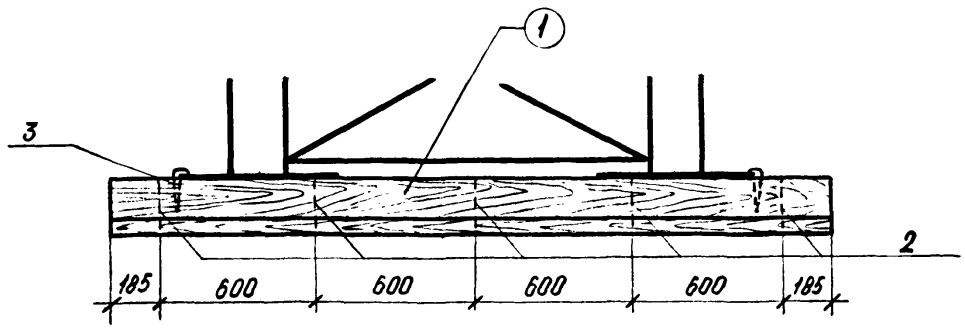
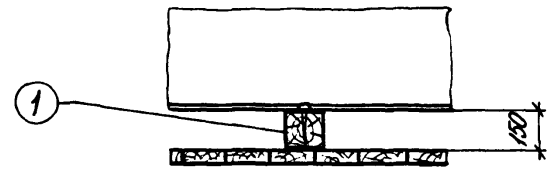
Фасад (продольные борта платформы условно не показаны).



*Узел I см. на черт. 2539-05.02.01, лист 2.

				2539-05.02.01			
Нач. отд.	Бродянский			Размещение и крепление на ж.д. платформе металлического пакетного протекторного строения с мостовым лотком $L_0 = 8,44$ м.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Бродянский				РП	1	5
Н.контр.	Наволодкин						
Рук. групп.	Чуревич						
Инженер	Даникова						
				ГИПРОТРАНСПУТЬ			

I



Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1.	База груза	мм	6000
2.	Высота ЦТ пролетного строения относительно его низа	мм	290
3.	Высота общего ЦТ платформы с грузом относительно УГР	мм	1050
4.	Масса груза	т	9,5
5.	Смещение ЦТ груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6.	Смещение ЦТ груза относительно продольной оси платформы	мм	0

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе инвентарных металлических пакетных пролетных строений длиной 8.44м с **мостовым полотном**, изготовленных по **типовому проекту 3.50I.2-127**. Платформа принята грузоподъемностью 62-66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Металлический пакет размещается на платформе симметрично относительно поперечной оси платформы, при этом в плане продольная ось пролетного строения должна совпадать с продольной осью платформы.
- Металлический пакет устанавливается на деревянные подкладки из брусков 150x150мм.
- Для предотвращения поперечного и продольного смещений металлический пакет прикрепляется к стоечным скобам платформы при помощи растяжек из проволочных скруток. На пролетном строении растяжки крепятся к охранным уголкам.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный металлический пакет на платформе вписывается в габарит погрузки.
- Торцовые борта платформы закрываются, а боковые откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Спецификация металла креплений

Марка	№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Приме- чание
						ед.	общ.		
	1.	Растяжка из проволоки $L=1750$ мм	6 φ 6	12100	8	2,69	21,5	Сталь ГОСТ 14 045-79	ГОСТ 3212-74
	2.	Гвозди	d=6	200	10	-	0,44	Ст. 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 83-78 ГОСТ 1028-68
	3.	Костыли путевой	-	165	4	0,4	0,2	Ст. 3 по ГОСТ 330-71*	ГОСТ 5812-51
	4.								
Итого металла:						22			

Спецификация лесоматериалов

Констр.	№№ поз.	Наименование	Сечения см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Приме- чание
						ед.	общ.		
	①	Опорный брус	15x15	277	2	0,062	0,12	Сосна ель по ниже зс	ГОСТ 1486-66**
Итого лесоматериалов:							0,12		

2539-05.02.01

Расчет к погрузке

I. Характеристика груза. II. Характеристика платформы.

Груз — металлический пакет сварной конструкции	Платформа четырехосная
Полная длина груза — 8,44 м	База — 9,72 м
Полная ширина груза — 2,21 м	Вес платформы — 22 т
Полная высота груза — 0,69 м	Положение ЦТ от УГР — 0,8 м
Вес груза — 9,5 т	
Положение ЦТ от подошвы груза по вертикали — 0,29 м	

III. Проверка соблюдения условий общец поперечной устойчивости.

Положение общего ЦТ платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{\text{общ}} = \frac{Q_{\text{г}} h_{\text{г}} + Q_{\text{п}} h_{\text{п}}}{Q_{\text{г}} + Q_{\text{п}}} \leq 2,3 \text{ м (334ТЧ)}$$

$$h_{\text{общ}} = \frac{9,5(1,300 + 0,15 + 0,29) + 22 \cdot 0,8}{9,5 + 22} = 1,05 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Наветренная поверхность платформы с грузом:
 $S \leq 50 \text{ м}^2$ $S = 13 + 8,44 \cdot 0,69 = 18,8 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдается.

IV. Определение усилий, действующих на груз.

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = a_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{г}} = 1,169 \cdot 9,5 = 11,12 \text{ тс}$

$$a_{\text{пр}} = a_{\text{вз}} - \frac{Q_{\text{п}}(a_{\text{вз}} - a_{\text{п}})}{63} = 1,2 - \frac{9,5(1,2 - 1,0)}{63} = 1,169 \text{ тс/т}$$

$a_{\text{пр}}$ — удельная величина продольной инерционной силы

Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = Q_{\text{г}} \mu = 9,5 \cdot 0,4 = 3,8 \text{ тс}$

$\mu = 0,4$ — коэффициент трения металлического пакета по дереву

Продольное усилие, передающееся на крепление: $\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{тр}}^{\text{пр}} - F_{\text{пр}}^{\text{пр}} = 11,12 - 3,8 = 7,32 \text{ тс}$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_{\text{б}} = a_{\text{п}} \cdot Q_{\text{п}} = 0,33 \cdot 22 = 7,26 \text{ тс}$ $a_{\text{п}} = 0,33$ (по табл.)

$a_{\text{п}}$ — удельная величина поперечной инерционной силы.

Вертикальная инерционная сила: $F_{\text{в}} = a_{\text{в}} \cdot Q_{\text{г}} = 0,475 \cdot 9,5 = 4,500 \text{ тс}$

$$a_{\text{в(г)}} = 250 + k \cdot \ell_{\text{г}} + \frac{2140}{Q_{\text{г}}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{9,5} = 475 \text{ кг/т} = 0,475 \text{ тс/т}$$

$a_{\text{в}}$ — удельная величина вертикальной инерционной силы;
 $k = 5$ (при опирании груза на одну платформу);

$\ell_{\text{вр}} = 0$ — расстояние от ЦТГ до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы.

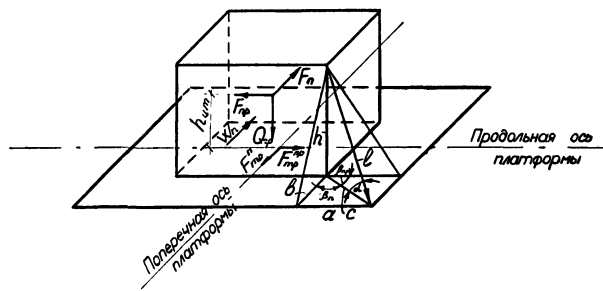
Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{в}} = Q_{\text{г}} \mu (1000 - a_{\text{в}}) = 9,5 \cdot 0,4 (1000 - 475) = 1995 \text{ кгс} = 1,995 \text{ тс}$.

Ветровая нагрузка: $W_{\text{в}} = 50 \cdot S_{\text{п}} = 50 \cdot 8,44 \cdot 0,69 = 288 \text{ кгс} = 0,288 \text{ тс}$.

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{п}} = n(F_{\text{в}} + W_{\text{в}}) - F_{\text{тр}}^{\text{в}} = 1,25(3,14 + 0,288) - 1,995 = 2,28 \text{ тс}$$

V. Определение усилий в растяжках



Усилие в растяжке в продольном направлении (для 1^{ого} сочетания сил):

$$R_{\text{р}}^{\text{пр}} = \frac{\Delta F_{\text{пр}}}{n_{\text{р}} (\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cos \beta_{\text{пр}})}$$

$n_{\text{р}} = 4$ — количество растяжек, работающих одновременно в одном направлении

$a = 1300 \text{ мм}$; $b = 280 \text{ мм}$; $h = 840 \text{ мм}$; $c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{1300^2 + 280^2} = 1326 \text{ мм}$;

$\ell = \sqrt{h^2 + c^2} = \sqrt{840^2 + 1326^2} = 1742 \text{ мм}$;

$\cos \beta_{\text{пр}} = \frac{a}{\ell} = \frac{1300}{1742} = 0,9829$;

$\cos \alpha = \frac{c}{\ell} = \frac{1326}{1742} = 0,8760$;

$\sin \alpha = \frac{h}{\ell} = \frac{840}{1742} = 0,4822$;

$$R_p^{\text{op}} = \frac{7.32}{4(0.4 \cdot 0.4822 + 0.8760 \cdot 0.9829)} = 1.73 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке в поперечном направлении (от 2^{го} сочетания сил):

$$R_p^{\text{op}} = \frac{\Delta F_n}{r_p^{\text{op}} (\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cos \beta_n)}$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c} = \frac{280}{1528} = 0.1835;$$

$$R_p^{\text{op}} = \frac{2.28}{4(0.4 \cdot 0.4822 + 0.8760 \cdot 0.1835)} = 1.61 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки ф.6.0 мм по 6 мтей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку 1.86 тс по продольному усилку.

VI. Расчет подкладок по смятию.

Напряжение в подкладках при смятии по 1^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^{\text{op}}}{S_0} = \frac{8.35}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 46.4 \text{ т/см}^2 = 468 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2];$$

$$N_0^{\text{op}} = \frac{Q_{\text{оп}}}{2} + 4 R_p^{\text{op}} \sin \alpha_i = \frac{9.5}{2} + 4 \cdot 1.73 \cdot 0.5196 = 8.35 \text{ тс}$$

Напряжение в подкладках при смятии по 2^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^{\text{op}} + F_{\text{в}}}{S_0} = \frac{8.1 + 4.5/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 57.5 \text{ т/см}^2 = 575 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2];$$

$$N_0^{\text{op}} = \frac{Q_{\text{оп}}}{2} + 4 \cdot R_p^{\text{op}} \sin \alpha_i = \frac{9.5}{2} + 4 \cdot 1.61 \cdot 0.5196 = 8.1 \text{ тс.}$$

VII. Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{\text{op}} = \frac{l_{\text{оп}}}{(h_{\text{ц.т.}} - h_{\text{г}}^{\text{op}})} \geq 1.25;$$

$$h_{\text{ц.т.}} = 0.44 \text{ м}; \quad h_{\text{г}}^{\text{op}} = 0;$$

$$\eta_{\text{op}} = \frac{4.22}{0.44} = 9.59 > [1.25].$$

VIII. Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_n = \frac{Q_{\text{оп}} \cdot b_n^{\text{op}}}{F_n (h_{\text{ц.т.}} - h_{\text{г}}^{\text{op}}) + W_n (h_{\text{н.м}} - h_{\text{г}}^{\text{op}})} \geq 1.25; \quad h_{\text{г}}^{\text{op}} = 0;$$

$$\eta_n = \frac{9.5 \cdot 1.105}{3.14 \cdot 0.44 + 0.283 \cdot 0.495} = 6.9 > 1.25$$

IX. Проверка подкладок на устойчивость.

$$b_0 \geq \frac{2(1.25 N_0 \mu h_0 - P_0 h_0)}{N_0};$$

$$h_0 = 0; N_0^{\text{op}} = 8.35 \text{ тс}; \mu = 0.4;$$

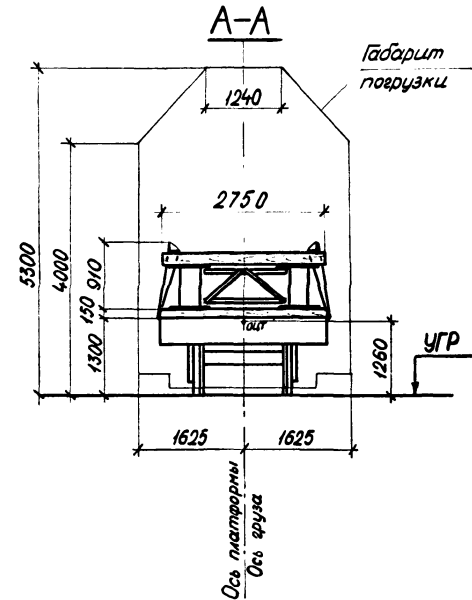
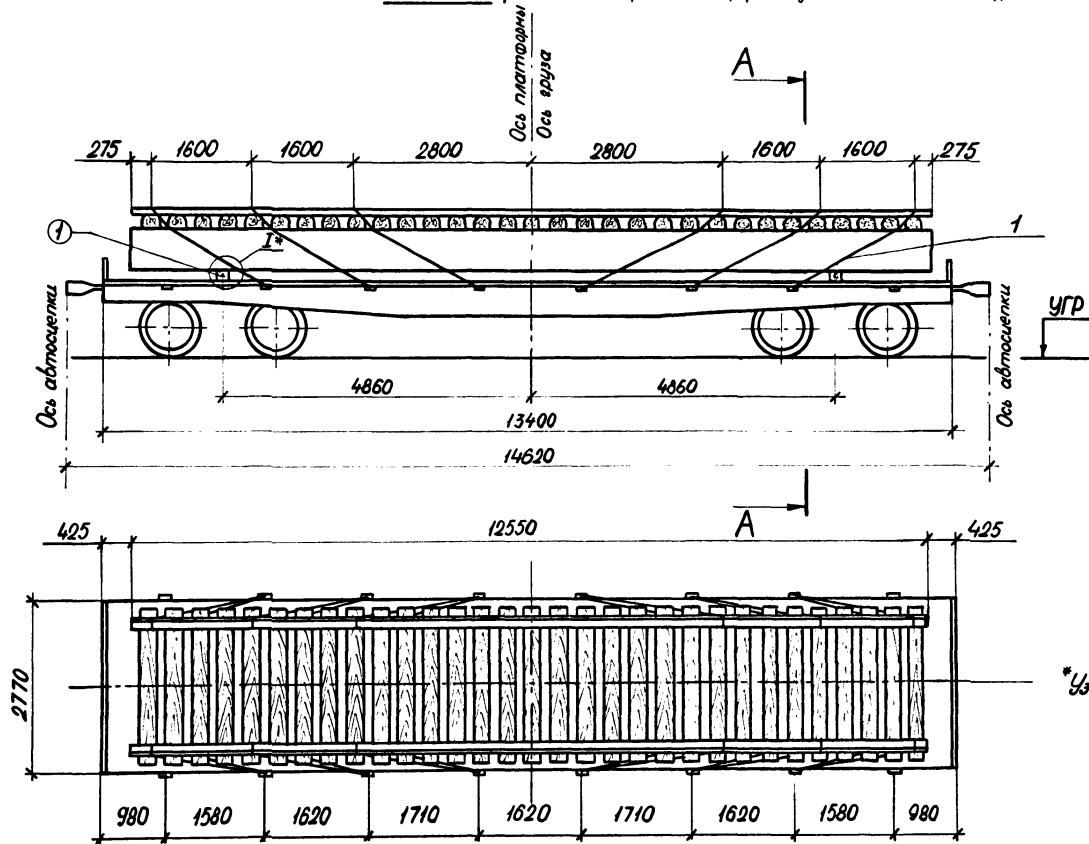
$$b_0 \geq \frac{2(1.25 \cdot 8.35 \cdot 0.4 \cdot 0.15)}{8.35} = 0.15 \text{ м}$$

Принято: $b_0 = 0.15 \text{ м}$;

Примечание.

Конструктивно подкладки крепятся к полу платформы при помощи звездой $\alpha = 8 \text{ мм}$ длиной 200 мм.

Фасад (продольные борта платформы условно не показаны)



* Узел I см. на черт. 2539-05.02.01 лист 2

2539-05.03.01							
Нач. отд. ГИП	Бродянский		Размещение и крепление на ж.д. платформе металлического пакетного пролетного строения с мостовым полотном L _п = 12,53 м.	Литер РП	Лист 4	Листов 4	
Н.контр.	Новоладский						
Рук. экзп.	Гуревич						
Инженер	Дашкова						
				ГИПРОТРАНСПУТЬ			

Характеристика схемы погрузки

№№ поз.	Наименование	Изм	Величина
1.	База груза	мм	9720
2.	Высота ЦТ пролетного строения относительно его низа	мм	420
3.	Высота общего ЦТ платформы с грузом относительно ЦТГР	мм	1260
4.	Масса груза	т	15,5
5.	Смещение ЦТ груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6.	Смещение ЦТ груза относительно продольной оси платформы	мм	0

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе инвентарных металлических локетных пролетных строений длиной 12,55м с мостовым полотном, изготовленных по типовому проекту 3.50I.2-127. Платформа принята грузоподъемностью 62+66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Металлический пакет размещается на платформе симметрично относительно поперечной оси платформы, при этом в плане продольная ось пролетного строения должна совпадать с продольной осью платформы.
- Металлический пакет устанавливается на деревянные подкладки из брусков 150х150мм.
- Для предотвращения поперечного и продольного смещений металлический пакет прикрепляется к стоечным скобам платформы при помощи растяжек из проволочных скруток. На пролетном строении растяжки крепятся к охранному уголку.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный металлический пакет на платформе вписывается в габарит погрузки.
- Торцовые борта платформы закрываются, а боковые откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Спецификация металла креплений

Марка	№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Примечание
						ед.	общ.		
	1.	Растяжка из проволоки $\varnothing=2200$ мм	6 ϕ 6	14000	12	3,29	39,5	Сталь ГОСТ 14045-79	ГОСТ 3282-74
	2.	Гвозди	d=6	200	10	—	0,44	Ст. 3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2283-73 ГОСТ 4026-63
	3.	Костыль путевой	—	165	4	0,4	0,2	Ст. 3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5812-51
	4.								
Итого металла:							40		

Спецификация лесоматериалов

Канале	№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Примечание
						ед.	общ.		
	①	Опорный брус	15х15	277	2	0,062	0,12	сосна, ель не ниже 3с	ГОСТ 1906-66
Итого лесоматериалов:							0,12		

2539-05.03.01

Расчет к погрузке

I. Характеристика груза. II. Характеристика платформы.

Груз — металлический пакет сварной конструкции	Платформа четырехосная База — 9.72 м
Полная длина груза — 12.55 м	Вес платформы — 22 т
Полная ширина груза — 2.21 м	Положение ЦТ от УГР — 0.8 м
Полная высота груза — 0.91 м	
Вес груза — 15.5 т	

III. Проверка соблюдения условий общей поперечной устойчивости.

Положение общего ЦТ платформы с грузом относительно УГР

$$h_{\text{цент}} = \frac{Q_{\text{г}} \cdot l_{\text{г}} + Q_{\text{п}} \cdot l_{\text{п}}}{Q_{\text{г}} + Q_{\text{п}}} \approx 2.3 \text{ м (334ТУ)} ;$$

$$h_{\text{цент}} = \frac{15.5(1.300 + 0.15 + 0.42) + 22 \cdot 0.8}{15.5 + 22} = 1.26 \text{ м} < 2.3 \text{ м}.$$

Наветренная поверхность платформы с грузом: $S \leq 50 \text{ м}^2$; $S = 13 + 12.55 \cdot 0.91 = 24.4 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$
 Вывод: условия поперечной устойчивости платформы с грузом соблюдаются.

IV. Определение усилий, действующих на груз.

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = a_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{г}} = 1.15 \cdot 15.5 = 17.83 \text{ тс}$;

$$a_{\text{пр}} = a_{22} = \frac{Q_{\text{г}}(a_{21} - a_{22})}{63} = 1.2 = \frac{15.5(1.2 - 1.0)}{63} = 1.15 \text{ тс/т} ;$$

$a_{\text{пр}}$ — удельная величина продольной инерционной силы.

Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = Q_{\text{г}} \cdot \mu = 15.5 \cdot 0.4 = 6.2 \text{ тс}$;

$\mu = 0.4$ — коэффициент трения металлического пакета по дереву.

Продольное усилие, передающееся на крепление: $\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}}^{\text{пр}}$.

$$\Delta F_{\text{пр}} = 17.83 - 6.2 = \boxed{11.63 \text{ тс}}$$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_{\text{п}} = a_{\text{п}} \cdot Q_{\text{г}} = 0.33 \cdot 15.5 = 5.115 \text{ тс}$;

$a_{\text{п}} = 0.33$ (по табл.) — удельная величина поперечной инерционной силы.

Вертикальная инерционная сила: $F_{\text{в}} = a_{\text{в}} \cdot Q_{\text{г}} = 0.388 \cdot 15.5 = 6.014 \text{ тс}$;

$$a_{\text{в}(100)} = 250 + k \cdot l_{\text{г}} + \frac{2140}{Q_{\text{г}}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{15.5} = 388 \text{ кгс/т} = 0.388 \text{ тс/т} ;$$

$a_{\text{в}}$ — удельная величина вертикальной инерционной силы;

$k = 5$ (при опирании груза на одну платформу);

$l_{\text{г}} = 0$ — расстояние от ЦТ_г до вертикальной плоскости, проходящей через ось поперечную ось платформы.

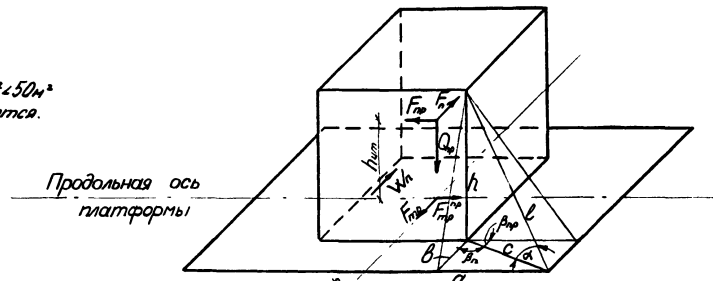
Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{п}} = Q_{\text{г}} \cdot \mu (1000 - a_{\text{в}}) = 15.5 \cdot 0.4 (1000 - 388) = 3794 \text{ кгс} = 3.794 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_{\text{в}} = 50 S_{\text{п}} = 50 \cdot 12.55 \cdot 0.97 = 609 \text{ кгс} = 0.609 \text{ тс}$.

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{п}} = n(F_{\text{п}} + W_{\text{в}}) - F_{\text{тр}}^{\text{п}} = 1.25(5.115 + 0.609) - 3.794 = 3.361 \text{ тс}.$$

V. Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке в продольном направлении (для 1²²² сочетания сил):

$$R_{\text{пр}}^{\text{пр}} = \frac{\Delta F_{\text{пр}}}{n_{\text{пр}}^{\text{пр}} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha)}$$

$n_{\text{пр}}^{\text{пр}} = 6$ — количество растяжек, работающих одновременно в одном направлении

$$\alpha = 1900 \text{ мм}; \quad \beta = 280 \text{ мм}; \quad h = 1060 \text{ мм}; \quad c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{1900^2 + 280^2} = 1921 \text{ мм};$$

$$L = \sqrt{h^2 + c^2} = \sqrt{1060^2 + 1921^2} = 2194 \text{ мм};$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c} = \frac{1900}{1921} = 0.9891; \quad \cos \alpha = \frac{b}{L} = \frac{280}{2194} = 0.8756;$$

$$\sin \alpha = \frac{h}{L} = \frac{1060}{2194} = 0.4831;$$

$$R_p^{np} = \frac{11.63}{6(0.4 \cdot 0.4831 + 0.8756 \cdot 0.9891)} = 1.83 \text{ тс.}$$

Усилие в растяжке в поперечном направлении (от 2^{го} сочетания сил):

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n}{\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cos \beta_{ni}};$$

$$\cos \beta_{ni} = \frac{b}{c} = \frac{280}{1921} = 0.1458;$$

$$R_p^n = \frac{3.361}{6(0.4 \cdot 0.4831 + 0.8756 \cdot 0.1458)} = 1.74 \text{ тс.}$$

Принято: растяжки из проволоки $\phi 6.0$ мм по 6 нитей в каждой с допустимым усилием на одну растяжку 1.86 тс по продольному усилию.

VI. Расчет подкладок по смятию.

Напряжение в подкладках при смятии по 1^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^{np}}{S_0} = \frac{13.3}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 73.9 \text{ т/м}^2 = 7.39 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2].$$

$$N_0^{np} = \frac{Q_{sp}}{2} + (\sum R_p^{np} \cdot \sin \alpha_i) \cdot 2 = \frac{15.5}{2} + 3 \cdot 1.83 \cdot 0.4978 \cdot 2 = 13.3 \text{ тс}$$

Напряжение в подкладках при смятии по 1^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^n + F_b}{S_0} = \frac{12.95 + 6.014/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 88.65 \text{ т/м}^2 = 8.9 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2];$$

$$N_0^n = \frac{Q_{sp}}{2} + (\sum R_p^n \cdot \sin \alpha_i) \cdot 2 = \frac{15.5}{2} + 3 \cdot 1.74 \cdot 0.4978 \cdot 2 = 12.95 \text{ тс.}$$

VII. Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{np} = \frac{L_{np}}{(h_{из} - h_y^{np})} \geq 1.25;$$

$$h_{из} = 0.42 + 0.15 = 0.57 \text{ м}; \quad h_y^{np} = 0;$$

$$\eta_{np} = \frac{6.275}{0.57} = 11.01 > 1.25.$$

VIII. Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_n = \frac{Q_{sp} \cdot b_n^0}{F_n (h_{из} - h_y^0) + W_n (h_{из} - h_y^0)} \geq 1.25;$$

$$h_{из} = 0.57 \text{ м}; \quad h_y^0 = 0; \quad h_{из}^0 = 0.435 \text{ м}; \quad b_n^0 = 1.105$$

$$\eta_n = \frac{15.5 \cdot 1.105}{5.115 \cdot 0.57 + 0.609 \cdot 0.435} = 5.38 > 1.25$$

IX. Проверка подкладок на устойчивость.

$$\beta \geq \frac{2(1.25 N_0 \mu h_0 - P_y h_y)}{N_0};$$

$$h_y = 0; \quad \mu = 0.4; \quad N_0^{np} = 13.3 \text{ тс};$$

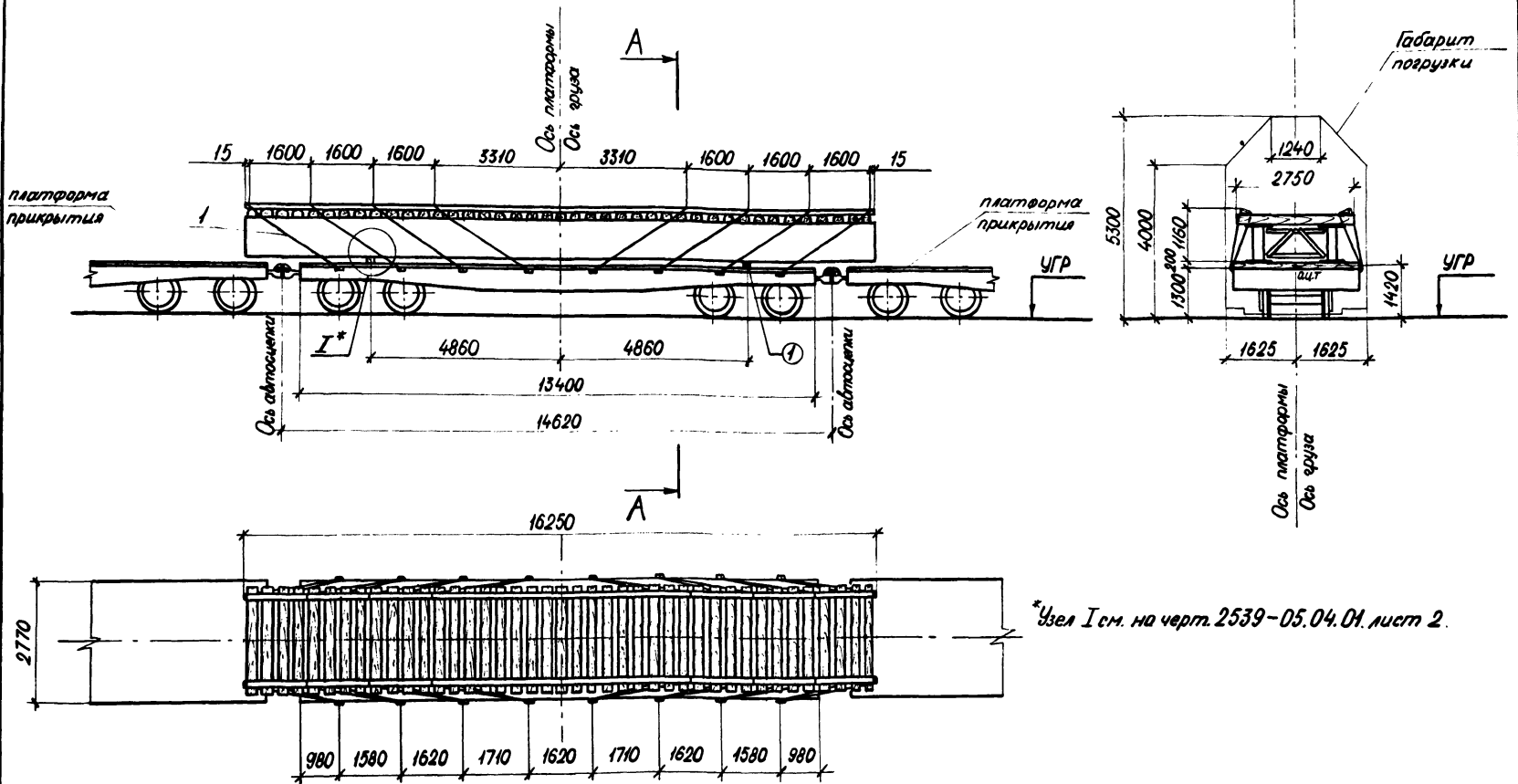
$$\beta \geq \frac{2 \cdot 1.25 \cdot 13.3 \cdot 0.4 \cdot 0.15}{13.3} = 0.15 \text{ м}$$

$$\text{Принято: } \beta = 0.15 \text{ м};$$

Примечание

Конструктивно подкладки крепятся к полу платформы при помощи гвоздей $d = 6$ мм длиной 200 мм.

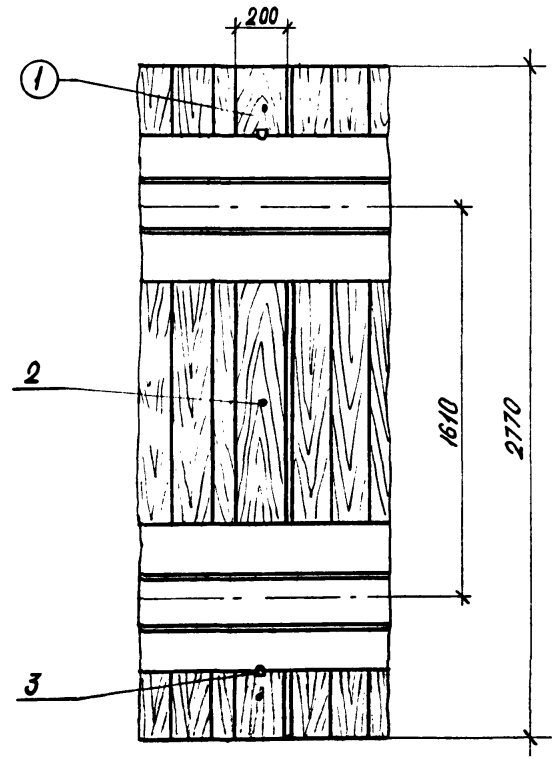
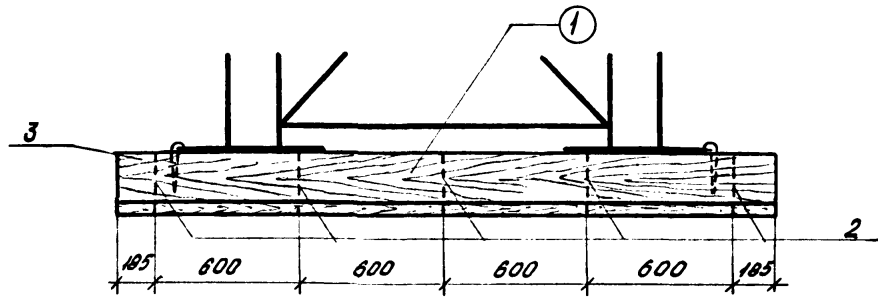
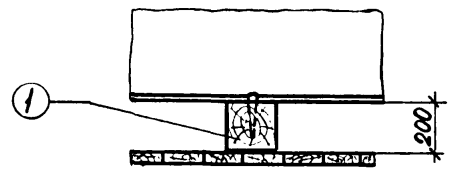
Фасад (борта платформы условно не показаны)



*Узел I см. на черт. 2539-05.04.01, лист 2.

2539-05.04.01						
Нач. отд.	Бродянский		Размещение и крепление на ж.д. платформе металлического пакетного пролетного строения с настобным полотном L _п = 16,25 м	Литер	Лист	Листов
ГИП	Бродянский			РЛ	1	6
Н. кантр.	Новоладский			ГИПРОТРАНСПУТЪ		
Рук. груп.	Туревич					
Инженер	Данкова	Э.В.Ом				

I



Характеристика схемы погрузки

№№ поз.	Наименование	Изм	Величина
1.	База груза	мм	9720
2.	Высота Ц.Т. пролетного строения относительно его низа	мм	570
3.	Высота общего Ц.Т. платформы с грузом относительно ЦТГ	мм	1420
4.	Масса груза	т	22
5.	Смещение Ц.Т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6.	Смещение Ц.Т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной грузонесущей платформе в сцепе с двумя платформами прикрытия инвентарных металлических пакетных пролетных строений длиной 16,25м с **мостовым полотно**, изготовленных по типовому проекту 3.501.2-127. Грузонесущая платформа принята грузоподъемностью 62,66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
2. Металлический пакет размещается на платформе симметрично относительно поперечной оси грузонесущей платформы, при этом в плане продольная ось пролетного строения должна совпадать с продольной осью платформы.
3. Металлический пакет устанавливается на деревянные подкладки из брусьев 200х200мм.
4. Для предотвращения поперечного и продольного смещений металлический пакет прикрепляется к стоечным скобам грузонесущей платформы при помощи растяжек из проволочных скруток. На пролетном строении растяжки крепятся к охранным уголкам.
5. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный металлический пакет на платформе вписывается в габарит погрузки.
6. Торцовые и боковые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Спецификация металла креплений

Марка	№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Примечание
						ед.	общ.		
	1.	Расстяжка ^{l=277см} из проволоки	6φ6,3	1822	16	4,5	72	Сталь ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
	2.	Гвозди	d=6	250	10	—	0,8	Ст-2 по ГОСТ 330-74*	ГОСТ 283-75 ГОСТ 4028-68
	3.	Костыль путевой	—	165	4	0,4	1,6	Ст-3 по ГОСТ 580-71*	ГОСТ 5812-51
	4.								
Итого металла:							74,4		

Спецификация лесоматериалов

Контр.	№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Примечание
						ед.	общ.		
	①	Опорный брус	20*20	277	2	0,11	0,22	сосна, ель не ниже 3с	ГОСТ 8486-66*
Итого лесоматериалов:							0,22		

Расчет к погрузке

I. Характеристика груза.

Груз — металлический пакет
сварной конструкции
Полная длина груза — 16,25 м
Полная ширина груза — 2,21 м
Полная высота груза — 1,16 м
Вес груза — 22 т

II. Характеристика платформы.

Платформа четырехосная
База — 9,72 м
Вес платформы — 22 т
Положение ЦТ от УГР — 0,8 м

III. Проверка соблюдения условий общей поперечной устойчивости.

Положение общего ЦТ платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{out} = \frac{Q_{gr} \cdot l_{gr} + Q_{pl} \cdot l_{pl}}{Q_{gr} + Q_{pl}} \leq 2,3 \text{ м (334 Ч)} ;$$

$$h_{out} = \frac{22(16,25 + 0,20 + 0,57) + 22 \cdot 0,8}{22 + 22} = 1,42 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Наветренная поверхность платформы с грузом:
 $S \leq 50 \text{ м}^3 ; S = 13 + 16,25 \cdot 1,16 = 31,85 \text{ м}^3 < 50 \text{ м}^3$

Вывод: условия поперечной устойчивости платформы с грузом соблюдаются.

IV. Определение усилий, действующих на груз.

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{ip} = a_{ip} \cdot Q_{gr} = 1,131 \cdot 22 = 24,88 \text{ тс}$;

$$a_{ip} = a_{sz} - \frac{Q_{gr}(a_{z1} - a_{z2})}{B_s} = 1,2 - \frac{22(1,2 - 1,0)}{63} = 1,131 \text{ тс/т} ;$$

a_{ip} — удельная величина продольной инерционной силы;
 Сила трения: $F_{tr}^{ip} = Q_{gr} \cdot \mu = 22 \cdot 0,4 = 8,8 \text{ тс}$
 $\mu = 0,4$ — коэффициент трения металлического пакета по дереву;
 Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{tr} = F_{ip} - F_{tr}^{ip} ;$$

$$\Delta F_{tr} = 24,88 - 8,8 = 16,1 \text{ тс}$$

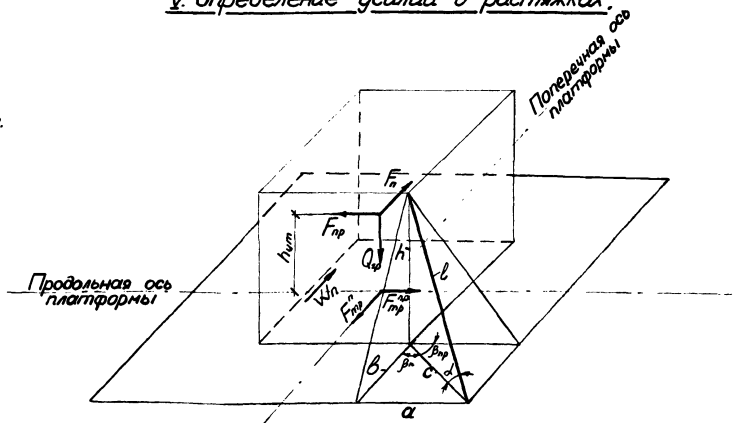
2^{ое} сочетание сил:

Поперечная инерционная сила: $F_{ip} = a_{ip} \cdot Q_{gr} = 0,33 \cdot 22 = 7,26 \text{ тс}$;
 $a_{ip} = 0,33$ (по табл.) — удельная величина поперечной инерционной силы
 Вертикальная инерционная сила: $F_{iv} = a_{iv} \cdot Q_{gr} = 0,347 \cdot 22 = 7,634 \text{ тс}$;

$$a_{iv(1000)} = 250 + k \cdot l_{gr} + \frac{2140}{Q_{gr}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{22} = 347 \text{ кг/т} = 0,347 \text{ тс/т} ;$$

$a_{iv(1000)}$ — удельная величина вертикальной инерционной силы
 $k = 5$ — (при опирании груза на одну платформу)
 $l_{gr} = 0$ — расстояние от ЦТ_{гр} до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы
 Сила трения: $F_{tr}^{ip} = Q_{gr} \cdot \mu (1000 - a_{iv}) = 22 \cdot 0,4 (1000 - 347) = 5747 \text{ кгс} = 5,747 \text{ тс}$
 Ветровая нагрузка: $W_n = 50 S_n = 50 \cdot 1,16 \cdot 16,25 = 992 \text{ кгс} = 0,992 \text{ тс}$
 Поперечное усилие, передающееся на крепление:
 $\Delta F_{tr} = n(F_{iv} + W_n) - F_{tr}^{ip} = 1,25(7,26 + 0,992) - 5,747 = 4,57 \text{ тс}$

V. Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке в продольном направлении (для 1^{ооо} сочетания сил):

$$R_p^{10} = \frac{\Delta F_{np}}{\pi r^2 (\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cos \beta_{np i})};$$

$n_p^* = 8$ - количество растяжек, работающих одновременно в одном направлении;

$$\alpha = 2400 \text{ мм}; \quad \beta = 280 \text{ мм}; \quad h = 1360 \text{ мм}; \quad c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{2400^2 + 280^2} = 2416 \text{ мм};$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2} = \sqrt{1360^2 + 2416^2} = 2772 \text{ мм};$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c} = \frac{2400}{2416} = 0.9934; \quad \cos \alpha = \frac{c}{l} = \frac{2416}{2772} = 0.8716;$$

$$\sin \alpha = \frac{b}{c} = \frac{280}{2416} = 0.1159;$$

$$R_p^{10} = \frac{16.1}{8(0.4 \cdot 0.1159 + 0.8716 \cdot 0.9934)} = 1.90 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке в поперечном направлении (от 2^{го} сочетания сил):

$$R_p^* = \frac{\Delta F_{п}}{\pi r^2 (\mu \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \cos \beta_{ni})}$$

$$\cos \beta_{ni} = \frac{b}{c} = \frac{280}{2416} = 0.1159;$$

$$R_p^* = \frac{4.57}{8(0.4 \cdot 0.1159 + 0.8716 \cdot 0.1159)} = 1.93 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки ф6.3 мм поб нитей в каждой с допустимым усилием на одну растяжку 2.04 тс по продольному усилению

VI. Расчет подкладок по смятию.

Напряжение в подкладках при смятии по 1^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_p^{10}}{S_c} = \frac{18.5}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.20} = 77.1 \text{ т/м}^2 = 7.7 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2]$$

$$N_p^{10} = \frac{Q_p}{2} + (\sum R_p^* \sin \alpha_i) \cdot 2 = \frac{2.2}{2} + (4 \cdot 1.90 \cdot 0.4906) \cdot 2 = 18.5 \text{ тс}$$

Напряжение в подкладках при смятии по 2^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_p^* + F_b}{S_c} = \frac{18.6 + 7.634/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.20} = 93 \text{ т/м}^2 = 9.3 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2]$$

$$N_p^* = \frac{Q_p}{2} + (\sum R_p^* \sin \alpha_i) \cdot 2 = \frac{2.2}{2} + (1.93 \cdot 0.4906 \cdot 4) \cdot 2 = 18.6 \text{ тс}$$

VII. Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{cp} = \frac{l}{(h_{u.r} - h_y^{10})} \geq 1.25; \quad h_{u.r} = 0.77 \text{ м}; \quad h_y^{10} = 0;$$

$$\eta_{cp} = \frac{8.125}{0.77} = 10.6 > 1.25;$$

VIII. Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_n = \frac{Q_{cp} \cdot b_n}{F_n (h_{u.r} - h_y^n) + W_n (h_{u.n} - h_y^n)} \geq 1.25; \quad h_{u.r} = 0.77 \text{ м}; \quad h_y^n = 0;$$

$$\eta_n = \frac{22 \cdot 1.105}{7.26 \cdot 0.77 + 0.992 \cdot 0.78} = 3.8 > 1.25;$$

IX. Проверка габаритности груза.

Допускаемая ширина груза: $B_n = b_r - 2f_n$

$b_r = 3250$ мм — ширина габарита погрузки

f_n — ограничение ширины груза с учетом его

смещения наружу кривой

$$f_n = f(r_n) = 0 \quad (\text{табл. 24 ТУ})$$

$$n_n = \frac{L - l_0}{2} = \frac{16.25 - 9.72}{2} = 3.3$$

$$B_n = 3250 - 2 \cdot 0 = 3250 \text{ мм} > 2210 \text{ мм}$$

Следовательно, груз как на прямом участке, так и на кривой радиусом 350 м габаритен.

X. Определение размеров подкладок.

Определение высоты подкладок:

$$h_0 = a_n \cdot \operatorname{tg} \gamma + h_n + f_r + h_3 + h_5;$$

$$a_n = 2365 \text{ мм}; \operatorname{tg} \gamma = 0.025; h_n = 100 \text{ мм}; h_3 = 25 \text{ мм}; h_5 = 0;$$

$$f_r = \frac{q \cdot l^4}{24 E J} \left(\frac{5}{24} - \frac{\alpha^2}{l^2} \right);$$

$$q = \frac{Q \cdot \gamma}{L} = \frac{22}{16.25} = 1.35 \text{ т/м}; E = 2.1 \cdot 10^7 \text{ т/м}^2; J = 0.025 \text{ м}^4$$

$$\alpha = 3.265 \text{ м}; l = 9.72 \text{ м};$$

$$f_r = \frac{-1.35 \cdot 9.72^4}{24 \cdot 2.1 \cdot 10^7 \cdot 0.025} \left(\frac{5}{24} - \frac{3.265^2}{9.72^2} \right) = 0.0001 \text{ м} \approx 0$$

$$h_0 = 2365 \cdot 0.025 + 100 + 0 + 25 + 0 = 185 \text{ мм};$$

Принято: $h_0 = 0.2 \text{ м}$

Проверка на устойчивость

$$b_0 \geq \frac{2(1.25 N_0 \mu h_0 - P_y h_y)}{N_0};$$

$$h_y = 0;$$

$$N_0^{пр} = 19.6 \text{ тс}; \mu = 0.4$$

$$b_0 \geq \frac{2 \cdot 1.25 \cdot 19.6 \cdot 0.4 \cdot 0.2}{19.6} = 0.2 \text{ м}$$

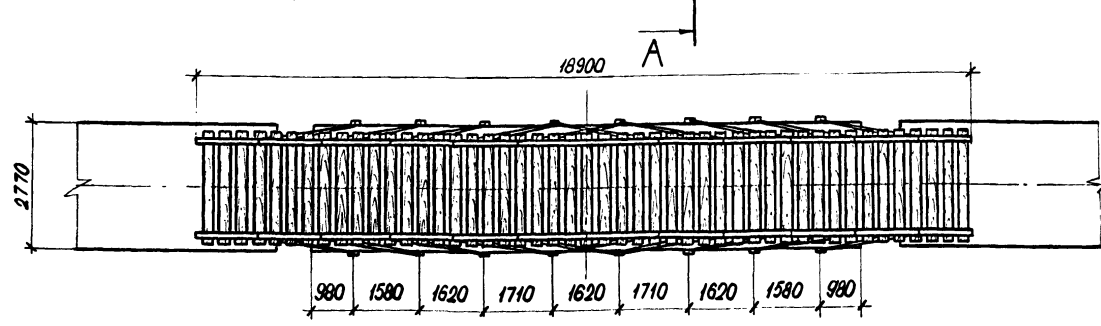
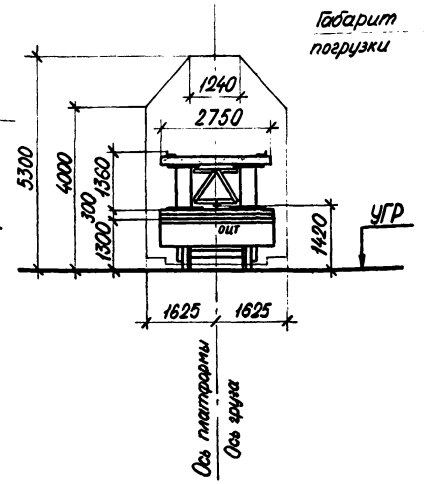
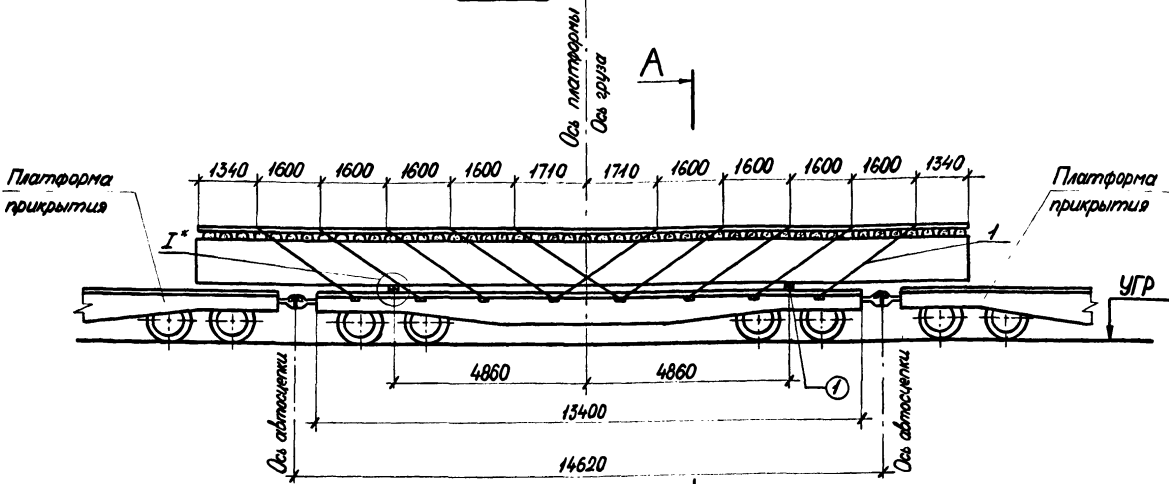
Принято: $b_0 = 0.2 \text{ м}$

Примечание

Конструктивно подкладки крепятся к полу платформы при помощи впадины $\alpha \cdot 6 \text{ мм}$ длиной 250 мм.

Фасад (борта платформы условно не показаны)

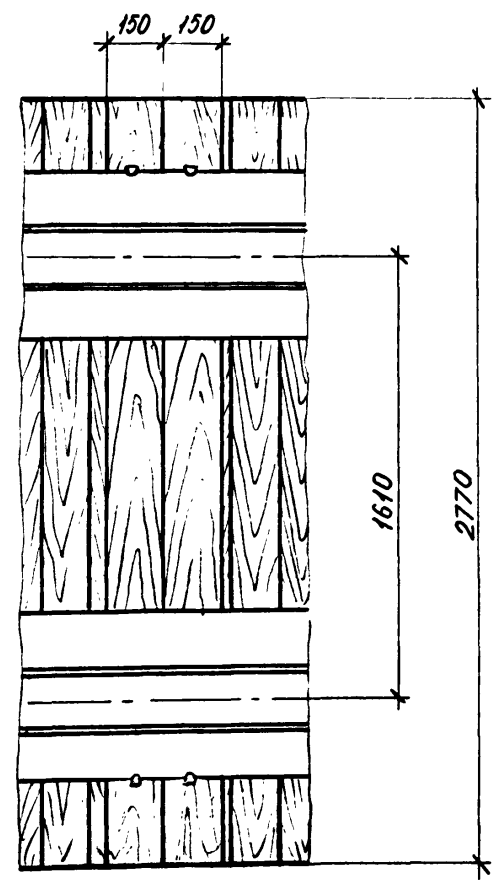
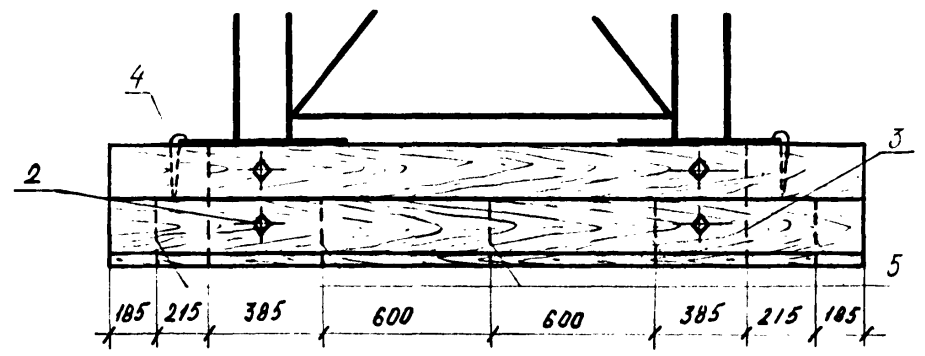
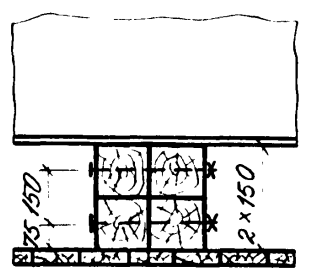
A-A



* Узел I см. на черт. 2539-05.05.01 лист 2.

			2539-05.05.01				
Нач. отд.	Бродянский		Размещение и крепление на ж.д. платформе металлического пакетного пролетного строения с мостовым полотном L _к = 18,9 м.	Литер	Лист	Листов	
ГИП	Бродянский			РП	1	6	
Н. контр.	Новоайский				ГИПРОТРАНСПУТЬ		
Рук. зрн.	Гуревич						
Инженер	Данкова						

I



Характеристика схемы погрузки

№ поз.	Наименование	Изм.	Величина
1.	База груза	мм	9720
2.	Высота Ц.Т. пролетного строения относительно его низа	мм	670
3.	Высота общего Ц.Т. платформы с грузом относительно УГР	мм	1540
4.	Масса груза	т	28.5
5.	Смещение Ц.Т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6.	Смещение Ц.Т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной грузонесущей платформе в сцепе с двумя платформами прикрытия инвентарных металлических пакетных пролетных строений длиной 18,9м с **МОСТОВЫМ ПОЛОТНОМ**, изготовленных по типовому проекту 3.50I.2-127. Грузонесущая платформа принята грузоподъемностью 62-66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Металлический пакет размещается на платформе симметрично относительно поперечной оси грузонесущей платформы, при этом в плане продольная ось пролетного строения должна совпадать с продольной осью платформы.
- Металлический пакет устанавливается на деревянные подкладки. Подкладки состоят из 4^х брусьев 150x150мм, объединенных между собой горизонтальными болтами и вертикальными штырями в пакет.
- Для предотвращения поперечного и продольного смещений металлический пакет прикрепляется к стоечным скобам грузонесущей платформы при помощи растяжек из проволочных скруток. На пролетном строении растяжки крепятся к охранным уголкам.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный металлический пакет на платформе вписывается в габарит погрузки.
- Торцовые и боковые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 198Iг.

Спецификация металла креплений

Марка	№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Примечание
						ед.	общ.		
	1.	Растяжка из проволоки $\phi=3020$ мм	6 ф63	19700	20	4.83	96.6	Сталь ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
	2.	Строительный болт с гайкой и двумя шайбами	M16	350	8	0.6	5	Ст 3 сп4ч Ст 3 сп5ш	
	3.	Штырь	$\phi 12$	250	8	—	1.8	Ст 3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2590-71*
	4.	Костыль путевой	—	165	8	0.4	3	Ст 3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5812-51
	5.	Гвозди	d=6	200	20	—	0.9	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-73 ГОСТ 4028-68
Итого металла:							107		

Спецификация лесоматериалов

Констр.	№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Примечание
						ед.	общ.		
	①	Опорный брус	15*15	277	8	0.062	0.5	сосна, ель не ниже 3с	ГОСТ 9486-66*
Итого лесоматериалов:							0.5		

2539-05.05.01

Лист
3

Расчёт к погрузке

I. Характеристика груза. II. Характеристика платформы.

Груз — металлический пакет сварной конструкции	Платформа четырёхосная База — 9,72 м
Полная длина груза — 18,9 м	Вес платформы — 21 т
Полная ширина груза — 2,21 м	Положение ЦТ от УГР — 0,8 м
Полная высота груза — 1,36 м	
Вес груза — 28,5 т	

III. Проверка соблюдения условий общей поперечной устойчивости.

Положение общего ЦТ платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{\text{цит}} = \frac{Q_{\text{гн}} \cdot l_{\text{гн}} + Q_{\text{п}} \cdot l_{\text{п}}}{Q_{\text{г}} + Q_{\text{п}}} \leq 2,3 \text{ м (ЗЗЧУ)}$$

$$h_{\text{цит}} = \frac{28,5(1,3 + 0,15 + 0,67) + 21 \cdot 0,8}{28,5 + 21} = 1,54 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Наветренная поверхность платформы с грузом:
 $S \leq 50 \text{ м}^3$; $S = 13 + 18,25 \cdot 1,16 = 31,85 \text{ м}^3 < 50 \text{ м}^3$

Вывод: условия поперечной устойчивости платформы с грузом соблюдаются

IV. Определение усилий, действующих на груз.

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = a_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{г}} = 1,11 \cdot 28,5 = 31,635 \text{ тс}$

$$a_{\text{пр}} = a_{\text{с2}} - \frac{Q_{\text{п}}(a_{\text{с2}} - a_{\text{п}})}{Q_{\text{г}}} = 1,2 - \frac{28,5(1,2 - 1,0)}{65} = 1,11 \text{ тс/т};$$

$a_{\text{пр}}$ — удельная величина продольной инерционной силы

Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = Q_{\text{г}} \cdot \mu = 28,5 \cdot 0,4 = 11,4 \text{ тс};$

$\mu = 0,4$ — коэффициент трения металлического пакета по дереву

Продольное усилие, передающееся на крепление: $\Delta F_{\text{р}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = 31,635 - 11,4 = 20,235 \text{ тс}$

2^{ое} сочетание сил:

Поперечная инерционная сила: $F_{\text{п}} = a_{\text{п}} \cdot Q_{\text{г}} = 0,33 \cdot 28,5 = 9,405 \text{ тс};$

$a_{\text{п}} = 0,33$ (по табл.) — удельная величина поперечной инерционной силы

Вертикальная инерционная сила: $F_{\text{в}} = a_{\text{в}} \cdot Q_{\text{г}} = 0,325 \cdot 28,5 = 9,26 \text{ тс}$

$$a_{\text{в}(100)} = 250 + k \cdot l_{\text{г}} + \frac{2140}{Q_{\text{г}}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{28,5} = 325 \text{ кгс/т} = 0,325 \text{ тс/т};$$

$a_{\text{в}}$ — удельная величина вертикальной инерционной силы

$k = 5$ (при опирании груза на одну платформу)

$l_{\text{г}} = 0$ — расстояние от ЦТ_г до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы

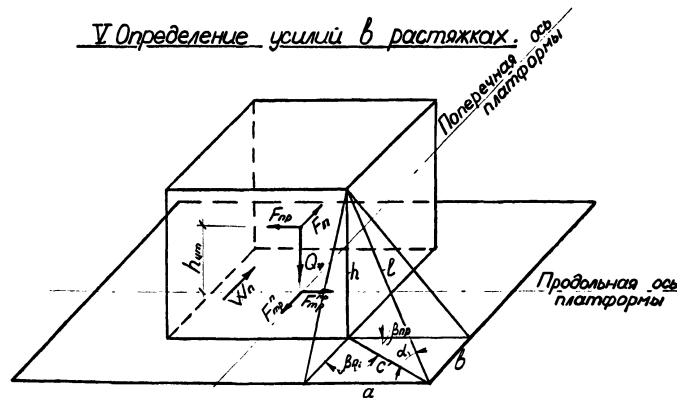
Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{п}} = Q_{\text{г}} \cdot \mu = 1000 \cdot 0,4 = 28,5 \cdot 0,4(1000 - 325) = 7695 \text{ кгс} = 7,7 \text{ тс}.$

ветровая нагрузка: $W_{\text{в}} = 50 S_{\text{п}} = 50 \cdot 1,36 \cdot 18,9 = 1285 \text{ кгс} = 1,285 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{р}} = n(F_{\text{п}} + W_{\text{в}}) - F_{\text{тр}}^{\text{п}} = 1,25(9,405 + 1,285) - 7,7 = 5,66 \text{ тс}$$

V. Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке в продольном направлении (для 1^{ого} сочетания):

$$R_{\text{р}}^{\text{пр}} = \frac{\Delta F_{\text{р}}}{n_{\text{р}}^{\text{пр}} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha + \cos \beta \sin \alpha)};$$

$n_{\text{р}}^{\text{пр}} = 10$ — количество растяжек, работающих одновременно в одном направлении

2539-05.05.04

$$\alpha = 2500 \text{ мм}; \quad \beta = 280 \text{ мм}; \quad h = 1660 \text{ мм}; \quad c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{2500^2 + 280^2} = 2516 \text{ мм};$$

$$L = \sqrt{h^2 + c^2} = \sqrt{1660^2 + 2516^2} = 3014 \text{ мм};$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c} = \frac{2500}{2516} = 0.9936; \quad \cos d = \frac{c}{L} = \frac{2516}{3014} = 0.8348;$$

$$\sin d = \frac{h}{L} = \frac{1660}{3014} = 0.5508;$$

$$R_p^{np} = \frac{20.235}{10(0.4 \cdot 0.5508 + 0.8348 \cdot 0.9936)} = 1.93 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке в поперечном направлении (от 2^{го} сочетания сил):

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n}{n_p^2 (\mu \sin d_i + \cos d_i \cos \beta_{ni})}$$

$$\cos \beta_{ni} = \frac{b}{c} = \frac{280}{2516} = 0.1113$$

$$R_p^n = \frac{5.66}{10(0.4 \cdot 0.5508 + 0.8348 \cdot 0.1113)} = 1.81 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки $\phi 6.3$ мм по 6 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку 2.04 тс по продольному усилию.

VI. Расчет подкладок по смятию.

Напряжение в подкладках при смятии по 1^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^{np}}{S} = \frac{24.9}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.3} = 69 \text{ т/м}^2 = 6.9 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2];$$

$$N_0^{np} = \frac{Q_{se}}{2} + (\sum R_p^{np} \sin d_i) 2 = \frac{28.5}{2} + (1.93 \cdot 0.5508) \cdot 5 \cdot 2 = 24.9 \text{ тс}$$

Напряжение в подкладках при смятии по 2^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^2 + F_b}{S} = \frac{24.22 + 9.26/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.3} = 80 \text{ т/м}^2 = 8.0 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2]$$

$$N_0^2 = \frac{Q_{se}}{2} + (\sum R_p^2 \sin d_i) 2 = \frac{28.5}{2} + (1.81 \cdot 0.5508) \cdot 5 \cdot 2 = 24.22 \text{ тс}$$

VII. Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_n = \frac{l}{(h_{cr} - h_y^n)} \geq 1.25;$$

$$h_y^n = 0; \quad h_{cr} = 0.67 + 0.30 = 0.97; \quad \eta_n = \frac{9.45}{0.97} = 9.74 > 1.25$$

VIII. Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_n = \frac{Q_{se} b_n^2}{n (h_{cr} - h_y^n) + W_n (h_{min} - h_y^n)} \geq 1.25;$$

$$h_{cr} = 0.97 \text{ м}; \quad h_y^n = 0; \quad h_{min} = \frac{1.36}{2} + 0.30 = 0.98 \text{ м}$$

$$\eta_n = \frac{28.5 \cdot 1.105}{9.405 \cdot 0.97 + 1.342 \cdot 0.98} = 3.00 > 1.25$$

IX. Проверка габаритности груза.

Допускаемая ширина груза:

$$B_n = B_r - 2f_n$$

$B_r = 3250$ мм — ширина габарита погрузки

f_n — ограничение ширины груза с учетом его смещения наружу кривой

$$f_n = f(r_n) = 26 \text{ мм (табл. 24 ТУ)}$$

$$r_n = 0.5(L - l_s) = \frac{18.9 - 9.72}{2} = 4.59$$

L — длина груза

l_s — база платформы

$$B_n = 3250 - 2 \cdot 26 = 3198 \text{ мм} > 2210 \text{ мм}$$

Следовательно, груз как на прямом участке, так и на кривой радиусом 350 м габаритен.

2539-05.05.01

X Определение размеров подкладок

Определение высоты подкладок:

$$h_0 = a_n \operatorname{tg} \gamma + h_n + f_r + h_3 + h_4;$$

$$a_n = 3690 \text{ мм}; \operatorname{tg} \gamma = 0.025; h_n = 100 \text{ мм}; h_3 = 25 \text{ мм}; h_4 = 0;$$

$$f_r = \frac{g \ell^4}{24 E J} \left(\frac{5}{24} - \frac{a^2}{\ell^2} \right);$$

$$g = \frac{Q_{\text{ш}}}{L} = \frac{28.5}{18.9} = 1.51 \text{ т/м}; E = 2.1 \cdot 10^7 \text{ т/м}^2; J = 0.042 \text{ м}^4;$$

$$a = 4.590 \text{ м}; \ell = 9.72 \text{ м};$$

$$f_r = \frac{-1.51 \cdot 9.72^4}{24 \cdot 2.1 \cdot 10^7 \cdot 0.042} \left(\frac{5}{24} - \frac{4.59^2}{9.72^2} \right) = -0.00001 \text{ м} \approx 0;$$

$$h_0 = 3650 \cdot 0.025 + 100 + 0 + 25 + 0 = 217 \text{ мм}; \text{Принято: } h_0 = 0.3 \text{ м}$$

Проверка на устойчивость:

$$b_0 \geq \frac{2(1.25 N_0 \cdot h_0 - P_y h_y)}{N_0};$$

$$h_y = 0; N_0^{\text{сп}} = 24.9 \text{ тс}; \mu = 0.4;$$

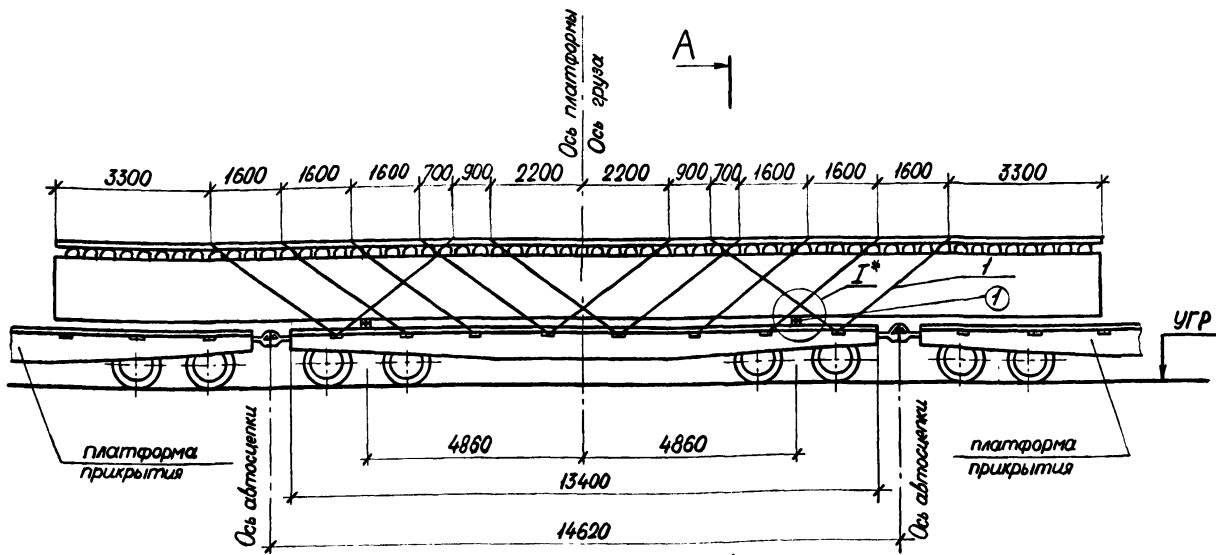
$$b_0 \geq \frac{2 \cdot 1.25 \cdot 24.9 \cdot 0.4 \cdot 0.3}{24.9} = 0.3 \text{ м}$$

Принято: } b_0 = 0.3 \text{ м}

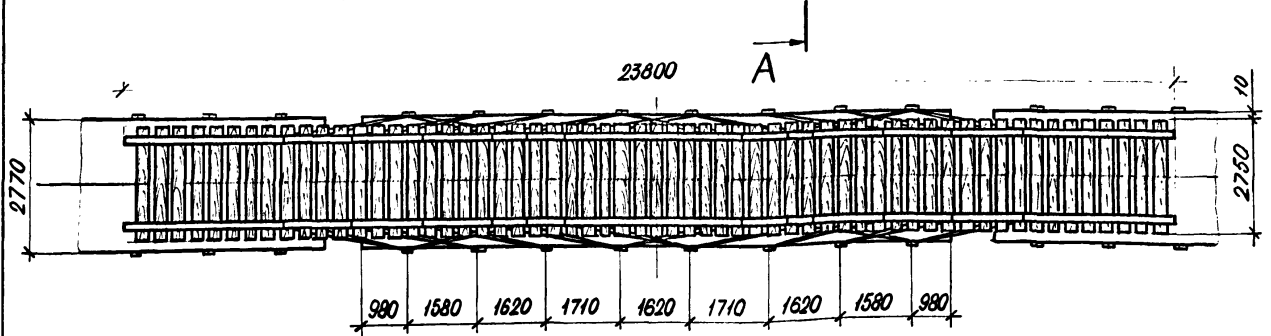
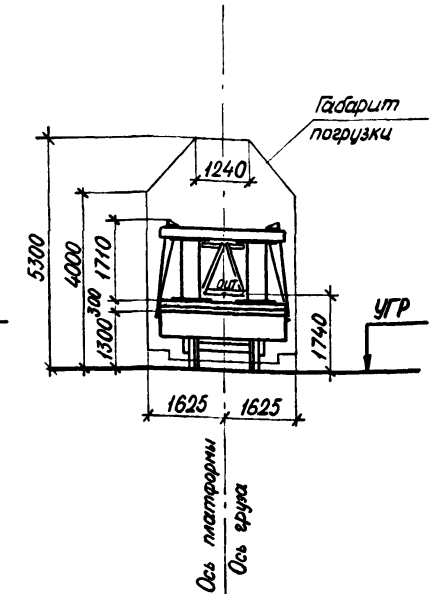
Примечание.

Конструктивно подкладки крепятся к полу платформы при помощи гвоздей $d = 6 \text{ мм}$ длиной 200 мм.

Фасад (борта платформы условно не показаны)



A-A



* Узел I см. на черт. 2539-05.05.01 лист 2

2539-05.0601					
Нач. отд.	Бродянский		Размещение и крепление на ж.д. платформе металлического пакетного прелетного строения с мостовым полотном Lл=23,8 м	Литер	Лист
ГИП	Бродянский			РП	1
Н.компр.	Наволодский				5
Руководит.	Гуревич			ГИПРОТРАНСПУТЬ	
Инженер	Данюба				

Характеристика схемы погрузки

№№ поз.	Наименование	Изм.	Величина
1.	База груза	мм	9720
2.	Высота Ц.Т. пролетного строения относительно его низа	мм	840
3.	Высота общего Ц.Т. платформы с грузом относительно УГР	мм	1740
4.	Масса груза	т	37.5
5.	Смещение Ц.Т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6.	Смещение Ц.Т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной грузонесущей платформе в сцепе с двумя платформами прикрытия инвентарных металлических пакетных пролетных строений длиной 23,8м с **МОСТОВЫМ ПОЛОТНОМ**, изготовленных по типовому проекту 3.50Л.2-127. Грузонесущая платформа принята грузоподъемностью 62+66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Металлический пакет размещается на платформе симметрично относительно поперечной оси грузонесущей платформы, при этом в плане продольная ось пролетного строения должна совпадать с продольной осью платформы.
- Металлический пакет устанавливается на деревянные подкладки. Подкладки состоят из 4^х брусьев 150х150мм, объединённых между собой горизонтальными болтами и вертикальными штырями в пакет.
- Для предотвращения поперечного и продольного смещений металлический пакет прикрепляется к стоечным скобам грузонесущей платформы при помощи растяжек из проволочных скруток. На пролетном строении растяжки крепятся к охраняемым уголкам.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный металлический пакет на платформе вписывается в габарит погрузки.
- Торцовые и боковые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Спецификация металла креплений

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Примечание
					ед.	общ.		
1.	Растяжка из проволоки $\phi = 3,540$ мм	6 ϕ 6,5	26050	24	5,94	143	Сталь ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
2.	Строительный болт с гайкой и двумя шайбами	M16	350	8	0,6	5	ВРЗс114и Ст3 по ГОСТ 380-71*	
3.	Штырь	12	250	8	—	1,8	Ст. 3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2590-71*
4.	Костыль путевой	—	165	8	0,4	3	Ст. 3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5812-51
5.	Гвозди	d=6	200	20	—	0,9	Ст. 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2874-74 ГОСТ 4028-68
Итого металла:						154		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Примечание
					ед.	общ.		
①	Опорный брус	15*15	277	8	0,062	0,5	сосна, ель не ниже 3с	ГОСТ 8486-66
Итого лесоматериалов:						0,5		

Расчет к погрузке.

I Характеристика груза II Характеристика платформы.

Груз — металлический пакет сварной конструкции	Платформа четырехосная База — 9,72 м
Полная длина груза — 23,80 м	Вес платформы — 22 т
Полная ширина груза — 2,21 м	Положение ЦТ от УГР — 0,8 м
Полная высота груза — 1,71 м	
Вес груза — 37,5 т	

III. Проверка соблюдения условий общей поперечной устойчивости.

Положение общего ЦТ платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{\text{цт}} = \frac{Q_{\text{г}} h_{\text{г}} + Q_{\text{п}} h_{\text{п}}}{Q_{\text{г}} + Q_{\text{п}}} \leq 2,3 (\text{§34 ТУ});$$

$$h_{\text{цт}} = \frac{37,5(1,300 + 0,30 + 0,84) + 21 \cdot 0,8}{37,5 + 21} = 1,74 \text{ м} < 2,3 \text{ м}.$$

Наветренная поверхность платформы с грузом:

$$S \leq 50 \text{ м}^2; \quad S = 13 + 23,80 \cdot 1,71 = 53,7 \text{ м}^2 > 50 \text{ м}^2$$

Необходима проверка поперечной устойчивости платформы с грузом:

$$\frac{P_4 + P_8}{P_c} \leq 0,5$$

P_c — статическая нагрузка от колеса на рельс

$$P_c = \frac{1}{n_k} \left[n_k Q_T + Q_{20} \left(1 - \frac{b - b_0}{S + 0,5 f_{\text{ок}}} \right) \right];$$

$n_k = 8$ — число колес грузонесущей платформы;

$Q_T = 21 \text{ т}$ — tara вагона;

$n_k = 1$ — число грузонесущих вагонов;

$b = 0$ — поперечное смещение ЦТ груза от вертикальной оси вагона;

$b_0 = 0$ — дополнительное поперечное смещение ЦТ длинномерного груза на сцепе при прохождении кривых;

$$P_c = \frac{1}{8} [1 \cdot 21 + 28,5] = 6,32 \text{ тс}$$

$$P_4 + P_8 = \frac{2}{n_k(2S + f_{\text{ок}})} [0,075(n_k Q_T + Q_{20}) n_{\text{ит}} + W/h + n_k p - q] \\ f_{\text{ок}} = 0$$

$$P_4 + P_8 = \frac{2}{8 \cdot 2 \cdot 0,79} [0,075(1 \cdot 21 + 28,5) 1,74 + 2,04(0,84 + 0,15 + 1,300) + 1 \cdot 3,34 - 0,1] = 2,29 \text{ тс}$$

$$p = 3,34; \quad q = 0,1; \quad (\text{табл. 25 ТУ})$$

$$\frac{2,29}{6,32} = 0,36 < 0,5$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом обеспечивается.

IV. Определение усилий, действующих на груз.

1^{ая} сочетание

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = a_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{г}} = 1,08 \cdot 37,5 = 40,5 \text{ тс};$

$$a_{\text{пр}} = a_{22} - \frac{Q_{20}(a_{22} - a_{25})}{63} = 1,2 - \frac{37,5(1,2 - 1,0)}{63} = 1,08 \text{ тс/т};$$

$a_{\text{пр}}$ — удельная величина продольной инерционной силы.

Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{п}} = Q_{\text{г}} \cdot \mu = 37,5 \cdot 0,4 = 15 \text{ тс};$

$\mu = 0,4$ — коэффициент трения металлического пакета по дереву.

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}}^{\text{п}} = 40,5 - 15 = 25,5 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_n = a_n Q_{cp} = 0.33 \cdot 37.5 = 12.38 \text{ тс}$
 $a_n = 0.33$ (по табл.) — удельная величина поперечной инерционной силы

Вертикальная инерционная сила: $F_b = a_b Q_{cp} = 0.307 \cdot 37.5 = 11.52 \text{ тс}$;

$$a_{z(100)} = 250 + k \cdot l_{cp} + \frac{2140}{Q_{cp}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{37.5} = 307 \text{ кг/т} = 0.307 \text{ тс/т};$$

a_b — удельная величина вертикальной инерционной силы;

$k = 5$ (при опирании груза на одну платформу);

$l_{cp} = 0$ — расстояние от ЦТ_г до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы.

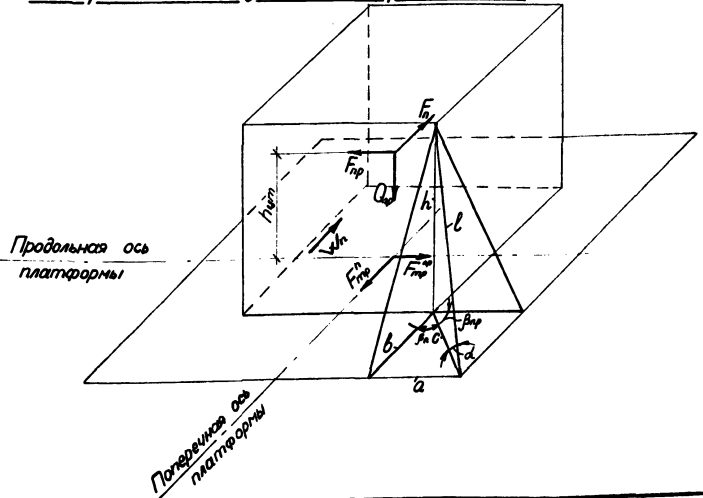
Сила трения: $F_{тр}^0 = Q_{cp} \cdot \mu (1000 - a_l) = 37.5 \cdot 0.4 (1000 - 307) = 10395 \text{ кгс} = 10.4 \text{ тс}$.

Ветровая нагрузка: $W_n = 50 S_n = 50 \cdot 23.8 \cdot 1.71 = 2035 \text{ кгс} = 2.04 \text{ тс}$.

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n = n(F_n + W_n) - F_{тр}^0 = 1.25(12.38 + 2.11) - 10.4 = 7.71 \text{ тс}.$$

V. Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке в продольном направлении (для 1^{ого} сочетания):

$$R_p^0 = \frac{\Delta F_{np}}{n \cdot (\mu \sin d_i + \cos d_i \cos \beta_{np i})}$$

$n_p^0 = 12$ — количество растяжек, работающих одновременно в одном направлении.

$$a = 2900 \text{ мм}; b = 280 \text{ мм}; h = 2010 \text{ мм}; c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{2900^2 + 280^2} = 2913 \text{ мм}$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2} = \sqrt{2010^2 + 2913^2} = 3539 \text{ мм};$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c} = \frac{2900}{2913} = 0.9955 \quad \cos d = \frac{c}{l} = \frac{2913}{3539} = 0.8231$$

$$\sin d = \frac{h}{l} = \frac{2010}{3539} = 0.5680$$

$$R_p^0 = \frac{25.5}{12(0.4 \cdot 0.5680 + 0.8231 \cdot 0.9955)} = 2.03 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке в поперечном направлении (от 2^{ого} сочетания):

$$R_p^0 = \frac{\Delta F_n}{n_p^0 (\mu \sin d_i + \cos d_i \cos \beta_{ni})}$$

$$\cos \beta_{ni} = \frac{b}{c} = \frac{280}{2913} = 0.0961$$

$$R_p^0 = \frac{7.71}{12(0.4 \cdot 0.5680 + 0.8231 \cdot 0.0961)} = 2.10 \text{ тс}$$

Примечание: растяжки из проволоки ф6,5мм по 6 нитей в каждой с допусаемым усилием на одну растяжку 2,19 тс по продольному усилию.

VI. Расчет подкладок по смятию.

Напряжение в подкладках при смятии по 1^{ому} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_c^0}{S_c} = \frac{32.6}{2.06 \cdot 0.3} = 90.6 \text{ т/м}^2 = 9.06 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2]$$

$$N_c^0 = \frac{Q_{30}}{2} + (\sum R_p^0 \sin d_i) 2 = \frac{37.5}{2} + 6 \cdot 2.03 \cdot 0.5680 = 32.6 \text{ тс}$$

Напряжение в подкладках при смятии по 2^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_c^* + F_L}{S} = \frac{33.06 + 11.52/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.3} = 107 \text{ т/м}^2 = 10.7 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2];$$

$$N_c^* = \frac{Q_{за}}{2} + (\sum R_p^* \sin \alpha)_2 = \frac{37.5}{2} + 6 \cdot 2.1 \cdot 2 \cdot 0.5680 = 33.06 \text{ тс}$$

VII. Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{уст} = \frac{e}{(h_{уст} - h_{уст}^*)} \geq 1.25;$$

$$h_{уст}^* = 0; \quad h_{уст} = 0.84 + 0.3 = 1.14 \text{ м};$$

$$\eta_{уст} = \frac{1.9}{1.14} = 1.67 > 1.25$$

VIII. Проверка устойчивости груза поперек платформы,

$$\eta_{ст} = \frac{Q_{за} b_n^*}{F_n (h_{уст} - h_{уст}^*) + W_n (h_{ст}^* - h_{уст}^*)} \geq 1.25;$$

$$h_{уст} = 1.02 \text{ м}; \quad h_{уст}^* = 0; \quad h_{ст}^* = -\frac{1.71}{2} + 0.3 = 1.16 \text{ м}$$

$$\eta_{ст} = \frac{37.5 \cdot 1.105}{12.38 \cdot 1.14 + 2.11 \cdot 1.16} = 2.5 > 1.25$$

IX. Проверка габаритности груза.

Допускаемая ширина груза:

$$B_n = B_r - 2f_n$$

$B_r = 3250 \text{ мм}$ — ширина габарита погрузки

f_n — ограничение ширины груза с учетом его смещения наружу кривой

$$f_n = f(r_n) = 136 \text{ мм (табл. 24 ТУ)}$$

$$r_n = 0.5(L - l_0) = \frac{23.8 - 9.72}{2} = 7.04$$

L — длина груза

l_0 — база платформы

$$B_n = 3250 - 2 \cdot 136 = 2978 \text{ мм} > 2210 \text{ мм}$$

Следовательно, груз как на прямом участке, так и на кривой радиусом 350 м габаритен.

X. Определение размеров подкладок.

Определение высоты подкладок:

$$h_0 = a_n \cdot \text{tg} \beta + h_n + f_r + h_3 + h_4;$$

$$a_n = 6140 \text{ мм}; \quad \text{tg} \beta = 0.025; \quad h_n = 100 \text{ мм}; \quad h_3 = 25 \text{ мм}; \quad h_4 = 0;$$

$$f_r = \frac{q a l^3}{24 E J} \left(1 - 6 \frac{a^2}{l^2} - 3 \frac{a^3}{l^3} \right);$$

$$q = \frac{Q_{за}}{L} = \frac{37.5}{23.8} = 1.58 \text{ т/м}; \quad E = 2.1 \cdot 10^7 \text{ т/м}^2; \quad J = 0.077 \text{ м}^4;$$

$$a = 7040 \text{ мм}; \quad l = 9.72 \text{ м}; \quad f_r = \frac{1.58 \cdot 704 \cdot 9.72^3}{24 \cdot 2.1 \cdot 10^7 \cdot 0.077} \left(1 - 6 \frac{704^2}{9.72^2} - 3 \frac{704^3}{9.72^3} \right) = 0.001 \text{ м};$$

$$h_0 = 6140 \cdot 0.025 + 100 + 1 + 25 + 0 = 279 \text{ мм};$$

Принято: $h_0 = 0.3 \text{ м}$;

Проверка на устойчивость:

$$b_0 \geq \frac{2(1.25 N_0 \mu h_0 - P_0 l_0)}{N_0}; \quad h_3 = 0;$$

$$b_0 \geq \frac{2 \cdot 1.25 \cdot 33.1 \cdot 0.4 \cdot 0.3}{33.1} = 0.3 \text{ м}; \quad \text{Принято: } b_0 = 0.3 \text{ м}$$

Примечание.

Конструктивно подкладки крепятся к полу платформы при помощи гвоздей $d = 6 \text{ мм}$ длиной 200 мм.

РАЗДЕЛ 6. ПОГРУЗКА, РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ ЗВЕНЬЕВ Ж.-Б. КРУГЛЫХ ТРУБ
(ТИПОВОЙ ПРОЕКТ №101) НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМАХ.

СОСТАВ РАЗДЕЛА.

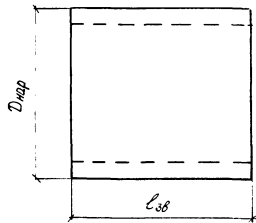
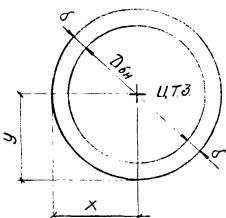
№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
1	2	3	4
1	2539-06.01.01.	Звенья ж.-б. круглых труб (проект инв.№101). Основные характеристики звеньев труб.	136
2	2539-06.02.01.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб отверстием 1,0м, длиной 1,0м на ж.-д. платформе.	137÷140
3	2539-06.03.01.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб отверстием 1,0м, длиной 2,0м на ж.-д. платформе.	141÷142
4	2539-06.04.01.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб отверстием 1,25м, длиной 1,0м на ж.-д. платформе.	143÷146
5	2539-06.05.01.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб отверстием 1,25м, длиной 2,0 м на ж.-д. платформе.	147÷148

1	2	3	4
6	2539-06.06.01.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб отверстием 1,5м, длиной 1,0м на ж.-д. платформе.	149÷152
7	2539-06.07.01.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб отверстием 1,5м, длиной 2,0м на ж.-д. платформе.	153÷154
8	2539-06.08.01.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб отверстием 2,0м, длиной 1,0м на ж.-д. платформе.	155÷158
9	2539-06.09.01.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб отверстием 2,0м, длиной 2,0м на ж.-д. платформе.	159÷160

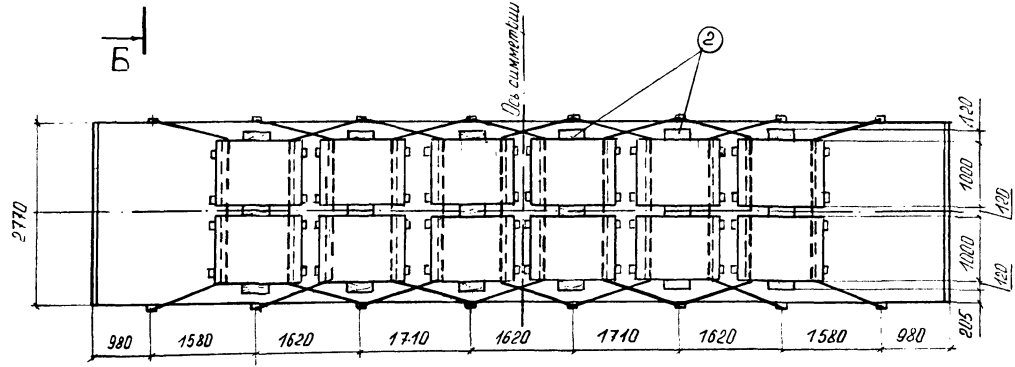
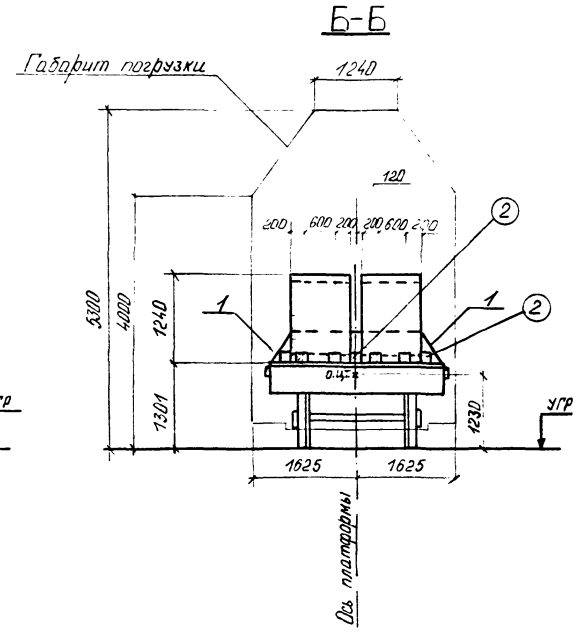
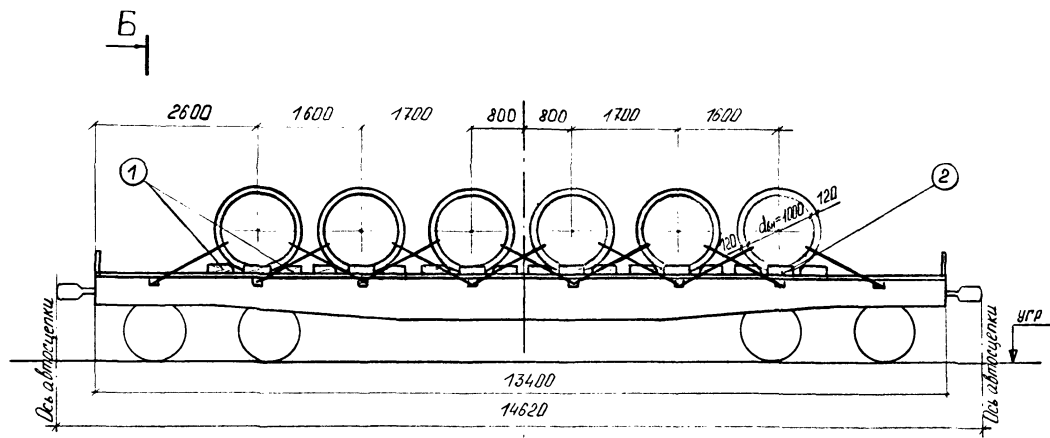
				2539-06.00.00.			
Нач. отд.	Градзенский			Состав раздела 6	Литер	Лист	Листов
ГИП	Градзенский				АП	1	1
Нам. кон.	Нобайловский				Гипротранспуть		
Рук. эркт.	Гидевич						
Инженер	Модь						

Основные характеристики звеньев круглых железобетонных труб створением (D_{вн}) 1,0-2,0 м

№ п/п	Удлинитель трубы D _{вн} м	Толщина звена δ см	Наружный диаметр звена D _{нар} м	Длина звена L _{зб} м	Положение ЦТ звена		Вес звена Т
					X см	Y см	
1	1,0	10	1,2	1,0	60	60	0,9
2		12	1,24	1,0	62	62	1,1
3	1,25	12	1,49	1,0	74,5	74,5	1,3
4		14	1,53	1,0	76,5	76,5	1,5
5		18	1,61	1,0	80,5	80,5	2,0
6	1,5	14	1,78	1,0	89	89	1,8
7		16	1,82	1,0	91	91	2,1
8		22	1,94	1,0	97	97	3,0
9	2,0	16	2,32	1,0	116	116	2,7
10		20	2,40	1,0	120	120	3,5
11	1,0	24	2,48	1,0	124	124	4,2
12		10	1,2	2,0	60	60	1,8
13		12	1,24	2,0	62	62	2,2
14	1,25	12	1,49	2,0	74,5	74,5	2,6
15		14	1,53	2,0	76,5	76,5	3,0
16		18	1,61	2,0	80,5	80,5	4,0
17	1,5	14	1,78	2,0	89	89	3,6
18		16	1,82	2,0	91	91	4,2
19		22	1,94	2,0	97	97	6,0
20	2,0	16	2,32	2,0	116	116	5,4
21		20	2,40	2,0	120	120	7,0
22		24	2,48	2,0	124	124	8,4



			2539-06.01.01			
Нач. отд.	Гродзенский	<i>[Signature]</i>	Звенья ж-б круглых труб (проект инв. № 104). Основные характеристики звеньев труб.	Литер	Лист	Листов
ГРП	Гродзенский	<i>[Signature]</i>		РП	7	7
Норм. кон.	Новокаменский	<i>[Signature]</i>		Гипротранспельт		
Инж. эсперт	Зубович	<i>[Signature]</i>				
Инженер	Литовка	<i>[Signature]</i>				



1. В настоящем подразделе разработана перевозка звеньев труб с наибольшей толщиной стенки. Перевозка звеньев труб с меньшими толщинами стенок производится аналогично.
2. Продольные борта платформы условно не показаны.

Условные обозначения:

- 1 - металл
- ① - лесоматериал

		2539-06.02.01.				
Нач. отд.	Гродзенский	Размещение и крепление звеньев ж-б круглых труб отверстием 10м, длиной 1,0м на ж-б платформе.	Лист	Лист	Листов	
ГРП	Гродзенский		РП	1	4	
Норм. конт.	Новоблагоский		Гипротранспуть			
Эк. зритель	Гуревич					
Инженер	Тимава					

Характеристика схемы погрузки

№ п/п	Наименование	Ед.изм	Величина
1	Высота цт звена относительно низа звена	мм	620
2	Высота общего цт платформы с грузом относительно УГР	мм	1230
3	Вес звена	т	1,1
4	Количество звеньев	шт.	12
5	Вес груза	т	13,2
6	Длина звена	м	1,0
7	Смещение цт груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
8	Смещение цт груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№ поз	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Растяжки из проволоки $\sigma_{\text{р}} = 460 \text{ см}^2$	3 ф 6	1550	12	344	413	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
	Гвозди	4х6	20	168	2044	74	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 4028-66 ГОСТ 28374
Итого металла:						49		

Спецификация лесоматериалов

№ поз	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Брус	12*12	30	48	0,0043	0,21	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-66
2	Брус	12*12	27	18	0,0039	0,07		
Итого лесоматериалов:						0,3		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе звеньев железобетонных круглых труб отверстием I, Ом, изготовленных по типовому проекту № IOI. Платформа принята грузоподъемностью 62,66т постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Груз состоит из 12 звеньев железобетонных круглых труб. Длина звена - I, Ом. Общий центр тяжести груза находится на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы.
- Между двумя рядами звеньев (по продольной оси платформы) располагаются деревянные прокладки.
- Для крепления от перекачивания звеньев вдоль платформы служат упорные бруски совместно с растяжками из проволочных скруток. Растяжки увязываются за стоечные скобы платформы, затем пропускаются через отверстия в двух звеньях и увязываются за противоположные стоечные скобы. Бруски укладываются вдоль платформы по 2 штуки с каждой стороны звена и закрепляются к полу платформы гвоздями. В месте контакта со звеном трубы упорные бруски прирубаются по месту для увеличения поверхности соприкосновения их со звеном.
- От поперечного усилия звенья крепятся постановкой упорных брусков с наружной стороны каждого звена. Упорный брусок пришивается к полу платформы гвоздями.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный груз на платформе вписывается в габарит погрузки.
- Торцовые борта платформы закрываются, а боковые откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Расчет и погрузка

I Характеристика груза.

Груз - 12 звеньев крутых ж.б. труб
 Диаметр внутренний звена $D_{вн} = 1,0$ м
 Диаметр наружный звена $D_{нар} = 1,24$ м
 Вес звена - $Q_{з} = 1,1$ т
 Координаты ц.т. звена: $x = 0,62$ м; $y = 0,62$ м
 Длина звена - $1,0$ м

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{ц.т.} = \frac{Q_{зр} \cdot h_{зр} + Q_{пл} \cdot h_{пл}}{Q_{зр} + Q_{пл}} \leq 2,3 \text{ м}$$

$$h_{ц.т.} = \frac{12 \cdot 1,1 \cdot (1,301 + 0,62) + 22 \cdot 0,8}{12 \cdot 1,1 + 22} = 1,23 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{пл} + S_n \leq 50 \text{ м}^2$$

Площадь наветренной поверхности звена $S_{16} = \frac{\pi D_{нар}^2}{4} = \frac{\pi \cdot 1,24^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,54}{2} = 0,422 \text{ м}^2$

$$S_n = 6 \cdot S_{16} = 6 \cdot 0,422 = 2,5 \text{ м}^2$$

$$S = 13 \cdot 2,5 = 32,5 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

IV Определение усилий, действующих на груз.

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{гр} = a_{гр} \cdot Q_{гр} = 1,158 \cdot 13,2 = 15,3 \text{ тс}$

$$a_{гр} = a_{21} = \frac{Q_{зр} \cdot (a_{21} - a_{22})}{63} = 1,2 - \frac{13,2 \cdot (1,2 - 1,0)}{63} = 1,158 \text{ тс/т}$$

$$Q_{зр} = n \cdot Q_{зв} = 12 \cdot 1,1 = 13,2 \text{ тс}$$

Сила трения: $F_{тр}^{пр} = Q_{зр} \cdot \mu = 13,2 \cdot 0,55 = 7,3 \text{ тс}$

$\mu = 0,55$ - коэффициент трения железобетона по дереву

II Характеристика платформы.

Платформа четырёхосная
 База платформы - $9,72$ м
 Вес платформы - 22 т
 Положение ц.т. от УГР - $0,8$ м

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{гр} = F_{гр} - F_{тр}^{пр} = 15,3 - 7,3 = 8 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил

Расчет ведется для пары крайних звеньев.

Поперечная инерционная сила: $F_n = a_n \cdot 2 \cdot Q_{зв} = 0,516 \cdot 2 \cdot 1,1 = 1,14 \text{ тс}$

$$a_n = a_c + \frac{2(a_{21} - a_{22}) \cdot x_{зр}}{L_6} = 0,33 + \frac{2(1,25 - 0,33) \cdot 4,1}{9,72} = 0,516 \text{ тс/т}$$

$L_6 = 9,72$ м - база платформы

$x_{зр} = 1,7 + 1,6 \cdot 0,8 = 4,1$ м - расстояние ц.т. пары крайних звеньев до поперечной оси платформы

Вертикальная инерционная сила: $F_g = a_g \cdot 2 \cdot Q_{зв} = 0,433 \cdot 2 \cdot 1,1 = 0,95 \text{ тс}$

$$a_g = 250 + x \cdot a_{зр} + \frac{2 \cdot 140}{L_{зр}} = 250 + 5 \cdot 4,1 + \frac{2 \cdot 140}{13,2} = 4,33 \text{ тс/т}$$

Сила трения: $F_{тр}^n = 2 \cdot Q_{зв} \cdot \mu (1000 - a_g) = 2 \cdot 1,1 \cdot 0,55 \cdot (1000 - 433) = 0,69 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка на звено: $W_n = 30 \cdot S_n = 0,05 \cdot 0,422 = 0,02 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

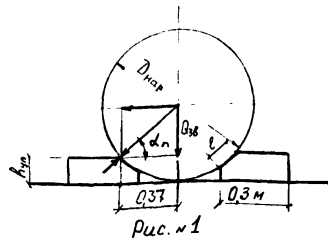
$$\Delta F_n = n \cdot (F_n + W_n) - F_{тр}^n = 1,25 \cdot (1,14 + 0,02) - 0,69 = 0,76 \text{ тс}$$

V Определение крепления.

Звенья подвержены перекатыванию вдоль платформы и поступательным перемещениям поперёк платформы. Для крепления от перекатывания принимаются эпорные брусочки совместно с растяжками. Высота и ширина брусочков равны $12 \text{ см} \times 12 \text{ см}$, длина - 30 см . Брусочки укладываются вдоль платформы по 2 штуки с каждой стороны звена.

Количество гвоздей диаметром 6 мм , длиной 200 мм для крепления 1 брусочки (см. рис. 1 на листе № 4):

$$\text{для однометровых звеньев} \quad n_{гв}^{пр} = \frac{Q_{зр} \cdot (\sigma_{гв} \cdot d_n - \mu)}{n_{гв}^{пр} \cdot R_{гв}} = \frac{13,2 \cdot (0,74 - 0,55)}{24 \cdot 0,108} = 1 \text{ шт}$$



$$R_{нр} = 108 \text{ кгс}$$

$$D_{нр} = 124 \text{ см}$$

$$h_{нр} = 12 \text{ см}$$

$$\text{ctg } \alpha_n = \frac{0,37}{0,5} = 0,74 \rightarrow \alpha_n = 53^\circ$$

$$n_{нр}^* = 12 \cdot 2 = 24 \text{ шт.}$$

$$\sin \alpha_n = 0,799$$

$$\text{Для двухметровых звеньев: } n_{нр}^* = \frac{Q_{нр} \cdot (\text{ctg } \alpha_n - \mu)}{P_{нр}^* \cdot R_{нр}} = \frac{13,2 \cdot (0,74 - 0,55)}{12 \cdot 0,108} = 2,26$$

Количество звеньев - 6 штук

$n_{нр}^* = 12$ - количество упорных брусков, работающих в продольном направлении

Принято для однометровых и двухметровых звеньев:

каждый упорный брусок пришивается к полу платформы 2-мя гвоздями $d = 6 \text{ мм}$, $l = 200 \text{ мм}$

Напряжение смятия упорного бруска (для двухметрового звена):

$$\sigma_{см} = \frac{Q_{нр} \cdot \sin \alpha_n}{P_{нр}^* \cdot S_0} = \frac{2,2 \cdot 0,799 \cdot 10^3}{2 \cdot 60} = 14,6 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

$$l = 5 \text{ см} \quad S_0 = 5 \cdot 12 = 60 \text{ см}^2$$

Усилие в растяжке от 1-го сочетания сил:

$$R_p^* = \frac{1,25 \cdot F_{нр} (R_{нр} - h_{нр}) - Q_{нр} \cdot l_{нр}}{n_p^* \cdot l_{нр} \cdot \cos \gamma}$$

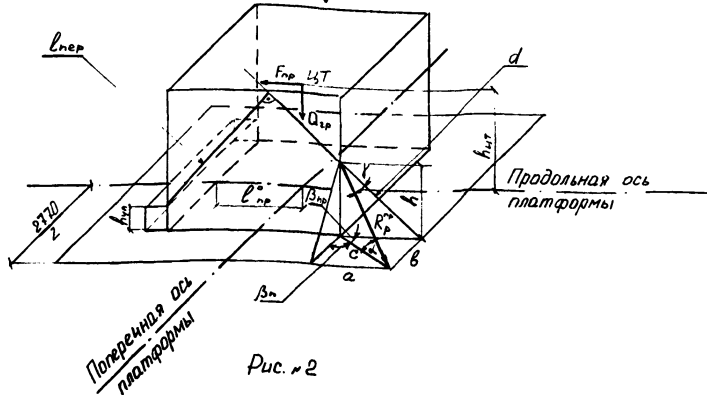


Рис. № 2

$a = 1,12 \text{ м}$ - наименьшая проекция растяжки на продольную ось

$$2b = 2,770 - 2 \cdot 1,0 - 0,12 = 0,65 \text{ м}$$

$$b = \frac{0,65}{2} = 0,325 \text{ м}$$

$$h = 0,438 \text{ м}$$

$$d = \sqrt{a^2 + h^2} = \sqrt{1,12^2 + 0,438^2} = 1,2 \text{ м}$$

$$\text{tg } \gamma = \frac{b}{d} = \frac{0,325}{1,2} = 0,271 \rightarrow \gamma = 15^\circ 10'$$

$$\cos \gamma = 0,965$$

$$l_{нр} = 0,37 \text{ м}$$

$$l_{нр} = 0,6 \text{ м (см рис. № 3)}$$

$$R_p^* = \frac{1,25 \cdot 15,3 \cdot (0,62 - 0,12) - 13,2 \cdot 0,37}{12 \cdot 0,6 \cdot 0,965} = \frac{4,68}{6,93} = 0,67 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки $d = 6 \text{ мм}$ по 3 нити в каждой с допуском с тем же числом на одну растяжку 0,93 тс

Поперечное усилие воспринимается боковыми упорными брусками с наружной стороны каждого звена.

Количество гвоздей диаметром $d = 6 \text{ мм}$, $l = 200 \text{ мм}$ для крепления бруска:

$$\text{для однометровых звеньев} \quad n_{нр}^* = \frac{\Delta F^*}{P_{нр}^* \cdot R_{нр}} = \frac{0,76}{2 \cdot 0,108} = 4,28$$

$$\Delta F^* = 0,76 \text{ тс для пары однометровых звеньев}$$

$$n_{нр}^* = 2 \text{ шт. - количество брусков, работающих в одном направлении}$$

$$\text{для двухметровых звеньев} \quad n_{нр}^* = \frac{\Delta F^*}{P_{нр}^*} = \frac{0,76}{1 \cdot 0,108} = 8,26$$

$$\Delta F^* = 0,76 \text{ тс - для двухметрового звена}$$

$$n_{нр}^* = 1$$

Размеры бруска для однометровых звеньев $12 \cdot 12 \cdot 27 \text{ см}$

Размеры бруска для двухметровых звеньев $12 \cdot 12 \cdot 50 \text{ см}$

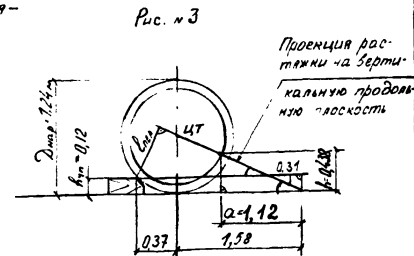
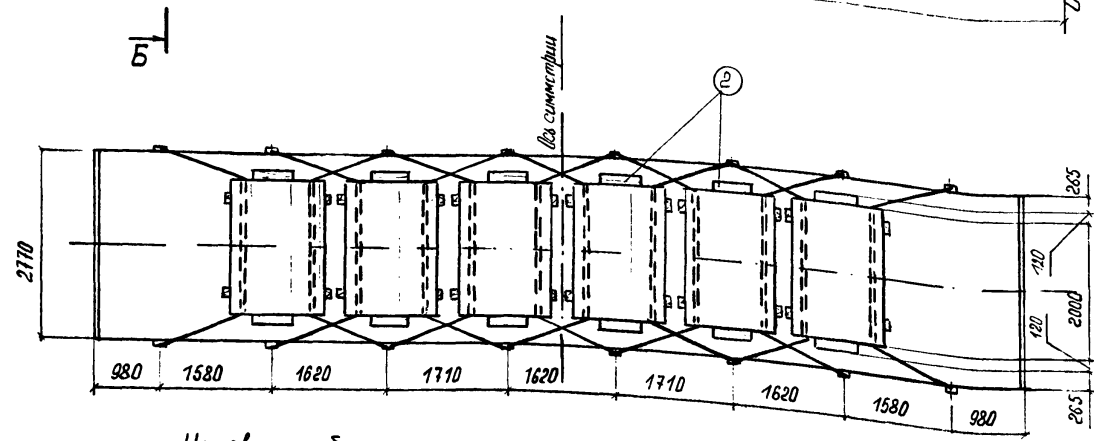
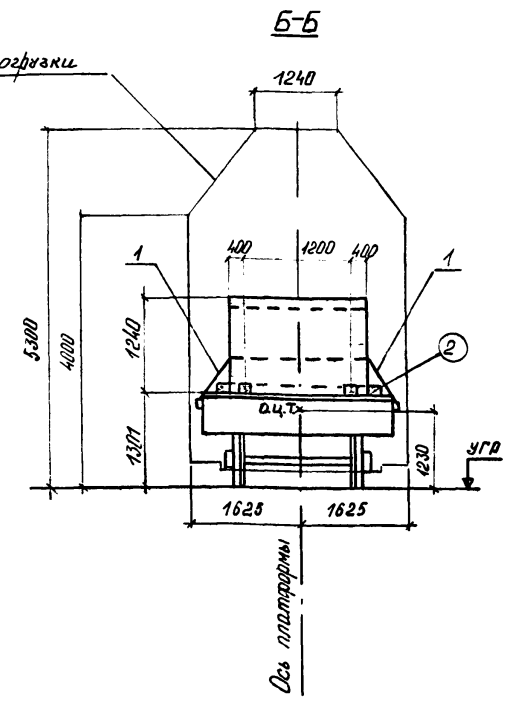
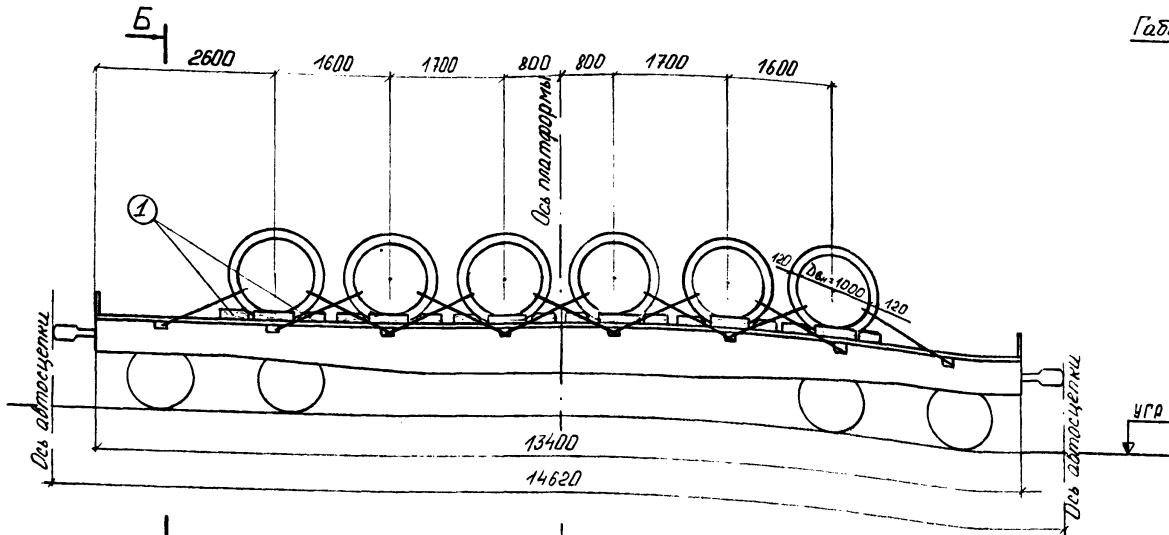


Рис. № 3

Проекция растяжки на вертикальную плоскость



1. В настоящем подразделе разработана перевозка звеньев труб с наибольшей толщиной стенки. Перевозка звеньев труб с меньшими толщинами стенок производится аналогично.
2. Расчёт по перевозке звеньев труб (см. чертёж № 06.02.01. листы №№ 3, 4) является универсальным для звеньев длиной 1,0м и 2,0м.
3. Продольные борта платформы условно не показаны.

Условные обозначения:

1 - металл

① - лесоматериал

			2539-060301.			
Нач. отд.	Гродзенский		Размещение и крепление звеньев ж-д крытых поездов отверстием 1,0м, длиной 2,0м на ж-д платформе.	Литер.	Лист	Листов
ГМП	Гродзенский			РП	1	2
Норм. контр.	Новополоцкий			Гипротранспэсть		
Разработаны	Гуревич					
Инженер	Титова					

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Едм.	Величина
1	Высота цт звена относительно низа звена	мм	620
2	Высота общего цт платформы с грузом относительно ЦГР	мм	1230
3	Вес звена	т	2,2
4	Количество звеньев	шт.	6
5	Вес груза	т	13,2
6	Длина звена	м	2,0
7	Смещение цт груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
8	Смещение цт груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

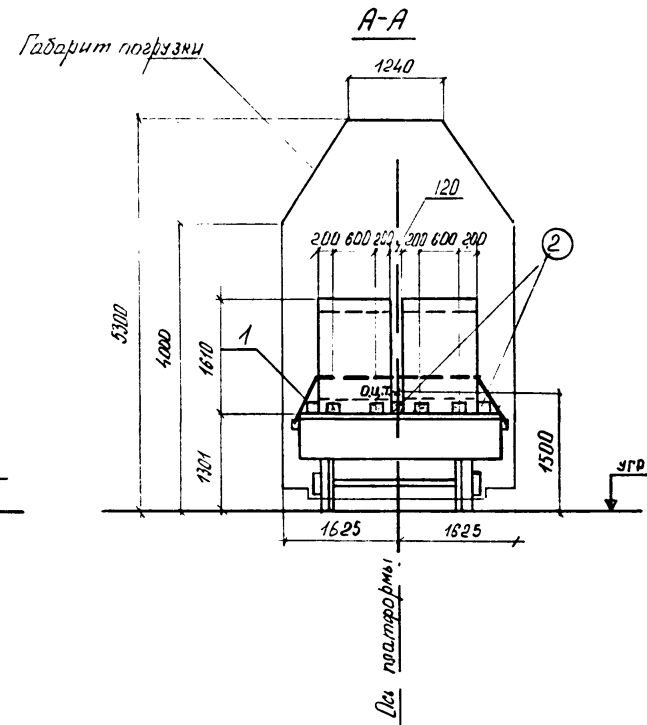
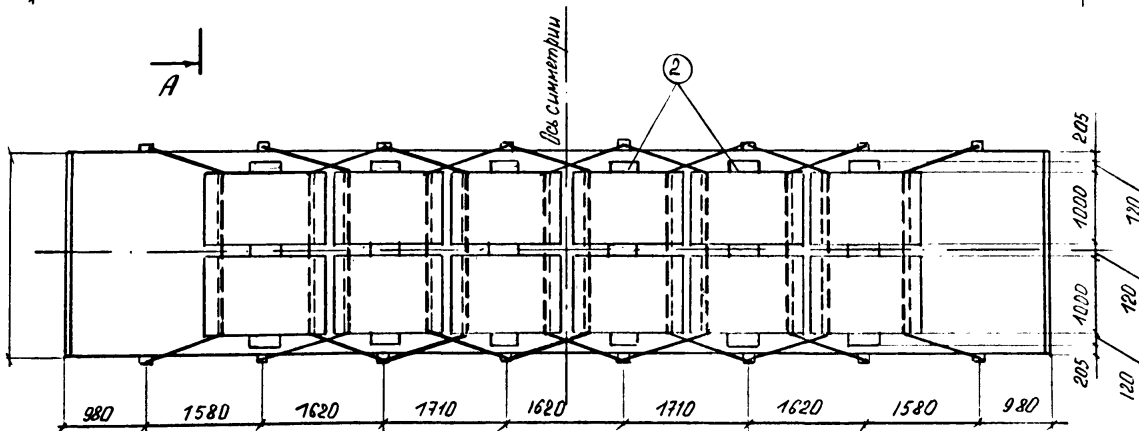
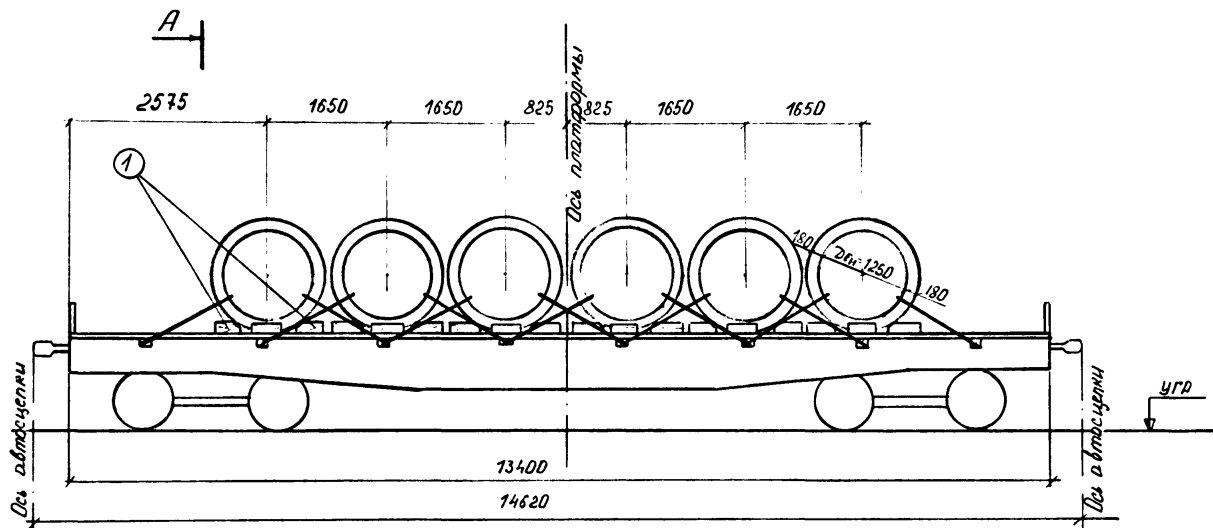
№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Примеч.
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки $\phi = 4,52$ см	3 ф8	1530	12	3,39	40,7	Сталь по ГОСТ 74085-79	ГОСТ 3282-74
2	Гвоздь	$\phi 6$	20	144	0,044	6,3	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75 ГОСТ 4028-68
Итого металла:						47		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Примеч.
					ед.	общ.		
1	Брус	12*12	30	24	0,0043	0,10	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 3486-66**
2	Брус	12*12	50	12	0,0072	0,09		
Итого лесоматериалов:						0,2		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе звеньев железобетонных круглых труб отверстием 1,0 м, изготовленных по типовому проекту № 101. Платформа принята грузоподъемностью 62+66 т постройки с 1965 г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
2. Груз состоит из 6 звеньев железобетонных круглых труб. Длина звена - 2,0 м. Общий центр тяжести груза находится на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы.
3. Для крепления от перекачивания звеньев вдоль платформы служат упорные бруски совместно с растяжками из проволочных окруток. Растяжки увязываются за стоечные скобы платформы, затем пропускаются через отверстие в звене и увязываются за противоположные стоечные скобы. Бруски укладываются вдоль платформы по 2 штуки с каждой стороны звена и закрепляются к полу платформы гвоздями. В месте контакта со звеном трубы упорные бруски прирубаются по месту для увеличения поверхности соприкосновения их со звеном.
4. От поперечного усилия звенья крепятся постановкой упорных брусков с наружной стороны каждого звена. Упорный брусок пришивается к полу платформы гвоздями.
5. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350 м указанный груз на платформе вписывается в габарит погрузки.
6. Торцовые борта платформы закрываются, а боковые откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы № 1 "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981 г.



1. В настоящем подразделе разработана перевозка звеньев труб с наибольшей толщиной стенки. Перевозка звеньев труб с меньшими толщинами стенок производится аналогично.
2. Продольные борта платформы условно не показаны.

Условные обозначения:

1 — металла

① — песоматериал

			2539-06.04.01.			
Изд. отд.	Гродзенский	<i>[Signature]</i>	Размещение и крепление звеньев ж-б круглых труб отверстием 1,25м, длиной 1,0м на ж-д платформе.	Литер.	Лист	Листов
ГМП	Гродзенский			РП	1	4
Норм. катал.	Новободский	<i>[Signature]</i>		Гипротранспуть		
Уч. группы	Гуревич					
Инженер	Титова	<i>[Signature]</i>				

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	Высота цт звена относительно низа звена	мм	805
2	Высота общего цт платформы с грузом относительно угла	мм	1500
3	Вес звена	т	2,0
4	Количество звеньев	шт	12
5	Вес груза	т	24,0
6	Длина звена	м	4,0
7	Смещение цт груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
8	Смещение цт груза относительно продольной оси платформы	мм	0

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе звеньев железобетонных круглых труб отверстием I,25м, изготовленных по типовому проекту №101. Платформа принята грузоподъемностью 62-66т постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
2. Груз состоит из 12 звеньев железобетонных круглых труб. Длина звена - I,0м. Общий центр тяжести груза находится на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы.
3. Между двумя рядами звеньев (по продольной оси платформы) располагаются деревянные прокладки.
4. Для крепления от перекачивания звеньев вдоль платформы служат упорные бруски совместно с растяжками из проволочных скруток. Растяжки увязываются за стоечные скобы платформы, затем пропускаются через отверстия в двух звеньях и увязываются за противоположные стоечные скобы. Бруски укладываются вдоль платформы по 2 штуки с каждой стороны звена и закрепляются к полу платформы гвоздями. В месте контакта со звеном трубы упорные бруски прирубаются по месту для увеличения поверхности соприкосновения их со звеном.
5. От поперечного усилия звенья крепятся постановкой упорных брусков с наружной стороны каждого звена. Упорный брусок пришивается к полу платформы гвоздями.
6. При следовании по прямым участка пути и кривым радиусом не менее 350м указанный груз на платформе вписывается в габарит погрузки.
7. Торцовые борта платформы закрываются, а боковые откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт	Масса, кг		Материал	Примеч.
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки Ср. 435 см	5 ф 6	2540	12	5,63	67,6	Сталь по ГОСТ 74085-79	ГОСТ 3282-24
	Гвоздь	4х6	20	204	0,044	9,0	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 243-75 ГОСТ 4023-33
Итого металла:							77	

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт	Объем, м ³		Материал	Примеч.
					ед.	общ.		
①	Брус	12*12	30	48	0,0043	0,21	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-66*
2	Брус	12*12	36	18	0,0052	0,09		
Итого лесоматериалов:							0,3	

Расчёт к погрузке

I Характеристика груза.

Груз — 12 звеньев ж.д. трыб
 Диаметр внутренний звена $D_{вн} = 1,25$ м
 Диаметр наружный звена $D_{нар} = 1,61$ м
 Вес звена $Q_{зв} = 20$ т
 Координаты 4х звена: $x = 0,805$ м; $y = 0,805$ м
 Длина звена — 1,0 м

II Характеристика платформы.

Платформа четырёхосная
 База платформы — 9,72 м
 Вес платформы — 22 т
 Положение цт от УГР — 0,3 м

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$x_{\text{общ}} = \frac{Q_{зв} \cdot x_{зв} + Q_{пл} \cdot x_{пл}}{Q_{зв} + Q_{пл}} \leq 2,3 \text{ м}$$

$$Q_{зв} = 12 \cdot Q_{зв} = 12 \cdot 20 \text{ т} = 240 \text{ т}$$

$$x_{\text{общ}} = \frac{24 \cdot (1,301 + 0,805) + 22 \cdot 0,8}{24 + 22} = \frac{67,3}{46} = 1,5 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{пл} + S_n \leq 50 \text{ м}^2$$

Площадь наветренной поверхности звена: $S_{зв} = \frac{\pi \cdot D_{нар}^2}{4} - \frac{\pi \cdot D_{вн}^2}{4} = \frac{3,14}{4} (1,61^2 - 1,25^2) = 0,81 \text{ м}^2$

$$S_n = 6 \cdot 0,81 \text{ м} = 4,86 \text{ м}^2$$

$$S = 13 \cdot 4,86 = 17,9 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

IV Определение усилий, действующих на груз.

1^{ое} сочетание сил:

Продольная инерционная сила: $F_{гп} = a_{гп} \cdot Q_{зв} = 1,24 \cdot 24 = 27 \text{ тс}$

$$a_{гп} = a_{зв} - \frac{Q_{зв} \cdot (a_{зв} - a_{пг})}{Q_{зв}} = 1,2 - \frac{24 \cdot (1,2 - 1,0)}{63} = 1,2 - 0,076 = 1,124 \text{ тс}$$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{зв} \cdot \mu = 24 \cdot 0,55 = 13,2 \text{ тс}$

$\mu = 0,55$ — коэффициент трения железобетона по дереву

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{гп} = F_{гп} - F_{тр} = 27 - 13,2 = 13,8 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил:

Расчёт ведётся для пары крайних звеньев

Поперечная инерционная сила: $F_n = a_n \cdot 2 \cdot Q_{зв} = 0,517 \cdot 2 \cdot 20 = 2,07 \text{ тс}$

$$a_n = a_c + \frac{2(a_{зв} - a_c) \cdot l_{зв}}{L_{пг}} = 0,33 + \frac{2 \cdot (0,55 - 0,33) \cdot 1,125}{9,72} = 0,517 \text{ тс/т}$$

$l_{зв} = 9,72$ м — база платформы

$l_{зв} = 0,825 \cdot 2 = 1,65 = 4,125$ м — расстояние 4х пары крайних звеньев до поперечной оси платформы

Вертикальная инерционная сила: $F_v = a_v \cdot 2 \cdot Q_{зв} = 0,360 \cdot 2 \cdot 20 = 1,44 \text{ тс}$

$$a_v = 250 + k \cdot l_{зв} + \frac{2140}{Q_{зв}} = 250 + 5 \cdot 4,125 + \frac{2140}{24} = 360 \text{ км/т}$$

Сила трения: $F_{тр} = 2 \cdot Q_{зв} \cdot \mu \cdot (1000 - a_v) = 2 \cdot 20 \cdot 0,55 \cdot (1,0 - 0,36) = 1,4 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка на звено: $W_{зв} = 50 \cdot S_{зв} = 0,05 \cdot 0,81 = 0,04 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n = n \cdot (F_n + W_n) - F_{тр} = 1,25 \cdot (2,07 + 0,04) - 1,4 = 1,2 \text{ тс}$$

V Определение креплений.

Звенья подвержены перекатыванию вдоль платформы и постепенным перемещениям поперек платформы. Для крепления от перекатывания применяются упорные бруски совместно с растяжками. Высота и ширина брусков равны 12 см \times 12 см, длина — 30 см. Бруски укладываются вдоль платформы по 2 штуки с каждой стороны звена.

$$R_{гк} = 108 \text{ кг} \quad d_{гк} = 6 \text{ мм} \quad l_{гк} = 200 \text{ мм}$$

$$D_{нар} = 1,61 \text{ м}$$

$$l_{зв} = 12 \text{ см}$$

$$\text{ctg } \alpha_n = \frac{0,42}{0,685} = 0,613 \rightarrow \alpha_n = 58^\circ$$

$$n_{гк}^{гп} = 12 \cdot 2 = 24 \text{ шт.}$$

$$n_{гк}^{гв} = 6 \cdot 2 = 12 \text{ шт.}$$

$$\sin \alpha_n = 0,852$$

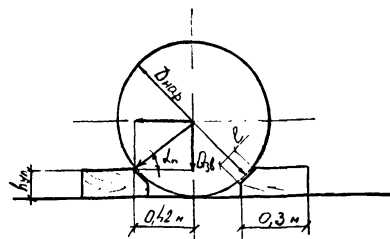


Рис. 11

Количество гвоздей диаметром $d_1 = 6 \text{ мм}$, длиной 200 мм для крепления 1 бруска (см. рис. 1 на листе № 3)

для однометровых звеньев

$$n_{гв}^{од} = \frac{Q_{уп} \cdot (сг \cdot d_1 - l)}{P_{гв}^{од} \cdot R_{гв}} = \frac{24 \cdot (0,613 - 0,55)}{24 \cdot 0,108} = 1,2 \text{ гв}$$

для двухметровых звеньев

$$n_{гв}^{дв} = \frac{Q_{уп} \cdot (сг \cdot d_1 - l)}{P_{гв}^{дв} \cdot R_{гв}} = \frac{24 \cdot (0,613 - 0,55)}{12 \cdot 0,108} \approx 2,4 \text{ гв}$$

Принято для однометровых и двухметровых звеньев:

каждый упорный брусок пришивается к полу платформы 2^{мя} гвоздями $d_1 = 6 \text{ мм}$
 $l = 200 \text{ мм}$

Напряжение смятия упорного бруска (для двухметрового звена):

$$\sigma_{см} = \frac{Q_{уп} \cdot \sin \alpha}{P_{гв} \cdot S_0} = \frac{47 \cdot 10^3 \cdot 0,852}{2 \cdot 96} = 17,8 \text{ мкс/см}^2 \approx 30 \text{ мкс/см}^2$$

$l = 8 \text{ см} \rightarrow$ площадь смятия $S_0 = 8 \cdot 12 = 96 \text{ см}^2$

Усилие в растяжке от 1^{го} сочетания сил:

$$R_p^{од} = \frac{1,25 \cdot F_{гв} \cdot (h_{изт} - h_{изп}) - Q_{уп} \cdot l \cdot \cos \alpha}{P_p^{од} \cdot l \cdot \cos \alpha}$$

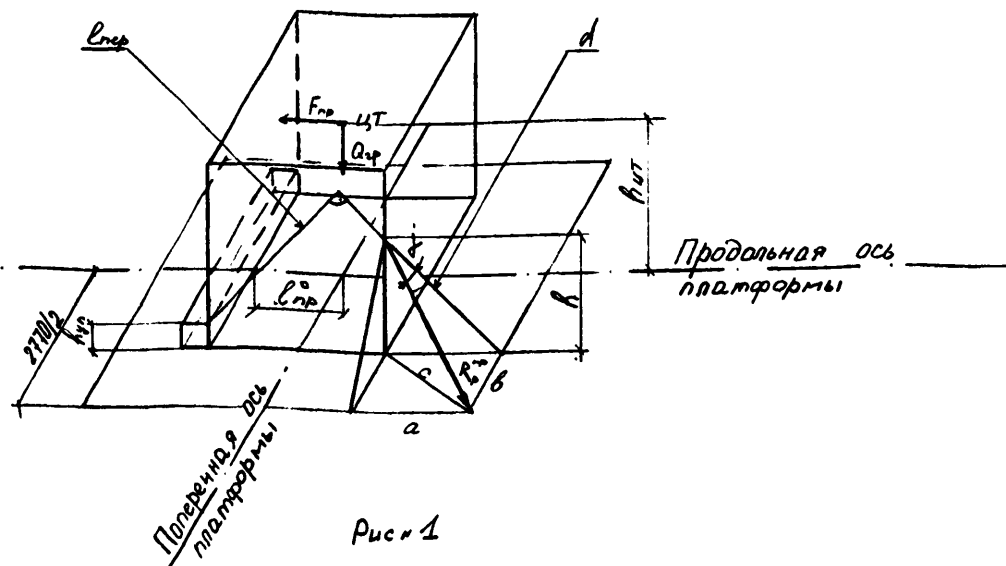


Рис. 1

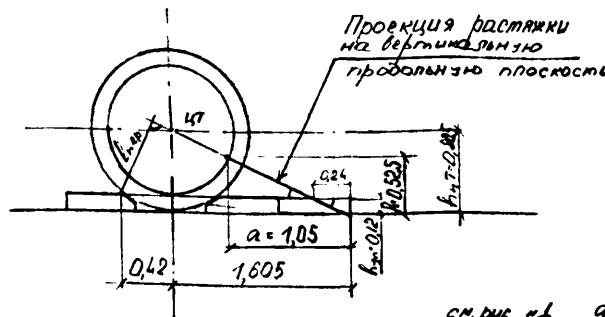


Рис. 2

$$P_p^{од} = 12$$

$a = 1,05$ - наименьшая проекция растяжки на продольную ось

$$b = \frac{2,77 - 2 \cdot 1,0 - 0,12}{2} = 0,325 \text{ м}$$

$$h = 0,525 \text{ м}$$

$$d = \sqrt{a^2 + h^2} = \sqrt{1,05^2 + 0,525^2} = 1,17 \text{ м}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{b}{a} = \frac{0,325}{1,17} = 0,278 \rightarrow \alpha \approx 15^\circ 30''$$

$\cos \alpha = 0,963$ $l_{гв} = 0,42 \text{ м}$ $l_{гв} = 0,8 \text{ м}$ (см. рис. 2)

$$R_p^{од} = \frac{1,25 \cdot 27 \cdot (0,805 - 0,12) - 24 \cdot 0,42}{12 \cdot 0,8 \cdot 0,963} = \frac{13}{9,2} = 1,41 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки $d = 6 \text{ мм}$ по 5 нитей в каждой с дополнительным усилением на одну растяжку 1,55 тс.

Поперечное усилие воспринимается боковыми упорными брусками с наружной стороны каждого звена. (растяжки не учитываем).

Количество гвоздей диаметром $d = 6 \text{ мм}$ длиной 200 мм для крепления бруска:

для однометровых звеньев $n_{гв}^{од} = \frac{\Delta F_n}{P_p^{од} \cdot R_{гв}} = \frac{1,2}{2 \cdot 0,108} = 6 \text{ гв}$

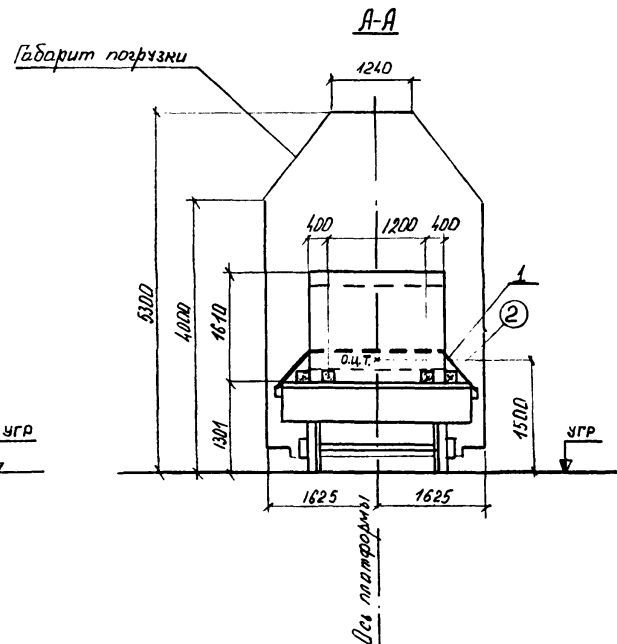
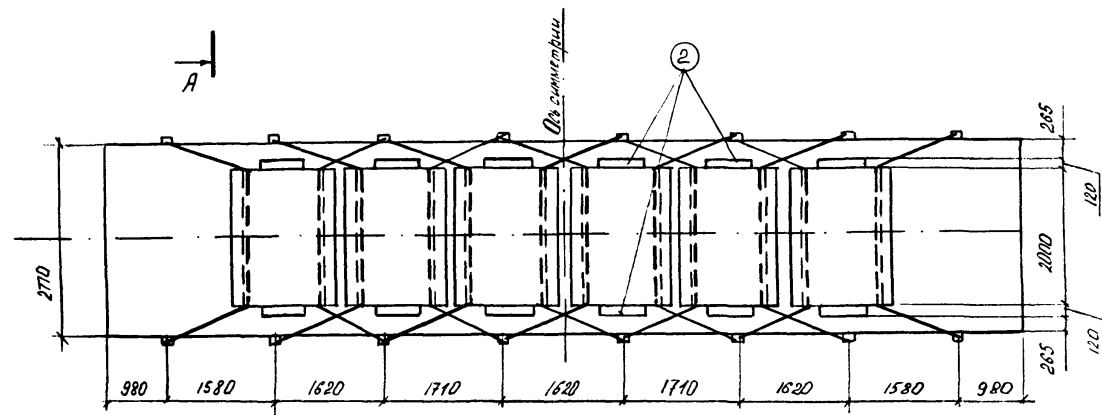
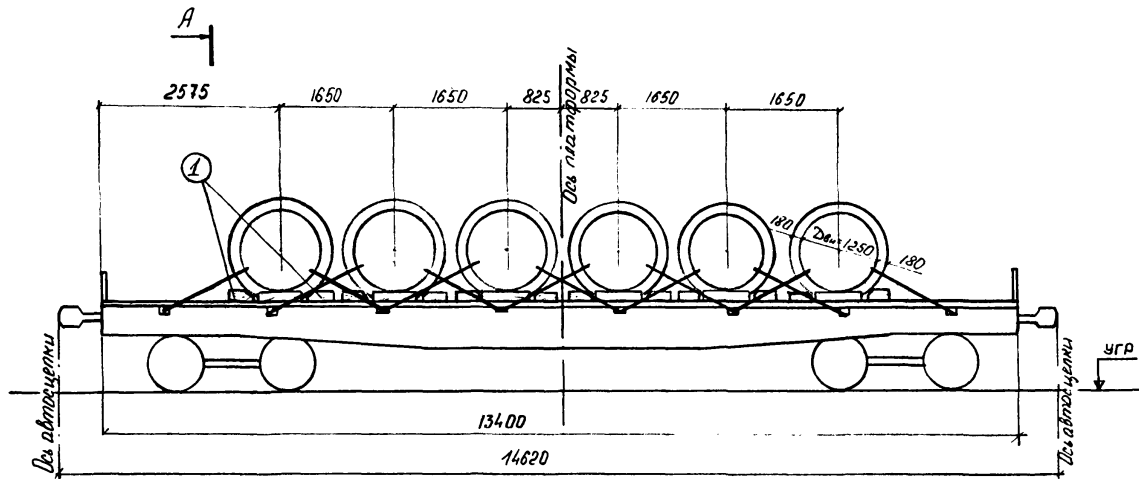
$\Delta F_n = 1,2 \text{ тс}$ - для пары звеньев
 $n_p^{од} = 2$ - количество брусков, работающих в одном направлении.

для двухметровых звеньев $n_{гв}^{дв} = \frac{\Delta F_n}{P_p^{дв} \cdot R_{гв}} = \frac{1,2}{1 \cdot 0,108} = 12 \text{ гв}$

$\Delta F_n = 1,2 \text{ тс}$ - для звена
 $n_p^{дв} = 1$ - количество брусков, работающих в одном направлении

Размеры бруска для однометровых звеньев: $12 \cdot 12 \cdot 36 \text{ см}$

Размеры бруска для двухметровых звеньев: $12 \cdot 12 \cdot 65 \text{ см}$



Условные обозначения:

- 1 — металл
- ① — лесоматериал

1. В настоящем подразделе разработана перевозка звеньев труб с наибольшей толщиной стенки. Перевозка звеньев труб с меньшими толщинами стенок производится аналогично.

2. Расчёт по перевозке звеньев труб (см. чертёж № 06.04.01. листы № 3, 4) является универсальным для звеньев длиной 1,0 м и 2,0 м.

3. Продольные борта платформы условно не показаны.

Нач. отд.	Гродзенский	
ГИП	Гродзенский	
Норм. конт.	Николайчик	
Рис. эрктм.	Гуревич	
Инженер	Титова	

2539 06.0501

Размещение и крепление звеньев ж.-д. крытых труб отверстием 1,25 м, длиной 2,0 м на ж.-д. платформе.

Листов	Лист	Лист
РП	1	2
Гипротранспэть		

Характеристика схемы погрузки

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Величина
1	Высота цт звена относительно низа звена	мм	805
2	Высота общего цт платформы с грузом относительно угл	мм	1500
3	Вес звена	т	4,0
4	Количество звеньев	шт.	6
5	Вес груза	т	24,0
6	Длина звена	м	2,0
7	Смещение цт груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
8	Смещение цт груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

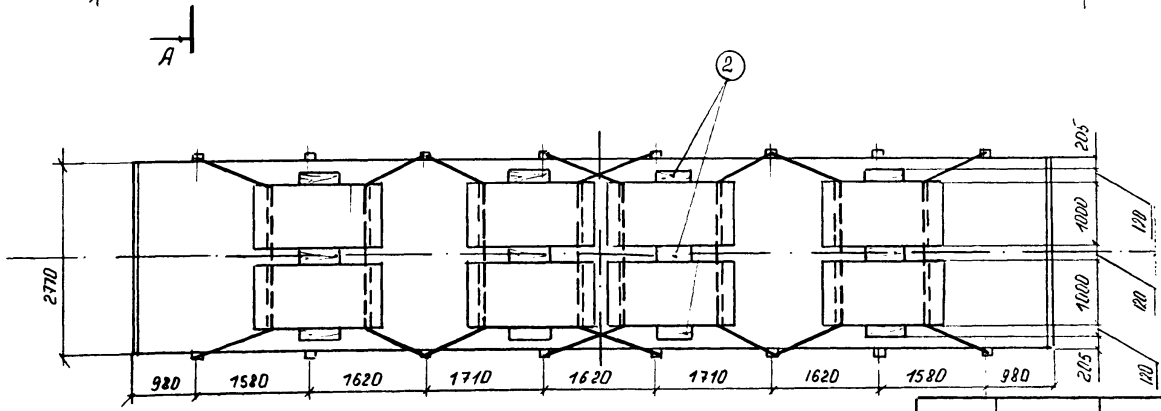
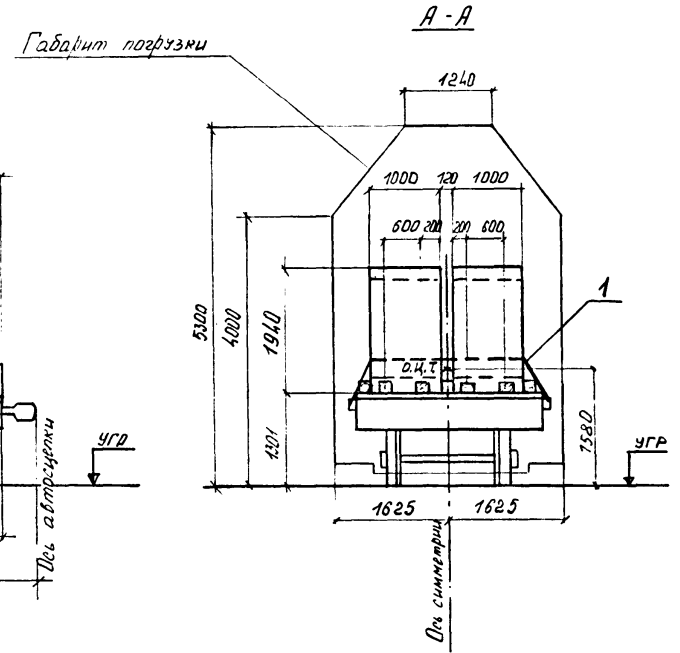
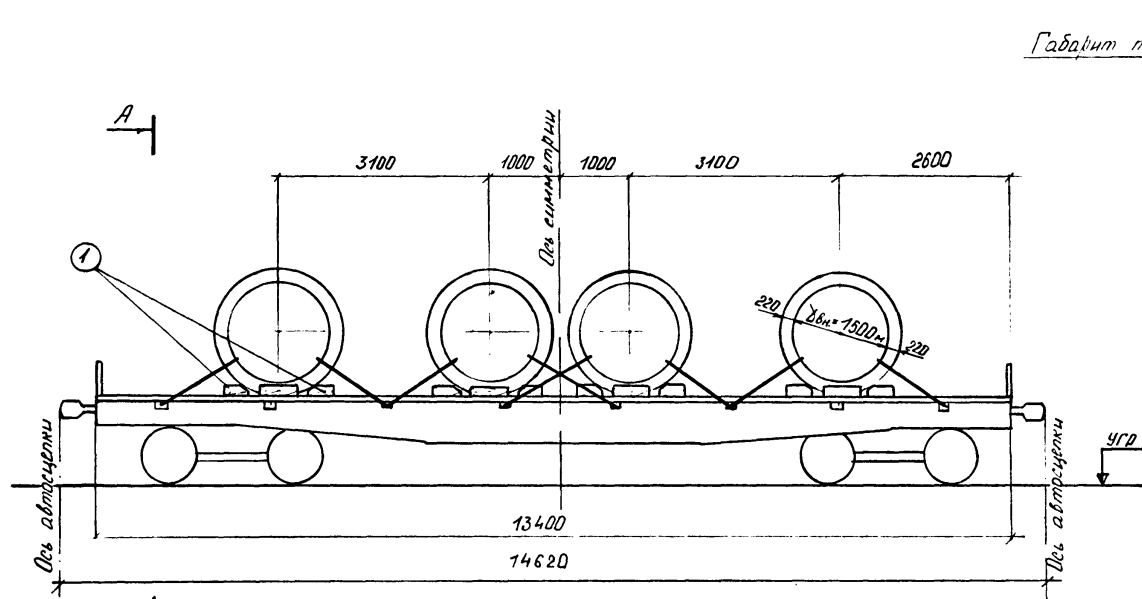
№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки $d_p = 4,43$ см	5 ф 6	2500	12	5,55	66,6	Сталь по ГОСТ 14025-79	ГОСТ 3282-74
	Гвоздь	$d=6$	20	192	0,044	8,4	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2283-75 ГОСТ 14028-74
Итого металла:						75		

Спецификация лесоматериалов

№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Примеч.
					ед.	общ.		
1	Брус	12×12	30	24	0,0043	0,10	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 1411-65
2	Брус	12×12	65	12	0,0093	0,11		
Итого лесоматериалов:						0,2		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе звеньев железобетонных круглых труб отверстием 1,25м, изготовленных по типовому проекту № 101. Платформа принята грузопъемностью 62-66т постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Груз состоит из 6 звеньев железобетонных круглых труб. Длина звена - 2,0м. Общий центр тяжести груза находится на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы.
- Для крепления от перекачивания звеньев вдоль платформы служат упорные бруски совместно с растяжками из проволочных скруток. Растяжки увязываются за стоечные скобы платформы, затем пропускаются через отверстие в звене и увязываются за противоположные стоечные скобы. Бруски укладываются вдоль платформы по 2 штуки с каждой стороны звена и закрепляются к полу платформы гвоздями. В месте контакта со звеном трубы упорные бруски прирубаются по месту для увеличения поверхности соприкосновения их со звеном.
- От поперечного усилия звенья крепятся постановкой упорных брусков с наружной стороны каждого звена. Упорный брусок пришивается к полу платформы гвоздями.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный груз на платформе вписывается в габарит погрузки.
- Торцовые борта платформы закрываются, а боковые откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы №1 "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.



1. В настоящем подразделе разработана перевозка звеньев труб с наибольшей толщиной стенки. Перевозка звеньев труб с меньшими толщинами стенок производится аналогично.
2. Продольные борта платформы условно не показаны.

Условные обозначения:

- 1 - металл
- ① - песоматериал

2539-06.06.01.					
Нач. отд. ГИП	Грозненский Грозненский	Размещение и крепление звеньев ж-б круглых труб отверстием 4,3 м, длиной 4,0 м на ж-д платформе.	Лист	Лист	Листов
Норм. конст.	Новгородский		рп	1	4
Вик. группы	Гуревич		Гипротранспуть		
Инженер	Гитова				

Характеристика схемы погрузки

№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	Высота цт звена относительно низа звена	мм	970
2	Высота обшего цт платформы с грузом относительно угла	мм	1580
3	Вес звена	т	30
4	Количество звеньев	шт	8
5	Вес груза	т	24,0
6	Длина звена	м	1,0
7	Смещение цт груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
8	Смещение цт груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки Бр. 432 см	8 ф 6	3840	8	8,52	68,2	Сталь по ГОСТ 14085-79	гост 1282-74
	Гвоздь	d=6	20	172	0,044	7,6	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	гост 1283-75, гост 4028-68
Итого металла:						76		

Спецификация лесоматериалов

№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт	Объём, м ³		Материал	Примеч.
					ед.	общ.		
①	Брус	12*12	30	32	0,0043	0,14	Сосна, ель	гост 8406-68
2	Брус	12*12	54	12	0,0078	0,09	(не ниже 3 сорта)	
Итого лесоматериалов:						0,23		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе звеньев железобетонных круглых труб отверстием 1,5 м, изготовленных по типовому проекту №101. Платформа принята грузоподъёмностью 62-66т постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Груз состоит из 8 звеньев железобетонных круглых труб. Длина звена - 1,0 м. Общий центр груза грузом находится на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы.
- Между двумя рядами звеньев (по продольной оси платформы) располагаются деревянные прокладки.
- Для крепления от перекатывания звеньев вдоль платформы служат упорные бруски совместно с растяжками из проволочных скруток. Растяжки увязываются за стоечные скобы платформы, затем пропускаются через отверстия в двух звеньях и увязываются за противоположные стоечные скобы. Бруски укладываются вдоль платформы по 2 штуки с каждой стороны звена и закрепляются к полу платформы гвоздями. В месте контакта со звеном трубы упорные бруски прирубаются по месту для увеличения поверхности соприкосновения их со звеном.
- От поперечного усилия звенья крепятся постановкой упорных брусков с наружной стороны каждого звена. Упорный брусок пришивается к полу платформы гвоздями.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350 м указанный груз на платформе вписывается в габарит погрузки.
- Торцовые борта платформы закрываются, а боковые откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы №1 "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

2539-06.06/01.

Расчет к грузу

I Характеристика груза.

Груз — 8 звеньев круглых ж.б. трыб
 Диаметр внутренний звена $D_{вн} = 1,5 м$
 Диаметр наружный звена $D_{нар} = 1,94 м$
 Вес звена $Q_{зв} = 3,0 т$
 Координаты цт звена: $x = 0,97 м; y = 0,97 м$
 Длина звена — $1,0 м$

II Характеристика платформы.

Платформа четырехосная
 База платформы — $9,72 м$
 Вес платформы — $28 т$
 Положение цт от угр — $0,8 м$

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно угр.

$$r_{цт} = \frac{Q_{г} \cdot r_{г} + Q_{п} \cdot r_{п}}{Q_{г} + Q_{п}}$$

$$Q_{г} = 8 \cdot 3 = 24 т$$

$$r_{цт} = \frac{24 \cdot (1,30 + 0,97) + 28 \cdot 0,8}{24 + 28} = \frac{71,3}{52} = 1,58 м < 2,3 м$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{п} + S_{г} < 50 м^2$$

Площадь наветренной поверхности звена: $S_{зв} = \frac{\pi D_{нар}^2}{4} - \frac{\pi D_{вн}^2}{4} = \frac{3,14}{4} (1,94^2 - 1,5^2) = 1,18 м^2$

$$S_{п} = 4 \cdot 1,18 = 4,72 м^2 \quad S = 13 + 4,7 = 17,7 м^2 < 50 м^2$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

IV Определение усилий, действующих на груз.

1ое сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{гп} = a_{гп} \cdot Q_{г} = 1,124 \cdot 24 = 27 тс$

$$a_{п} \cdot a_{г} = \frac{a_{г} \cdot (a_{п} - a_{г})}{\beta_3} = 1,2 - \frac{24 \cdot (1,2 - 1,0)}{63} = 1,2 - 0,076 = 1,124 тс/т$$

Сила трения: $F_{гтр} = Q_{гп} \cdot \mu = 24 \cdot 0,55 = 13,2 тс$

$\mu = 0,55$ — коэффициент трения железобетона по дереву

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{гп} = F_{гп} - F_{гтр} = 27 - 13,2 = 13,8 тс$$

2ое сочетание сил

Расчет ведется для пары крайних звеньев.

Поперечная инерционная сила: $F_{гн} = a_{гн} \cdot 2 \cdot Q_{зв} = 0,516 \cdot 2 \cdot 3 = 3,1 тс$

$$a_{п} \cdot a_{г} = \frac{2 \cdot (a_{п} - a_{г}) \cdot l_{гп}}{l_0} = 0,33 + \frac{2 \cdot (0,55 - 0,33) \cdot 4,1}{9,72} = 0,516 тс/т$$

$l_0 = 9,72 м$ — база платформы

$l_{гп} = 1,0 \cdot 3,1 = 3,1 м$ — расстояние цт пары крайних звеньев до поперечной оси платформы

Вертикальная инерционная сила: $F_{гв} = a_{гв} \cdot 2 \cdot Q_{зв} = 0,360 \cdot 2 \cdot 3 = 2,16 тс$

$$a_{в} = 250 + k \cdot l_{гп} + \frac{2140}{l_{гп}} = 250 + 5 \cdot 3,1 + \frac{2140}{2,4} = 359,7 м/с^2$$

Сила трения: $F_{гтр} = 2 \cdot Q_{зв} \cdot \mu \cdot (1000 - a_{в}) = 2 \cdot 3 \cdot 0,55 \cdot (1000 - 360) = 2,1 тс$

Ветровая нагрузка: $W_{гн} = 50 \cdot S_{гн} = 0,05 \cdot 1,18 = 0,06 тс$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{гн} = n \cdot (F_{гн} + W_{гн}) - F_{гтр} = 1,25 \cdot (3,1 + 0,06) - 2,1 = 1,9 тс$$

V Определение креплений.

Звенья подвержены перекатыванию вдоль платформы и поступательным перемещениям поперек платформы. Для крепления от перекатывания принимаются упорные брусочки совместно с растяжками. Высота и ширина брусочков равны $12 см \times 12 см$, длина — $30 см$. Брусочки укладываются вдоль платформы по 2 штуки с каждой стороны звена.

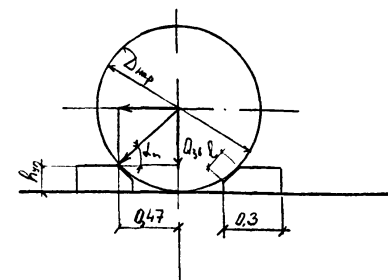


Рис. № 1

$$R_{б} = 108 кгс \quad d_{б} = 6 мм \quad l_{б} = 200 мм$$

$$D_{нар} = 1,04 м$$

$$r_{гп} = 12 см$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_n = 0,553 \rightarrow \alpha_n \approx 61^\circ$$

$$n_{гп} = 8 \cdot 2 = 16 шт - \text{для односторонних звеньев}$$

$$n_{гв} = 4 \cdot 2 = 8 шт - \text{для двусторонних звеньев}$$

$$\sin \alpha_n = 0,875$$

Количество звезд диаметром $d_{зв} = 6$ мм, длиной $l_{зв} = 200$ мм для крепления бруска (см. рис. №1 на листе №3)

для однометровых звеньев
$$n_{зв}^{оп} = \frac{Q_{зв} \cdot (ctg \alpha - \mu)}{P_{зв} \cdot R_{зв}} = \frac{24 \cdot (0,553 - 0,55)}{16 \cdot 0,108} \approx 1 \text{ зв}$$

для двухметровых звеньев
$$n_{зв}^{оп} = \frac{Q_{зв} \cdot (ctg \alpha - \mu)}{P_{зв} \cdot R_{зв}} = \frac{24 \cdot (0,553 - 0,55)}{8 \cdot 0,108} \approx 1 \text{ зв}$$

Принято для однометровых и двухметровых звеньев: каждый упорный брусок пришивается к полу платформы 2^м звездными $d_{зв} = 6$ мм $l_{зв} = 200$ мм

Напряжение смятия упорного бруска (для двухметровых звеньев):

$$\sigma_{см} = \frac{Q_{зв} \cdot \sin \alpha}{P_{зв} \cdot S_0} = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot 0,875}{2 \times 96} = 27,3 \text{ н/см}^2 < 30 \text{ н/см}^2$$

$S_0 = 8 \times 12 = 96 \text{ см}^2$

Усилия в растяжке от 1 ^{ого} сечения сил:

$$R_{р}^{оп} = \frac{1,25 \cdot F_{гн} \cdot (h_{ит} - h_{уп}) - Q_{зв} \cdot l_{зв}}{n_{р} \cdot l_{пер} \cdot \cos \beta}$$

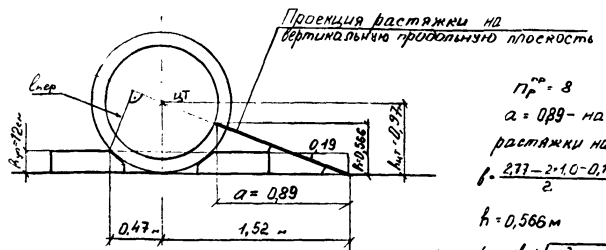


Рис. №2

$n_{р}^{оп} = 8$
 $a = 0,89$ - наименьшая проекция растяжки на продольную ось
 $f = \frac{2,77 - 2 \cdot 1,0 - 0,12}{2} = 0,325 \text{ м}$
 $h = 0,566 \text{ м}$

см. рис. №1 $\rightarrow d = \sqrt{a^2 + h^2} = \sqrt{0,89^2 + 0,566^2} = 1,05 \text{ м}$

$\tan \beta = \frac{f}{d} = \frac{0,325}{1,05} = 0,309 \rightarrow \beta = 17,2^\circ$

$\cos \beta = 0,955$ $l_{р} = 0,47 \text{ м}$ $l_{пер} = 0,97 \text{ м}$ (см. рис. №2)

$$R_{р}^{оп} = \frac{1,25 \cdot 27 \cdot (0,97 - 0,12) - 24 \cdot 0,47}{8 \cdot 0,97 \cdot 0,955} = \frac{17,4}{7,4} = 2,35 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки $d = 6$ мм по 8 нитей в каждой с допускатным усилием на одну растяжку 2,4 тс

Поперечное усилие воспринимается боковыми упорными брусками с наружной стороны каждого звена (растяжки не учитываем). Количество звезд диаметром $d = 6$ мм длиной 200 мм для крепления бруска:

для однометровых звеньев
$$n_{зв} = \frac{\Delta F_{гн}}{P_{зв} \cdot R_{зв}} = \frac{1,9 \text{ тс}}{2 \cdot 0,108} = 9 \text{ зв}$$

$\Delta F_{гн} = 1,9 \text{ тс}$ - для пары звеньев
 $n_{зв} = 2$ - количество брусков, работающих в одном направлении

для двухметровых звеньев
$$n_{зв} = \frac{\Delta F_{гн}}{P_{зв} \cdot R_{зв}} = \frac{1,9}{1 \cdot 0,108} = 18 \text{ зв}$$

$\Delta F_{гн} = 1,9 \text{ тс}$ - для звена
 $n_{зв} = 1$ шт - количество брусков, работающих в одном направлении

Размеры бруска для однометровых звеньев - $12 \times 12 \times 54 \text{ см}$

Размеры бруска для двухметровых звеньев - $12 \times 12 \times 90 \text{ см}$

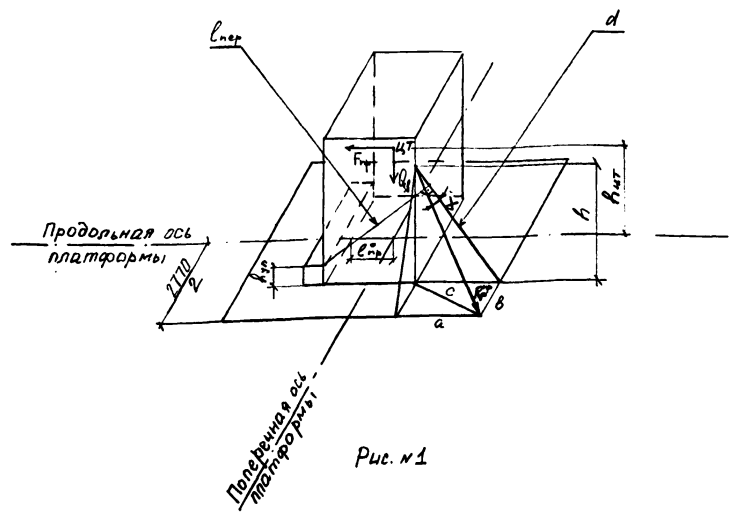
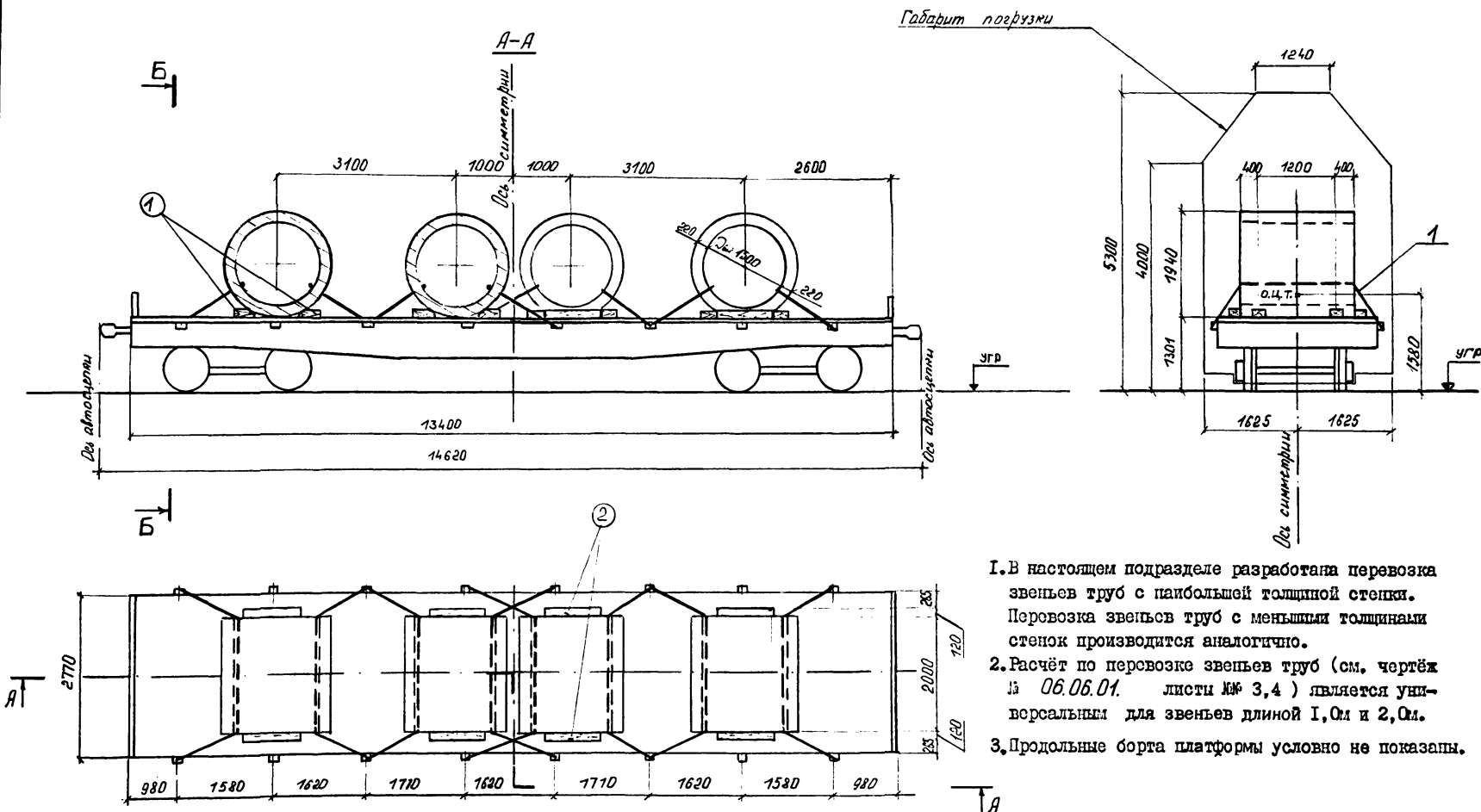


Рис. №1



1. В настоящем подразделе разработана перевозка звеньев труб с наибольшей толщиной стенки. Перевозка звеньев труб с меньшими толщинами стенок производится аналогично.
2. Расчёт по перевозке звеньев труб (см. чертёж № 06.06.01. листы № 3, 4) является универсальным для звеньев длиной 1, 0м и 2, 0м.
3. Продольные борта платформы условно не показаны.

			2539-06.07.01.			
Нач. отд.	Грозненский		Размещение и крепление звеньев ж-б. круглых труб отверстием 1,5м, длиной 20м на ж-д платформе.	Литер.	Лист	Итого
ГПП	Грозненский			РП	1	2
Норм. конкт.	Новобудский			Гипротранспуть		
Рук. зд-льми	Гуревич					
Инженер	Титова					

Характеристика схемы погрузки

№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	Высота цт звена относительно низа звена	мм	970
2	Высота общего цт платформы с грузом относительно УГР	мм	1580
3	Вес звена	т	6,0
4	Количество звеньев	шт	4
5	Вес груза	т	24,0
6	Длина звена	м	2,0
7	Смещение цт груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
8	Смещение цт груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

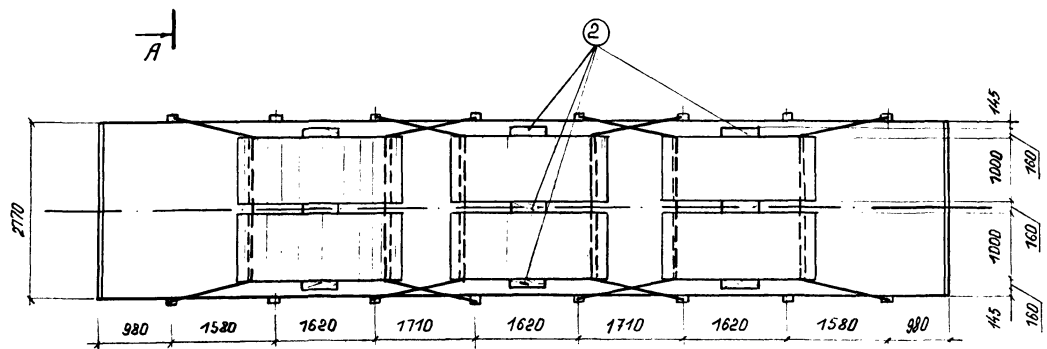
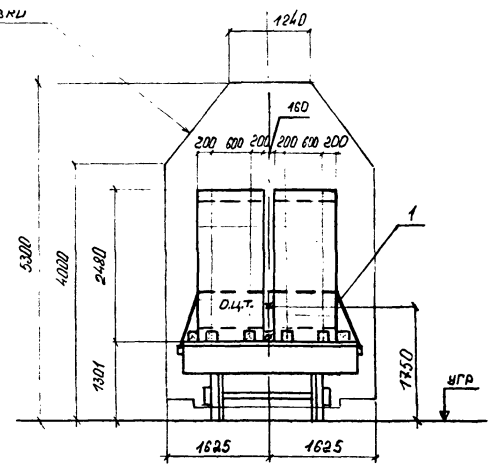
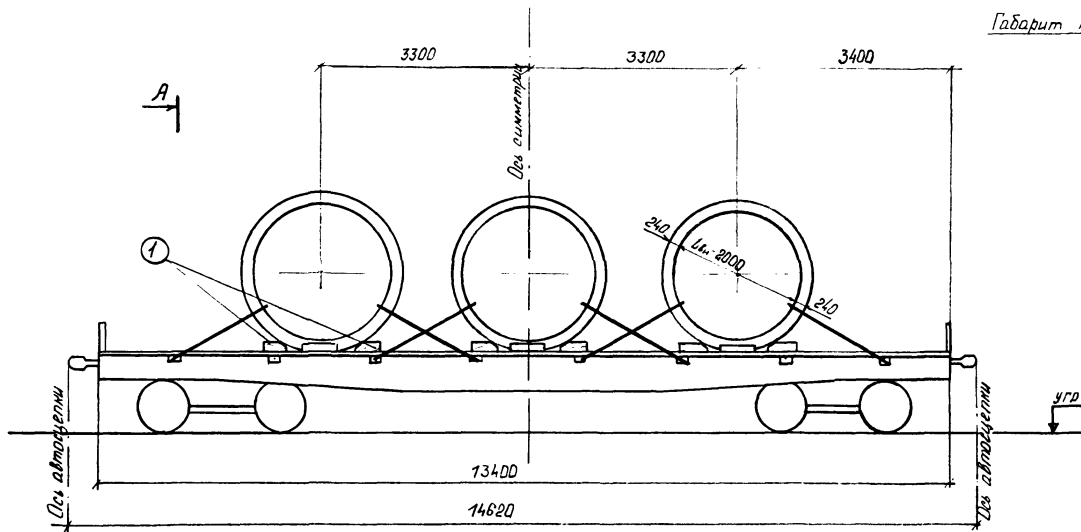
№ поз	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт	Масса, кг		Материал	Примеч.
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки $\phi = 4,24 \text{ см}$	8 ф6	3770	8	8,36	66,9	Сталь по ГОСТ 44085-74	ГОСТ 3282-74
	Гвоздь	d=6	20	176	0,044	7,7	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 1285-75 ГОСТ 4028-63
Итого металла:						75		

Спецификация лесоматериалов

№ поз	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт	Объем, м ³		Материал	Примеч.
					ед.	общ.		
①	Брус	12*12	30	16	0,0043	0,07	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8436-86
2	Брус	12*12	90	8	0,0130	0,10		
Итого лесоматериалов:						0,2		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе звеньев железобетонных круглых труб отверстием 1,5м, изготовленных по типовому проекту № 101. Платформа принята грузоподъемностью 62-66т постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-УЗ.
- Груз состоит из 4 звеньев железобетонных круглых труб. Длина звена - 2,0м. Общий центр тяжести груза находится на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы.
- Для крепления от перекачивания звеньев вдоль платформы служат упорные бруски совместно с растяжками из проволочных скруток. Растяжки увязываются за стоечные скобы платформы, затем пропускаются через отверстие в звене и увязываются за противоположные стоечные скобы. Бруски укладываются вдоль платформы по 2 штуки с каждой стороны звена и закрепляются к полу платформы гвоздями. В месте контакта со звеном трубы упорные бруски прирубаются по месту для увеличения поверхности соприкосновения их со звеном.
- От поперечного усилия звеня крепятся постановкой упорных брусков с наружной стороны каждого звена. Упорный брусок прибивается к полу платформы гвоздями.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный груз на платформе вписывается в габарит погрузки.
- Торцовые борта платформы закрываются, а боковые откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы №1 "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.



1. В настоящем подразделе разработана перевозка звеньев труб с наибольшей толщиной стенки. Перевозка звеньев труб с меньшими толщинами стенок производится аналогично.
 2. Продольные борта платформы условно не показаны.

				2539-06.08.01.		
Начерт.	Гродзенский			Размещение и крепление звеньев ж-б круглых труб отверстием 200 мм, длиной 10 м на ж-д платформе.	Листов	Лист
ГИП	Гродзенский				РП	1
Норм. контр.	Новоградский					4
Руч. эскизы	Гуревич				Гипротранспуть	
Инженер	Тытова					

Характеристика схемы погрузки

№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	Высота цт звена относительно низа звена	мм	1240
2	Высота общего цт платформы с грузом относительно згр	мм	1750
3	Вес звена	т	4,2
4	Количество звеньев	шт	6
5	Вес груза	т	25,2
6	Длина звена	м	1,0
7	Смещение цт груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
8	Смещение цт груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Примеч.
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки $\phi_2 = 363$ см	7 ф 6	4310	6	9,56	57,4	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
	Гвоздь	d=8	25	102	0,0986	10,1	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 10253-75 ГОСТ 4021-63
Итого металла:						68		

Спецификация лесоматериалов

№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объём, м ³		Материал	Примеч.
					ед.	общ.		
①	Брус	16*16	40	24	0,010	0,25	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-68**
2	Брус	16*16	48	9	0,012	0,10		
Итого лесоматериалов:						0,35		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе звеньев железобетонных круглых труб отверстием 2,0м, изготовленных по типовому проекту № 101. Платформа принята грузоподъемностью 62±66т постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Груз состоит из 6 звеньев железобетонных круглых труб. Длина звена - 1,0м. Общий центр тяжести груза находится на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы.
- Между двумя рядами звеньев (по продольной оси платформы) располагаются деревянные прокладки.
- Для крепления от перекачивания звеньев вдоль платформы служат упорные бруски совместно с растяжками из проволочных скруток. Растяжки увязываются за стоечные скобы платформы, затем пропускаются через отверстия в двух звеньях и увязываются за противоположные стоечные скобы. Бруски укладываются вдоль платформы по 2 штуки с каждой стороны звена и закрепляются к полу платформы гвоздями. В месте контакта со звеном трубы упорные бруски прикрубаются по месту для увеличения поверхности соприкосновения их со звеном.
- От поперечного усилия звенья крепятся постановкой упорных брусков с наружной стороны каждого звена. Упорный брусок пришивается к полу платформы гвоздями.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный груз на платформе вписывается в габарит погрузки.
- Торцовые борта платформы закрываются, а боковые откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы №1 "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981.

Расчёт к погрузке

I Характеристика груза

Груз - 6 звеньев круглых ж.б. труб
 Диаметр внутренний звена - $D_{вн} = 2,0$ м
 Диаметр наружный звена - $D_{нар} = 2,48$ м
 Длина звена - $1,0$ м
 Вес звена - $Q_{зг} = 4,2$ т
 Координаты ЦТ звена: $x = 1,24$ м; $y = 1,24$ м

II Характеристика платформы

Платформа четырёхосная
 База платформы - $9,72$ м
 Вес платформы - 22 т
 Положение ЦТ от УГР - $0,9$ м

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$r_{общТ} = \frac{Q_{гп} \cdot r_{гп} + Q_{пн} \cdot r_{пн}}{Q_{гп} + Q_{пн}}$$

$$Q_{гп} = 6 \cdot 4,2 = 25,2 \text{ т}$$

$$r_{общТ} = \frac{25,2 \cdot (1,30 + 1,24) + 22 \cdot 0,8}{25,2 + 22} = \frac{80,8}{46,2} = 1,75 < 2,3 \text{ м}$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{пн} \cdot S_{г} + 50 \text{ м}^2$$

$$\text{Площадь наветренной поверхности звена: } S_{г} = \frac{\pi}{4} (D_{нар}^2 - D_{вн}^2) = \frac{3,14}{4} (2,48^2 - 2,0^2) = 1,69 \text{ м}^2$$

$$S_{пн} = 3 \cdot 1,69 = 5,1 \text{ м}^2$$

$$S = 13 \cdot 5,1 = 18,1 < 50 \text{ м}^2$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

IV Определение усилий, действующих на груз

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{гп} = a_{гп} \cdot Q_{гп} = 1,12 \cdot 25,2 = 28,2 \text{ тс}$

$$a_{гп} = a_{22} - \frac{Q_{гп}(a_{11} - a_{22})}{Q_{33}} = 1,2 - \frac{25,2 \cdot (1,2 - 1,0)}{63} = 1,2 - 0,08 = 1,12 \text{ тс/т}$$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гп} \cdot \mu = 25,2 \cdot 0,55 = 13,9 \text{ тс}$

$\mu = 0,55$ - коэффициент трения железобетона по дереву

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{гп} = F_{гп} - F_{тр} = 28,2 - 13,9 = 14,3 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил

Расчёт ведётся для пары крайних звеньев.

Поперечная инерционная сила: $F_n = a_n \cdot 2 \cdot Q_{зг} = 0,479 \cdot 2 \cdot 4,2 = 4,0 \text{ тс}$

$$a_n = a_c + \frac{2 \cdot (a_{11} - a_c) \cdot l_{гп}}{l_{п}} = 0,33 + \frac{2 \cdot (0,55 - 0,33) \cdot 3,3}{9,72} = 0,479 \text{ тс/т}$$

$l_{п} = 9,72$ м - база платформы

$l_{гп} = 3,3$ м - расстояние от пары крайних звеньев до поперечной оси платформы

Вертикальная инерционная сила: $F_g = a_g \cdot 2 \cdot Q_{зг} = 0,351 \cdot 2 \cdot 4,2 = 2,9 \text{ тс}$

$$a_g = 250 \cdot k \cdot v_{гп} + \frac{2140}{Q_{гп}} = 250 \cdot 5 \cdot 3,3 + \frac{2140}{25,2} = 0,351 \text{ тс/т}$$

Сила трения: $F_{тр} = \mu \cdot 2 \cdot Q_{зг} \cdot (1000 - a_g) = 0,55 \cdot 2 \cdot 4,2 \cdot (1 - 0,351) = 3 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_n = 50 \cdot S_{гп} = 0,05 \cdot 169 = 0,08 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n = n \cdot (F_n + W_n) - F_{тр} = 4 \cdot 25 \cdot (4 + 0,08) - 3,0 = 2,1 \text{ тс}$$

V Определение креплений

Звенья подвержены перекачиванию вдоль платформы и поступательным перемещениям поперёк платформы. Для крепления от перекачивания принимаются упорные брусочки совместно с растяжками.

Высота и ширина брусочков равны $16 \text{ см} \times 16 \text{ см}$, длина - 40 см .

Брусочки укладываются вдоль платформы по 2 штуки с каждой стороны звена.

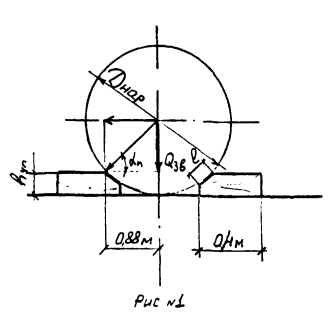


Рис. №1

$$D_{нар} = 2,48 \text{ м}$$

$$H_{нар} = 16 \text{ см}$$

$$R_{зг} = 192 \text{ кгс} \quad d_{зг} = 8 \text{ мм} \quad l_{зг} = 250 \text{ мм}$$

$$\text{сиг} = \frac{0,88}{2,32} = 0,379 \rightarrow \alpha_n = 69^\circ$$

$$\sin \alpha_n = 0,933$$

$l_{гп} = 12$ шт. для однометровых звеньев

$l_{гп} = 6$ шт. для двухметровых звеньев

Количество звондей диаметром $d_z = 8 \text{ мм}$ $l_z = 250 \text{ мм}$ для крепления 1 бруска (см. рис. №1 на листе №3):

$$\text{для односторонних звондей} \quad n_{зв}^{од} = \frac{Q_{зв} \cdot (c \cdot g \cdot l_z - \mu)}{n_{зв} \cdot R_{зв}} = \frac{25,2 \cdot (0,379 - 0,55)}{12 \cdot 0,92} = 0$$

$$\text{для двухсторонних звондей} \quad n_{зв}^{дв} = \frac{Q_{зв} \cdot (c \cdot g \cdot l_z - \mu)}{n_{зв} \cdot R_{зв}} = \frac{25,2 \cdot (0,379 - 0,55)}{6 \cdot 0,192} = 0$$

Принято для односторонних и двухсторонних звондей:

каждый брусок пришивается к полу платформы 2 ^к звондями $d_z = 8 \text{ мм}$ $l_z = 250 \text{ мм}$, поставленных конструктивно.

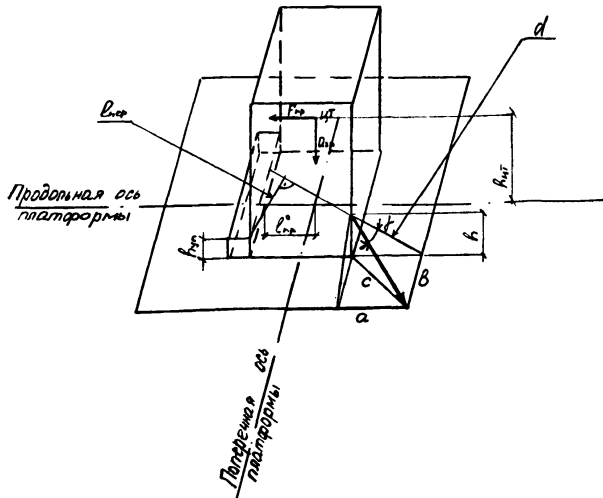
Напряжение смятия упорного бруска (для двухсторонних звондей):

$$\sigma_{сж} = \frac{Q_{зв} \cdot c \cdot n_{зв}}{n_{зв} \cdot S_0} = \frac{8,4 \cdot 0,933 \cdot 10^3}{2 \cdot 180} = 24,5 \text{ кгс/см}^2 < 30 \text{ кгс/см}^2$$

$$l = 10 \text{ см (см. рис. №1 на листе №3)} \rightarrow \text{площадь смятия } S_0 = 16 \cdot 10 = 160 \text{ см}^2$$

Усилие в растяжке от 1 ^{ого} сочетания сил:

$$R_p^{од} = \frac{1,25 \cdot F_{оп} \cdot (h_{ит} - h_{оп}) - Q_{зв} \cdot c \cdot n_{зв}}{n_p \cdot c \cdot n_p \cdot \cos \beta}$$



Проенция растяжки на вертикальную продольную плоскость

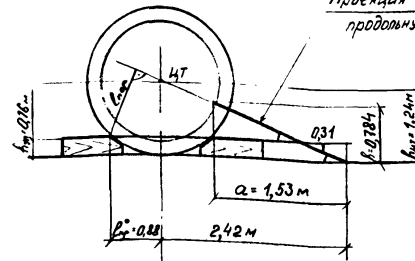


Рис. №2

$$d_p = 6 \text{ мм.}$$

$\alpha = 1,48 \text{ м}$ — наименьшая проенция растяжки на продольную ось

$$b = \frac{2,77 - 2 \cdot 1,00 - 0,16}{2} = 0,305 \text{ м}$$

$$h = \frac{1,53 - 1,24}{2,42} = 0,124 \text{ м}$$

$$d = \sqrt{h^2 + a^2} = \sqrt{0,124^2 + 1,53^2} = 1,72 \text{ м}$$

$$\text{см. рис. №1} \rightarrow \tan \beta = \frac{b}{d} = \frac{0,305}{1,72} = 0,177 \rightarrow \beta = 10^\circ$$

$$\cos \beta = 0,985$$

$$l_{оп} = 1,36 \text{ м см. рис. №2}$$

$$R_p^{дв} = \frac{1,25 \cdot 2,12 \cdot (1,24 - 0,16) - 25,2 \cdot 0,88}{6 \cdot 1,36 \cdot 0,985} = \frac{16,1}{8,0} = 2,01 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки $d = 6 \text{ мм}$ по 7 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку 2,17 тс

Поперечное усилие воспринимается боковыми упорными брусками с наружной стороны каждого звена (влияние растяжек не учитываем).

Количество звондей диаметром 8 мм длиной 250 мм для крепления 1 бруска:

$$\text{для односторонних звондей} \quad n_{зв}^{од} = \frac{\Delta F_n}{n_{зв} \cdot R_{зв}} = \frac{2,1}{2 \cdot 0,192} = 6 \text{ зв.}$$

$\Delta F_n = 2,1 \text{ тс}$ — для пары звондей

$n_{зв}^{од} = 2$ — количество брусков для пары звондей, работающих в одном направлении

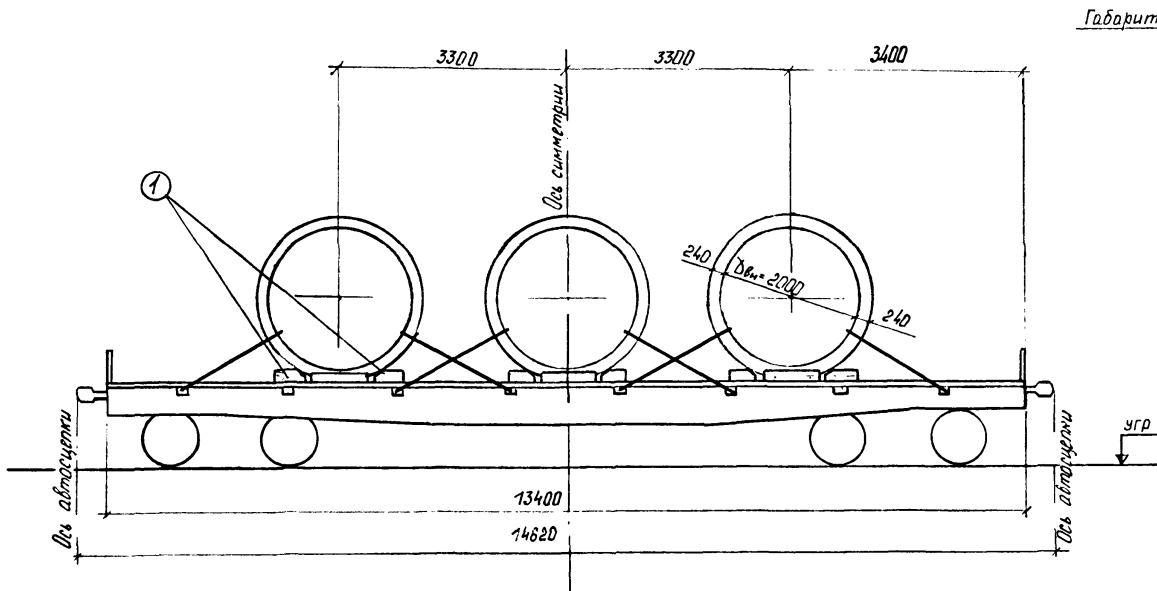
$$\text{для двухсторонних звондей} \quad n_{зв}^{дв} = \frac{\Delta F_n}{n_{зв} \cdot R_{зв}} = \frac{2,1}{1 \cdot 0,192} = 12 \text{ зв.}$$

$\Delta F_n = 2,1 \text{ тс}$ — для звена

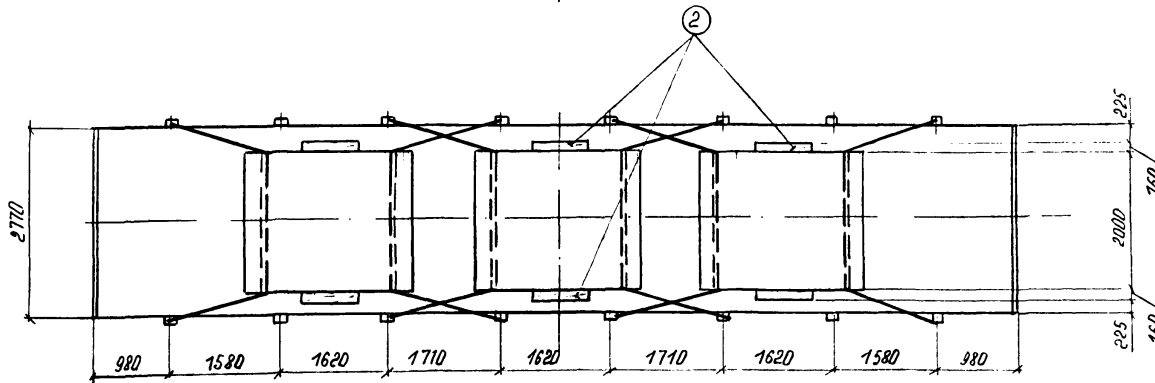
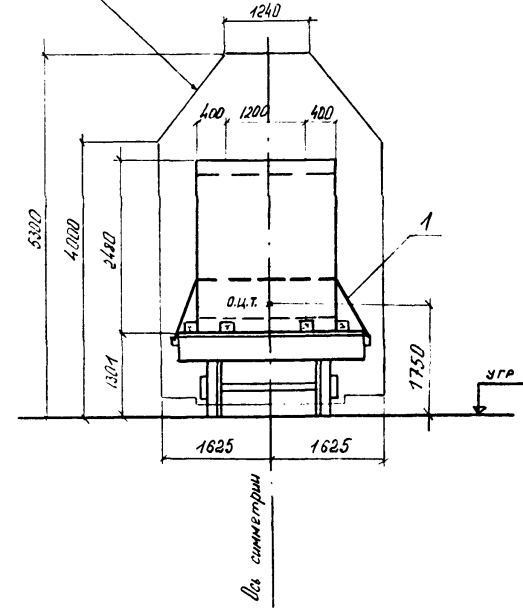
$n_{зв}^{дв} = 1$ — количество брусков для звена, работающих в одном направлении

Размеры бруска для односторонних звондей: $16 \times 16 \times 48 \text{ см}$

Размеры бруска для двухсторонних звондей: $16 \times 16 \times 84 \text{ см}$



Габарит погрузки



1. В настоящем подразделе разработана перевозка звеньев труб с наибольшей толщиной стенки. Перевозка звеньев труб с меньшими толщинами стенок производится аналогично.
2. Расчёт по перевозке звеньев труб (см. чертёж № 06.08.01, листы № 3,4) является универсальным для звеньев длиной 1,0м и 2,0м.
3. Продольные борта платформы условно не показаны

2539-06.09.01

Нач. отд.	Горьковский								
ГРП	Горьковский								
Норм. контр.	Новгородский								
Рис. эспл.	Гуревич								
Инженер	Тимова								
Размещение и крепление звеньев ж-б. круглых труб отверстием 20м, длиной 20м на ж-д платформе.							Литер	Лист	Листов
							АП	1	2
							Гипротранспитъ		

Характеристика схемы погрузки

№ п/п	Наименование	Едм.	Величина
1	Высота цт звена относительно низа звена	мм	1240
2	Высота общего цт платформы с грузом относительно угр	мм	1750
3	Вес звена	т	8,4
4	Количество звеньев	шт	3
5	Вес груза	т	25,2
6	Длина звена	м	2,0
7	Смещение цт груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
8	Смещение цт груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Примеч.
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки $R_p = 552 \text{ см}$	7 ф 8	4280	6	9,36	56,2	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
	Гвоздь	d=8	25	96	0,0986	9,5	Ст. 2 по ГОСТ 330-77*	ГОСТ 283-75, ГОСТ 4028-63
Итого металла:					66			

Спецификация лесоматериалов

№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
①	Брус	16×16	40	12	0,010	0,12	Сосна, ель	ГОСТ 8486-66*
2	Брус	16×16	84	6	0,022	0,13	(не ниже Зсорта)	
Итого лесоматериалов:					0,25			

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе звеньев железобетонных круглых труб отверстием 2,0м, изготовленных по типовому проекту № IOI. Платформа принята грузоподъемностью 62,66т постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Груз состоит из 3 звеньев железобетонных круглых труб. Длина звена - 2,0м. Общий центр тяжести груза находится на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы.
- Для крепления от перекачивания звеньев вдоль платформы служат упорные бруски совместно с растяжками из проволочных скруток. Растяжки увязываются за стоечные скобы платформы, затем пропускаются через отверстие в звене и увязываются за противоположные стоечные скобы. Бруски укладываются вдоль платформы по 2 штуки с каждой стороны звена и закрепляются к полу платформы гвоздями. В месте контакта со звеном трубы упорные бруски прирубаются по месту для увеличения поверхности соприкосновения их со звеном.
- От поперечного усилия звенья крепятся постановкой упорных брусков с наружной стороны каждого звена. Упорный брусок пришивается к полу платформы гвоздями.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный груз на платформе вписывается в габарит погрузки.
- Торповые борта платформы закрываются, а боковые откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы №1 "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

2539-06.09.01.

РАЗДЕЛ 7. ПОГРУЗКА, РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ ЗВЕНЬЕВ Ж.-Б. ПРЯМОУГОЛЬНЫХ
ТРУБ (ТИПОВОЙ ПРОЕКТ ИНВ. №1072/II) НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМАХ.

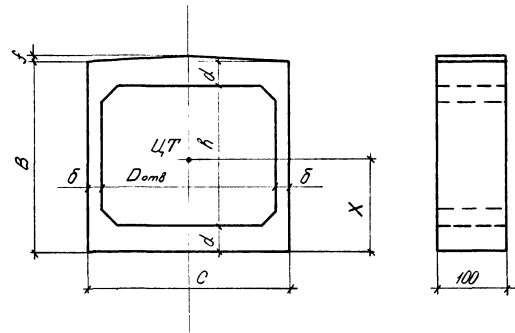
СОСТАВ РАЗДЕЛА

№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
I	2	3	4
I	2539-07.01.01.	Звенья ж.-б. прямоугольных труб /проект инв. № 1072/II /. Основные характеристики труб.	162
2	2539-07.02.01.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. прямоугольных труб отверстием 1,0м на ж.-д. платформе.	163÷165
3	2539-07.03.01.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. прямоугольных труб отверстием 1,25м на ж.-д. платформе.	166÷168
4	2539-07.04.01.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. прямоугольных труб отверстием 1,5м на ж.-д. платформе.	169÷171
5	2539-07.05.01.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. прямоугольных труб отверстием 2,0м на ж.-д. платформе.	172÷174
6	2539-07.06.01.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. прямоугольных труб отверстием 2,5м на ж.-д. платформе.	175÷177
7	2539-07.07.01.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. прямоугольных труб отверстием 3,0м на ж.-д. платформе.	178÷180

			2539-07.00.00.			
Нач. отд.	Бродзенский		Состав раздела 7.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Бродзенский			РП	1	1
Нар. кан.	Новолодский			Гипротранспуть		
Рук. гр.	Гуревич					
Инженер	Надь					

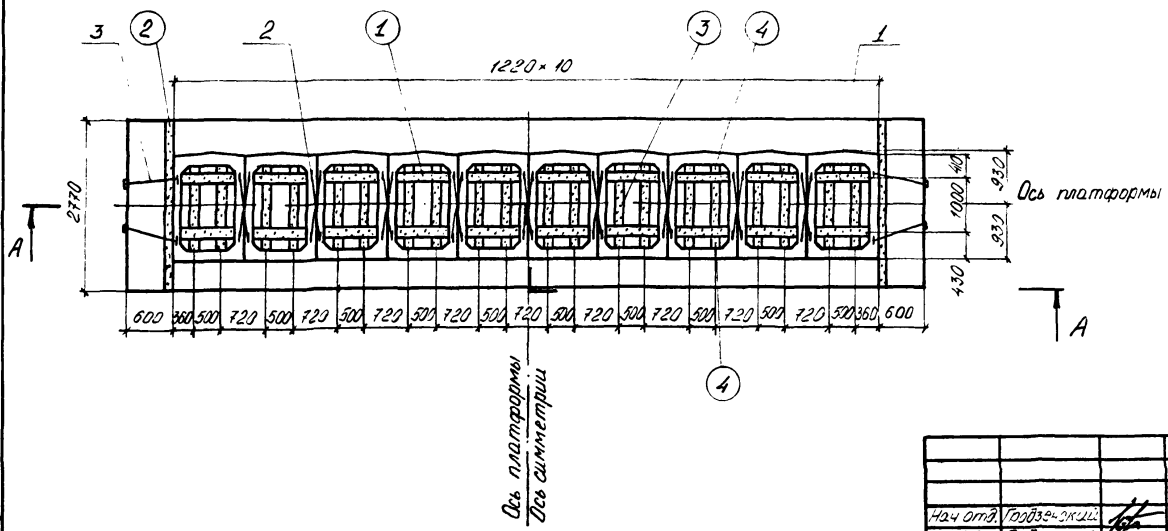
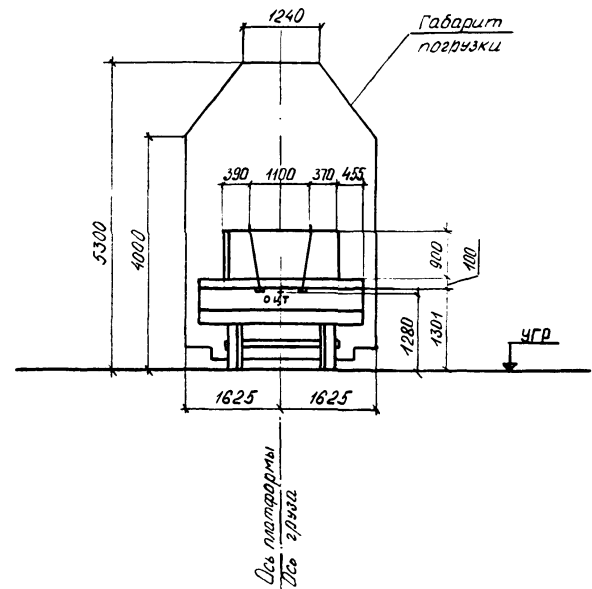
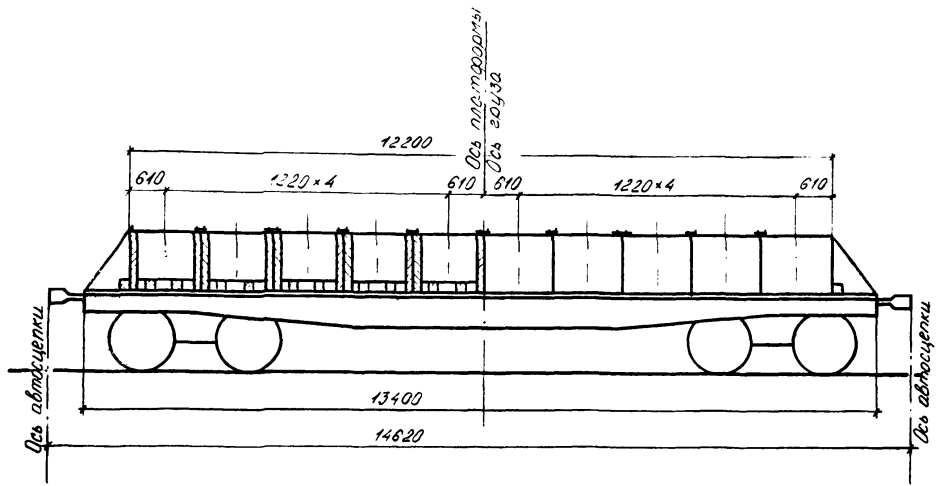
Основные характеристики звеньев прямоугольных железобетонных труб отверстием 1.0 ÷ 3.0 м

№№ п/п	Отверстие D м	h см	δ см	d см	B см	C см	f см	Масса т	X см
1	1.0	150	11	11	172	122	2	1.7	—
2		150	11	13	176	122	2	1.8	—
3		150	11	17	184	122	2	2.0	93
4	1.25	150	12	13	176	149	3	2.0	—
5		150	12	16	182	149	3	2.3	—
6		150	12	20	190	149	3	2.6	97
7	1.5	200	12	15	230	174	3	2.8	—
8		200	12	20	240	174	3	3.2	—
9		200	15	25	250	180	3	4.0	127
10	2.0	200	13	17	234	226	4	3.5	—
11		200	13	23	246	226	4	4.2	—
12		200	16	32	264	232	4	5.6	135
13	2.5	200	13	20	240	276	5	4.4	—
14		200	17	26	252	284	5	5.8	—
15		200	20	37	274	290	5	7.8	140
16	3.0	250	16	22	284	332	6	6.2	—
17		250	20	29	308	340	6	8.0	159



			2539-07.01.01.				
Нач. отд.	Грозденский	✓	Звенья ж.б. прямоугольных труб (проект инв. № 1072/2). Основные характеристики звеньев труб.	Литер	Лист	Листов	
ГИП	Грозденский	✓		ВП	1	1	
Н. контр.	Подольский	✓		Гипротранспуть			
Рук. эскз.	Гурвич	✓					
Инженер	Надь	✓					

A-A (Борта платформы условно не показаны)



В настоящем подразделе разработана перевозка звеньев труб с наибольшей толщиной стенки. Перевозка звеньев труб с меньшими толщинами стенок производится аналогично.

2539-0702.01						
нач. отд.	Горько-Волжский	[Signature]	Размещение и крепление звеньев ж-б прямоугольных труб отверстием 4,0 м на ж-д платформе	Листов	1	3
П/П	Горьковский			ВР		
и.конт.	Наволоцкий	[Signature]		Гипротранспуть		
Рук. отд.	Гурович	[Signature]				
Инженер	Нобь	[Signature]				

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Ед.изм.	Величина
1	Высота цт звена относительно низа звена	мм	500
2	Высота общего цт платформы с грузом относительно ЦГР	мм	1280
3	Масса звена	т	2
4	Масса груза (10 звеньев)	т	20
5	Смещение цт груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение цт. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе звеньев железобетонных прямоугольных труб отверстием 1м. Платформа принята грузоподъемностью 62-66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
2. Груз состоит из 10^и звеньев железобетонных прямоугольных труб. Общий центр тяжести платформы с грузом находится на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы.
3. Для предотвращения поперечного и продольного смещений груз крепится упорными брусками, которые пришиваются к полу платформы гвоздями.
4. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный груз на платформе вписывается в габарит погрузки.
5. Боковые борта платформы закрываются, а торцовые откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Гвоздь	d=6	150	190	0.044	8.36	Ст 2 по гост 380-71*	гост 283-75, гост 4028-83
2	Растяжка из проволоки	4 Ø 6.5	4800	18	1.248	22.46	Сталь по гост 14085-79	гост 3282-74
3	— " —	— " —	5320	4	1.303	5.53		
Итого металла:						37		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Брус	10×20	100	20	0.020	0.40	Сосна, ель	гост 8486-66**
2	— " —	— " —	277	2	0.055	0.11	не ниже 3 сорта	
3	— " —	— " —	80	20	0.016	0.32		
4	— " —	— " —	16	40	0.003	0.12		
Итого лесоматериалов:						1,0		

Расчет к нагрузкеI Характеристика груза.

Груз - звенья жб прямоугольных трос

Длина груза - $1,22 \times 10 = 12,2 \text{ м}$ Ширина груза - 186 см Высота груза - $1,00 \text{ м}$ Вес груза - $2 \times 10 = 20 \text{ т}$ Отверстие - 1 м II Характеристикаплатформы.

Платформа четырехосная

База - $9,72 \text{ м}$ Вес платформы - 22 т Положение ЦТ от УГР - $0,8 \text{ м}$ III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости

Наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом:

$$S_{\text{наветр}} = S_{\text{пл}} + S_{\text{гр}}$$

$$S_{\text{пл}} = 13 + 1,22 \times 10 \times 1,0 = 25,2 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{\text{цт}} = \frac{Q_{\text{гр}} h_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}} h_{\text{пл}}}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}}} \leq 2,3 \text{ м} \quad [\text{§ 34 ТУ}]$$

$$h_{\text{цт}} = \frac{20 \times (1,301 + 0,5) + 22 \times 0,8}{20 + 22} = 1,28 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.IV Определение усилий действующих на груз.1^е сочетание силПродольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = Q_{\text{гр}} \times a_{\text{пр}}$

$$a_{\text{пр}} = a_{22} - \frac{a_{22}(a_{22} - a_{25})}{\delta_3} = 1,2 - \frac{20(1,2 - 1,0)}{6,3} = 1,14 \text{ тс/т}$$

$$F_{\text{пр}} = 20 \times 1,14 = 22,8 \text{ тс}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}} = Q_{\text{гр}} \times \mu$ $\mu = 0,55$ $F_{\text{тр}} = 20 \times 0,55 = 11 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}} = 22,8 - 11 = \underline{11,8 \text{ тс}}$$

2^е сочетание силВертикальная инерционная сила: $F_{\text{в}} = Q_{\text{в}} \times a_{\text{в}} = 0,38 \times 2 = 0,76 \text{ тс}$

$$Q_{\text{в}} = 250 + K_{\text{в}} \times \frac{2140}{Q_{\text{гр}}} = 250 + 5 \times 5,49 + \frac{2140}{20} = 0,38 \text{ тс/т для крайнего звена}$$

Поперечная инерционная сила: $F_{\text{п}} = Q_{\text{гр}} \times a_{\text{п}} = 2 \times 0,58 = 1,16 \text{ тс}$

$$a_{\text{п}} = a_{\text{с}} + \frac{2 \times (Q_{\text{ш}} - a_{\text{с}})}{r_{\text{пл}}} r_{\text{гр}} = 0,33 + \frac{2(0,55 - 0,33)}{9,72} \times 5,49 = 0,58 \text{ тс/т}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}} = Q_{\text{гр}} \times \mu$ $(1000 - 0,8) = 2 \times 0,55(1000 - 380) = 0,68 \text{ тс}$ Ветровая нагрузка: $W_{\text{п}} = 50 S_{\text{п}}$ $S_{\text{п}} = 1,22 \times 1,0 = 1,22 \text{ м}^2$ $W_{\text{п}} = 50 \times 1,22 = 0,061 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{п}} = n \times (F_{\text{п}} + W) - F_{\text{тр}} = 1,25(1,16 + 0,061) - 0,68 = \underline{0,85 \text{ тс}}$$

V Определение креплений.

Усилия передаются на упорные брусья. Брусья пришиваются к полу платформы звеньями.

В продольном направлении

11 шт (на 1 звено)

В поперечном направлении

$$n = \frac{11,8}{0,108} = 110 \text{ шт (на 10 звеньев)} \quad d = 6 \text{ мм}$$

$$n = \frac{0,85}{0,108} = 8 \text{ шт (на 1 звено)} \quad b = 150 \text{ мм}$$

VI Проверка устойчивости груза.

Вдоль платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$K_{\text{пр}} = \frac{e_{\text{гр}}}{h_{\text{цт}} - h_{\text{гр}}} = \frac{0,61}{0,5 - 0,1} = 1,53 \geq 1,25 \text{ м} \quad [\text{§ 40 ТУ}]$$

Поперек платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$K_{\text{п}} = \frac{e_{\text{гр}} \times h_{\text{п}}}{F_{\text{п}}(h_{\text{цт}} - h_{\text{п}}) + W_{\text{п}}(h_{\text{п}} - h_{\text{п}})} = \frac{2 \times 0,93}{0,85(0,5 - 0) + 0,061(0,5 - 0)} = 4,00 \geq 1,25$$

Условие устойчивости выполняется

VII Расчет упорных брусьев на смятие.

Вдоль платформы:

$$\Delta F_{\text{пр}} = \frac{11,8}{10} = 1,18 \text{ т} \quad \sigma = \frac{\Delta F_{\text{пр}}}{S} = \frac{1,18}{0,1 \times 0,2 \times 2} = 3 \text{ кгс/см}^2 < 130 \text{ кгс/см}^2$$

Поперек платформы:

$$\Delta F_{\text{п}} = 0,85 \text{ т} \quad \sigma = \frac{\Delta F_{\text{п}}}{S} = \frac{0,85}{0,1 \times 0,2 \times 2} = 2 \text{ кгс/см}^2 < 130 \text{ кгс/см}^2$$

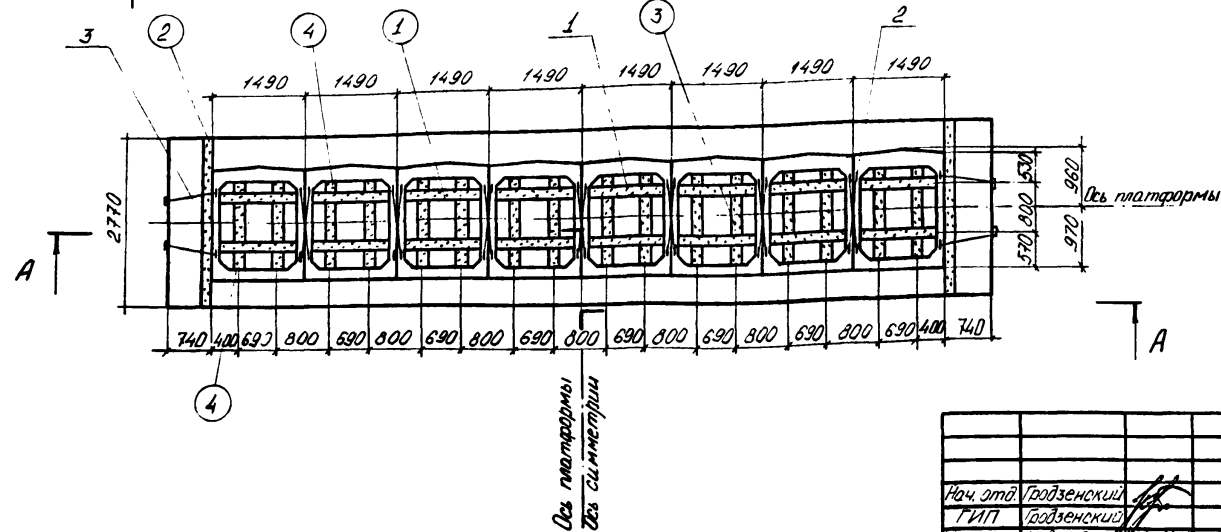
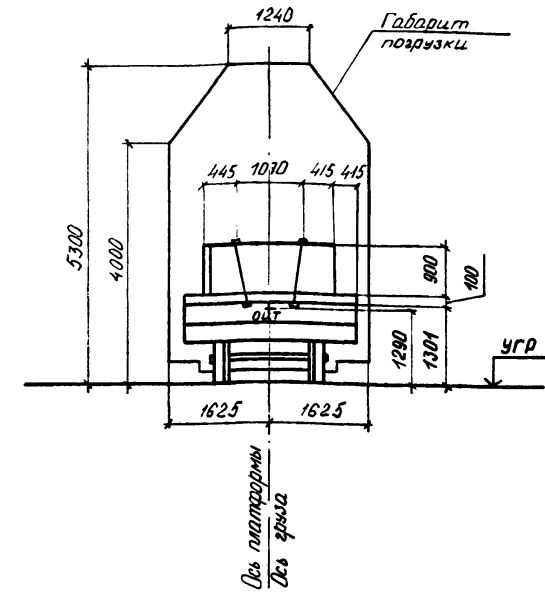
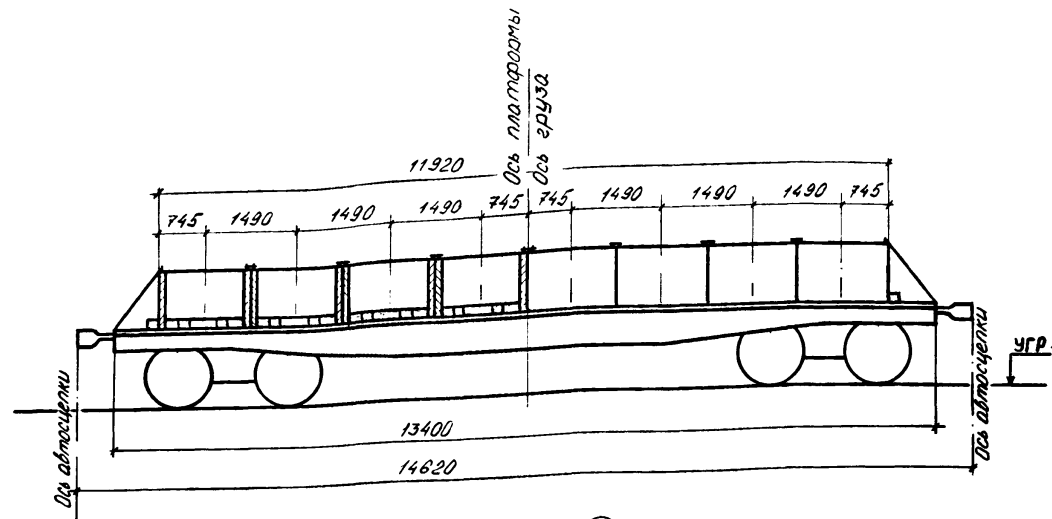
VIII Расчет досок пола платформы на смятие.

$$\bar{\sigma} = \frac{N_{\text{с}} + F_{\text{с}}}{S_{\text{с}}} = \frac{2 + 0,76}{2 \times 0,80} = 0,17 \text{ кгс/см}^2 < 30 \text{ кгс/см}^2$$

Между собой звенья скрепляются при помощи растяжек из проволочных скруток, закрепляемых к стропачным петлям звеньев, кроме того, крайние звенья крепятся к стоечным скобам платформы со стороны торцевого дврата

2539-07.02.01.

A-A (Борта платформы условно не показаны)



В настоящем подразделе разработана перевозка звеньев труб с наибольшей толщиной стенки. Перевозка звеньев труб с меньшими толщинами стенок производится аналогично.

		2539-07.03.01.		Лист	Листов
Нач. отд.	Водзеньский	Размещение и крепление звеньев ж.-б. прямоугольных труб отверстием 1,25 м на ж.-б. платформе.	РП	1	3
ТИП	Водзеньский		Гипротранспуть		
Исполн.	Новоляцкий				
Рук. работ	Гуревич				
Исполн.	Нобь				

Характеристика схемы погрузки

№ п/п	Наименование	Едм.	Величина
1	Высота цт звена относительно низа звена	мм	500
2	Высота общего цт платформы с грузом относительно УГР.	мм	1290
3	Масса звена	т	2,6
4	Масса груза (8 звеньев)	т	20,6
5	Смещение цт. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение цт. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Гвоздь	d*6	150	192	0,044	8,45	Ст.2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75 ГОСТ 4028-75
2	Растяжка из проволоки	4Ø6,5	4680	14	1,22	17,08	Сталь по	ГОСТ
3	—————	—————	6960	4	1,81	7,24	ГОСТ-14085-79	3282-74
Итого металла:					33			

Спецификация лесоматериалов

№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Брус	10×20	125	16	0,025	0,40	Сосна, ель	ГОСТ
2	—————	—————	277	2	0,055	0,11	не ниже	8486-66**
3	—————	—————	60	16	0,012	0,19	3 сорта	
4	—————	—————	26	32	0,005	0,16		
Итого лесоматериалов:					0,9			

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе звеньев железобетонных прямоугольных труб отверстием 1,25м. Платформа принята грузоподъемностью 62-66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Груз состоит из 8^х звеньев железобетонных прямоугольных труб. Общий центр тяжести платформы с грузом находится на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы.
- Для предотвращения поперечного и продольного смещений груз крепится упорными брусками, которые пришиваются к полу платформы гвоздями.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный груз на платформе вписывается в габарит погрузки.
- Боковые борта платформы закрываются, а торцовые откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

2539-07.03.01.

Расчет к нагрузке

Характеристика груза

Груз - звенья жб. прямоугольных труб

Длина груза - $1,49 \times 8 = 11,92 \text{ м}$

Ширина груза - $1,93 \text{ м}$

Высота груза - $1,00 \text{ м}$

Вес груза - $2,6 \times 8 = 20,8 \text{ т}$

Отверстие звена - $1,25 \text{ м}$

Характеристика

платформы

Платформа четырехосная

База - $9,72 \text{ м}$

Вес пл. платформы - $2,2 \text{ т}$

Положение ЦТ от УГР - $0,8 \text{ м}$

Проверка соблюдения условия общей поперечной

устойчивости

Наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом:

$$S_{наветр} = S_{пл} + S_{гр}$$

$$S_{наветр} = 13 \times 1,49 \times 8 \times 1,0 = 24,92 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$X_{цт} = \frac{Q_{гз} X_{гз} + Q_{пл} X_{пл}}{Q_{гз} + Q_{пл}} \leq 2,3 \text{ м} \quad [\text{§ 34 ТУ}]$$

$$X_{цт} = \frac{20,8 \times (1,301 + 0,5) + 2,2 \times 0,8}{20,8 + 2,2} = 1,29 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

Определение усилий действующих на груз.

1^е сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = Q_{гз} \times a_{пр}$

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{гз}(a_{22} - a_{05})}{S_3} = 1,2 - \frac{20,8(1,2 - 1,0)}{63} = 1,13 \text{ гс/т}$$

$$F_{пр} = 20,8 \times 1,13 = 23,5 \text{ тс}$$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гз} \times \mu$, $\mu = 0,55$; $F_{тр} = 20,8 \times 0,55 = 11,44 \text{ тс}$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр} = 23,5 - 11,44 = 12,06 \text{ тс}$$

2^е сочетание сил

Вертикальная инерционная сила: $F_в = Q_в \times a_{вп} = 0,38 \times 2,6 = 0,99 \text{ тс}$

$$Q_в = 250 + K C_{гз} + \frac{2140}{Q_{гз}} = 250 + 5 \times 5,215 + \frac{2140}{20,8} = 0,38 \text{ тс/звено}$$

Поперечная инерционная сила: $F_n = Q_{гз} \times a_n = 2,6 \times 0,57 = 1,48 \text{ тс}$

$$a_n = a_c + \frac{2 \times (a_{ш} - a_c) e_{гз}}{S_{пл}} = 0,33 + \frac{2(0,55 - 0,33) \times 5,215}{9,72} = 0,57 \text{ гс/т}$$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гз} \times \mu(1000 - Q) = 2,6 \times 0,55(1000 - 300) = 0,89 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_n = 20 S_n$; $S_n = 1,49 \times 10 = 14,9 \text{ м}^2$; $W_n = 50 \times 14,9 = 0,075 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n = n \times (F_n + W) - F_{тр} = 1,25(1,48 + 0,075) - 0,89 = 1,05 \text{ тс}$$

Определение креплений

Усилия передаются на упорные брусья. Брусья пришиваются к полу платформы звоздями.

В продольном направлении $n = \frac{12,06}{0,108} = 112 \text{ шт (на звеньев)}$ $d = 6 \text{ мм}$
14 шт (на 1 звено) $e = 150 \text{ мм}$

В поперечном направлении $n = \frac{1,05}{0,108} = 10 \text{ шт (на 1 звено)}$

Проверка устойчивости груза

Вдоль платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$Q_{пр} = \frac{e_{пр}}{X_{цт} - X_{гз}} = \frac{0,625}{0,5 - 0,1} = 1,56 > 1,25 \text{ м} \quad [\text{§ 40 ТУ}]$$

Поперек платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$Q_n = \frac{F_n \times X_{цт} - X_{гз} \times W_n}{W_n \times (X_{пл} - X_{гз})} = \frac{2,6 \times 0,96}{1,05(0,5 - 0) + 0,075(0,5 - 0)} = 4,44 > 1,25 \text{ м}$$

Условие устойчивости выполняется

Расчет упорных брусьев на смятие

Вдоль платформы:

$$\Delta F_{пр} = \frac{12,06}{3} = 1,51 \text{ тс} \quad \sigma = \frac{\Delta F_{пр}}{S} = \frac{1,51}{0,1 \times 0,2 \times 2} = 3,8 \text{ кгс/см}^2 < 130 \text{ кгс/см}^2$$

Поперек платформы:

$$\Delta F_n = 1,05 \text{ тс} \quad \sigma = \frac{\Delta F_n}{S} = \frac{1,05}{0,1 \times 0,2 \times 2} = 2,6 \text{ кгс/см}^2 < 130 \text{ кгс/см}^2$$

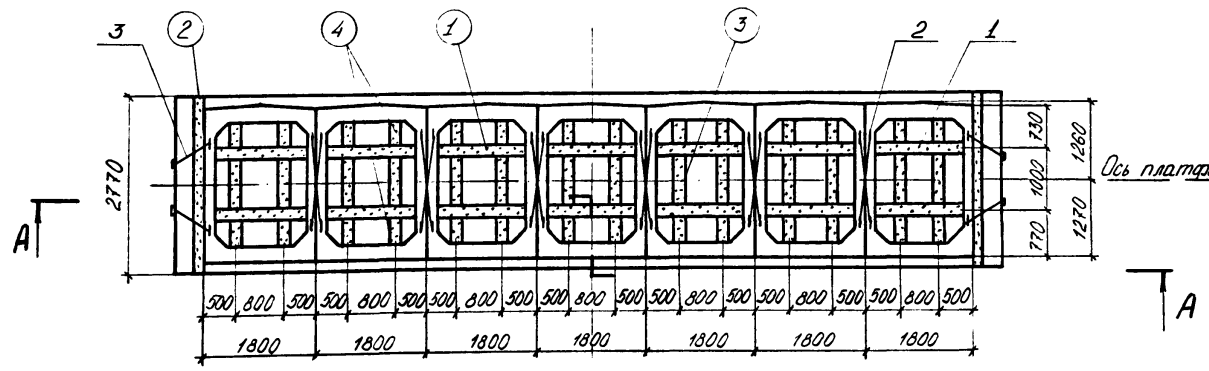
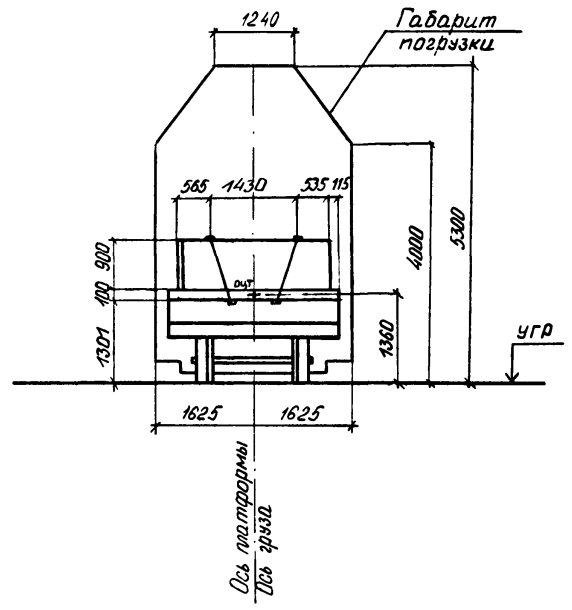
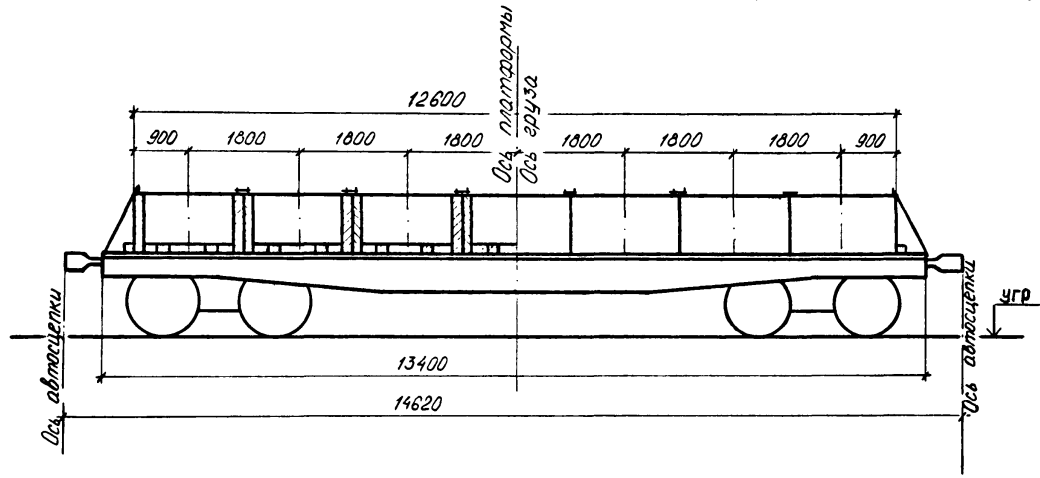
Расчет досок пола платформы на смятие

$$\sigma = \frac{N_0^2 + F_в^2}{S_0} = \frac{2,6^2 + 0,99^2}{2 \times 1,03} = 0,17 \text{ кгс/см}^2 < 30 \text{ кгс/см}^2$$

Между собой звенья скрепляются при помощи растяжек из проволочных скоуток, закрепляемых к строповочным петлям звеньев, кроме того, крайние звенья крепятся к стоечным скодам платформы со стороны торцевого борта.

2539 - 07.03.01

A-A (Борта платформы условно не показаны).



Ось платформы
Вся симметрична

В настоящем подразделе разработана перевозка звеньев труб с наибольшей толщиной стенки. Перевозка звеньев труб с меньшими толщинами стенок производится аналогично.

2539-0704.01.					
Нач. отд. Грозненский	Грозненский	Размещение и крепление звеньев ж-б. прямоугольных труб отверстием 1,5 м на ж-д платформе.	Листов	Лист	Листов
ГПП	Грозненский		РП	1	3
Н.п.ч.отд. Ноябрьский	Ноябрьский	Инженер	Гипротранспуть		
Рук. отд. Турецкий	Турецкий				
Инженер	Нодь	Инженер			

Характеристика схемы погрузки

№ п/п	Наименование	Ед.изм.	Величина
1	Высота цт звена относительно низа звена	мм	500
2	Высота общего цт платформы с грузом относительно ЦГР	мм	1360
3	Масса звена	т	4
4	Масса груза	т	28
5	Смещение цт груза относительно поперечной оси платформы.	мм	0
6	Смещение цт груза относительно продольной оси платформы	мм	0

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе звеньев железобетонных прямоугольных труб отверстием 1,5м. Платформа принята грузоподъемностью 62-66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
2. Груз состоит из 7^и звеньев железобетонных прямоугольных труб. Общий центр тяжести платформы с грузом находится на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы.
3. Для предотвращения поперечного и продольного смещений груз крепится упорными брусками, которые пришиваются к полу платформы гвоздями.
4. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный груз на платформе вписывается в габарит погрузки.
5. Боковые борта платформы закрываются, а торцовые откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Спецификация металла

№ п/п	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим.	
					ед.	общ.			
1	Гвоздь	d=6	150	252	0.044	11.09	Ст.2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75, ГОСТ 4228-63	
2	Растяжка из проволоки	4Ø6.5	6120	12	1.591	19.09	Сталь по	ГОСТ	
3	"	"	4880	4	1.269	5.08	ГОСТ 14085-79	3282-74	
Итого металла:					35				

Спецификация лесоматериалов

№ п/п	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Прим.	
					ед.	общ.			
1	Брус	10×20	150	14	0.03	0.42	Сосна, ель	ГОСТ	
2	"	"	277	2	0.055	0.11	не ниже	8486-66*	
3	"	"	80	14	0.016	0.22	3 сорта		
4	"	"	41	28	0.008	0.22			
Итого лесоматериалов:					1,0				

2539-07.04.01.

Расчет к погрузке

Характеристика груза.

Груз-звенья жб прямоугольных труб
 Длина груза - $1,8 \times 7 = 12,600 \text{ м}$
 Ширина груза - $2,53 \text{ м}$
 Высота груза - $1,00 \text{ м}$
 Вес груза - $4 \times 7 = 28 \text{ т}$
 Отверстие - $1,5 \text{ м}$

Характеристика платформы.

Платформа четырехосная
 База - $9,72 \text{ м}$
 Вес платформы - 22 т
 Положение ЦТ от УГР - $0,8 \text{ м}$

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом:

$$S_{\text{нав}} = S_{\text{пл}} + S_{\text{гр}}$$

$$S_{\text{пл}} = 13 + 1,8 \times 7 \times 1,0 = 25,6 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{\text{цт}} = \frac{Q_{\text{гр}} h_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}} h_{\text{пл}}}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}}} \leq 2,3 \text{ м} \quad [\text{§ 34 ТУ}]$$

$$h_{\text{цт}} = \frac{28 \times (1,301 + 0,5) + 22 \times 0,8}{28 + 22} = 1,36 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена

Определение усилий, действующих на груз.

1^е сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = Q_{\text{гр}} \times a_{\text{пр}}$

$$a_{\text{пр}} = a_{22} - \frac{Q_{\text{гр}}(a_{22} - a_{85})}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}}} = 1,2 - \frac{28(1,2 - 1,0)}{63} = 1,11 \text{ тс/т}$$

$$F_{\text{пр}} = 28 \text{ т} \times 1,11 = 31,08 \text{ тс}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}} = Q_{\text{гр}} \times \mu$ $\mu = 0,55$ $F_{\text{тр}} = 28 \times 0,55 = 15,4 \text{ тс}$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}} \quad \Delta F_{\text{пр}} = 31,08 - 15,4 = 15,68 \text{ тс}$$

2^е сочетание

Вертикальная инерционная сила: $F_{\text{в}} = Q_{\text{в}} \times a_{\text{в}} = 0,35 \times 4 = 1,4 \text{ тс}$

$$a_{\text{в}} = 250 + k \cdot v_{\text{гр}} + \frac{2140}{Q_{\text{гр}}} = 250 + 5 \times 5,4 + \frac{2140}{28} = 0,35 \text{ тс/т для крайнего звена}$$

Поперечная инерционная сила: $F_{\text{п}} = Q_{\text{гр}} \times a_{\text{п}} = 4 \times 0,57 = 2,28 \text{ тс}$

$$a_{\text{п}} = a_{\text{с}} + \frac{2(Q_{\text{ш}} - Q_{\text{с}})}{Q_{\text{гр}}} \cdot v_{\text{гр}} = 0,33 + \frac{2(0,55 - 0,33)}{9,72} \cdot 5,4 = 0,57 \text{ тс/т}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}} = Q_{\text{гр}} \times \mu (1000 - a_{\text{в}}) = 4 \times 0,55 (1000 - 350) = 1,43 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_{\text{п}} = 50, S_{\text{п}} = 1,8 \times 1,0 = 1,8 \text{ м}^2$ $W_{\text{п}} = 50 \times 1,8 = 0,09 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{п}} = P_{\text{п}} (F_{\text{п}} + W_{\text{п}}) - F_{\text{тр}} = 1,25 (2,28 + 0,09) - 1,43 = 1,53 \text{ тс}$$

Определение креплений.

Усилия передаются на упорные брусья. Брусья пришиваются к полу платформы гвоздями.

В продольном направлении $n = \frac{15,68}{0,108} = 146 \text{ шт (на 7 звеньев)}$ $d_{\text{г}} = 6 \text{ мм}$
 $21 \text{ шт (на 1 звено)}$ $d_{\text{г}} = 150 \text{ мм}$

В поперечном направлении $n = \frac{1,53}{0,108} = 15 \text{ шт (на 1 звено)}$

Проверка устойчивости груза.

Вдоль платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$n_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{гр}}}{h_{\text{цт}} - h_{\text{гр}}} = \frac{0,9}{0,5 - 0,1} = 2,25 > 1,25 \text{ н} \quad [\text{§ 40 ТУ}]$$

Поперек платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$n_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{гр}} \cdot v_{\text{п}}}{F_{\text{п}}(h_{\text{цт}} - h_{\text{гр}}) + W_{\text{п}}(h_{\text{п}} - h_{\text{гр}})} = \frac{4 \times 1,26}{2,28(0,5 - 0) + 0,09(0,5 - 0)} = 4,25 > 1,25 \text{ н}$$

Условие устойчивости выполняется

Расчет упорных брусьев на смятие.

Вдоль платформы:

$$\Delta F_{\text{пр}} = \frac{15,68}{7} = 2,24 \text{ т} \quad \sigma = \frac{\Delta F_{\text{пр}}}{S} = \frac{2,24}{0,1 \times 0,2 \times 2} = 5,6 \text{ кгс/см}^2 < 130 \text{ кгс/см}^2$$

Поперек платформы:

$$\Delta F_{\text{п}} = 1,53 \text{ т} \quad \sigma = \frac{\Delta F_{\text{п}}}{S} = \frac{1,53}{0,1 \times 0,2 \times 2} = 3,8 \text{ кгс/см}^2 < 130 \text{ кгс/см}^2$$

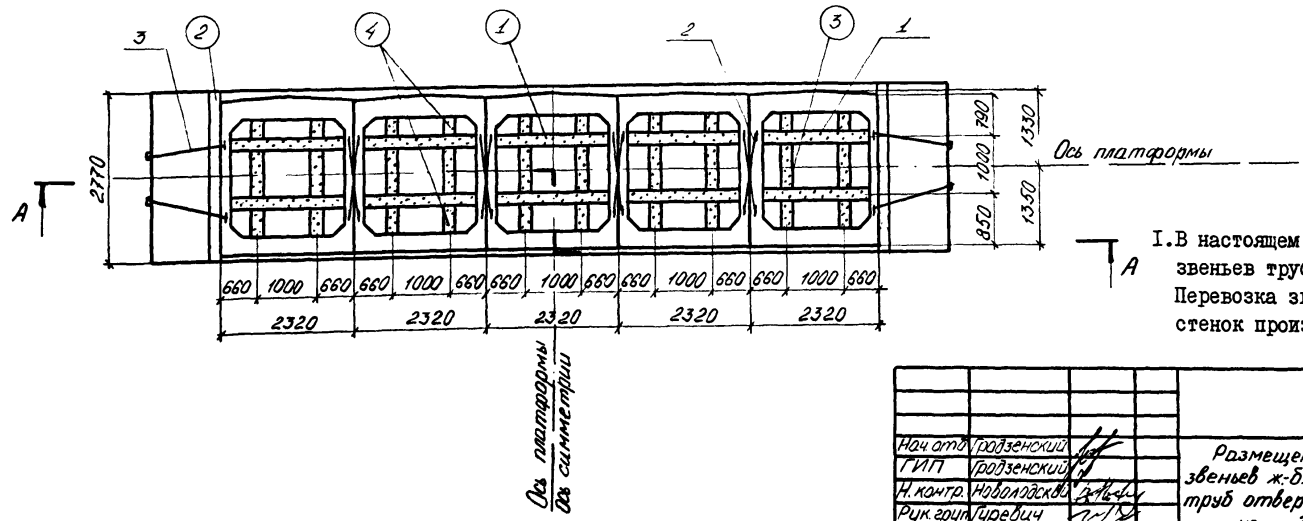
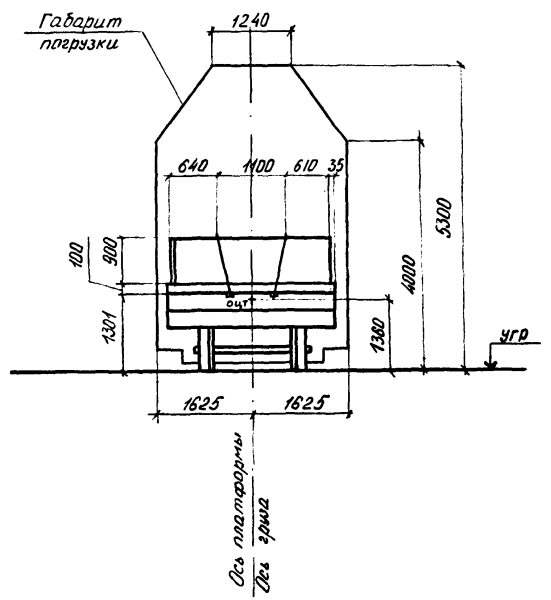
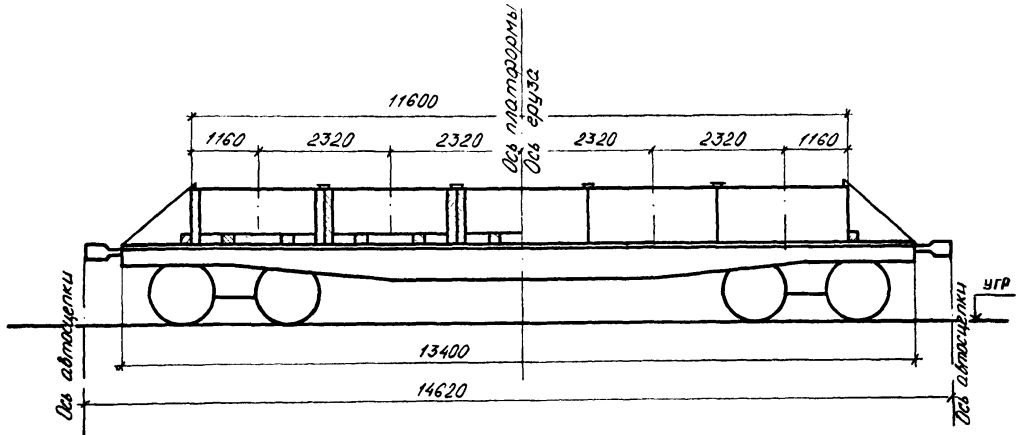
Расчет досок пола платформы на смятие.

$$\sigma = \frac{M_{\text{п}} + F_{\text{в}}^{\text{п}}}{S_{\text{д}}} = \frac{4 \times 1,4}{2 \times 1,61} = 0,17 \text{ кгс/см}^2 < 30 \text{ кгс/см}^2$$

Между собой звенья скрепляются при помощи растяжек из проволочных скруток, закрепляемых к строповочным петлям звеньев, кроме того, крайние звенья крепятся к стоечным скодам платформами со стороны торцевого борта.

2539-070401

A-A (Борта платформы условно не показаны)



I. В настоящем подразделе разработана перевозка звеньев труб с наибольшей толщиной стенки. Перевозка звеньев труб с меньшими толщинами стенок производится аналогично.

		2539-07.05.01.			
Нач. отд. <i>Водзеньский</i>	<i>Водзеньский</i>	Размещение и крепление звеньев ж.д. прямоугольных труб отверстием 20 м на ж.д. платформе.		Листов	
ГИП <i>Водзеньский</i>	<i>Водзеньский</i>			лп	1
Н. контр. <i>Нобольский</i>	<i>Водзеньский</i>			Гипротранспуть	
Рук. групп <i>Сурович</i>	<i>Водзеньский</i>				
Инженер <i>Нодь</i>	<i>Водзеньский</i>				

Характеристика схемы погрузки

№ п/п	Наименование	Ед.изм.	Величина
1	Высота цт звена относительно низа звена	мм	500
2	Высота общего цт платформы с грузом относительно ЦГР	мм	1360
3	Масса звена	т	5,6
4	Масса груза	т	20
5	Смещение цт груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение цт. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№ п/п	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Гвоздь	d=6	150	240	0,044	10,56	Ст. 2 по ГОСТ 330-71*	ГОСТ 238-75, ГОСТ 4028-83
2	Растяжка из проволоки	4φ6,5	6080	8	1,581	12,65	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3222-74
3	— " —	— " —	5920	4	1,539	6,16		
Итого металла:						30		

Спецификация лесоматериалов

№ п/п	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Брус	10×20	200	10	0,04	0,4	Сосна, ель	ГОСТ 8486-86*
2	— " —	— " —	277	2	0,055	0,11	не ниже	
3	— " —	— " —	80	10	0,016	0,16	3 сорта	
4	— " —	— " —	41	20	0,008	0,16		
Итого лесоматериалов:						0,8		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе звеньев железобетонных прямоугольных труб отверстием 2м. Платформа принята грузоподъемностью 62-66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
2. Груз состоит из 5^и звеньев железобетонных прямоугольных труб. Общий центр тяжести платформы с грузом находится на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы.
3. Для предотвращения поперечного и продольного смещений груз крепится упорными брусками, которые пришиваются к полу платформы гвоздями.
4. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный груз на платформе вписывается в габарит погрузки.
5. Боковые борта платформы закрываются, а торцовые откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

2539-070501.

Расчет к нагрузке

Характеристика груза.

Груз - звенья жб прямоугольных труб
 Длина груза - $2,32 \text{ м} \times 5 = 11,6 \text{ м}$
 Ширина груза - $2,68 \text{ м}$
 Высота груза - $1,00 \text{ м}$
 Вес груза - $5,6 \text{ т} \times 5 = 28 \text{ т}$
 Отверстие - 2 м

Характеристика платформы.

Платформа четырехкосовая
 База - $9,72 \text{ м}$
 Вес платформы - 22 т
 Положение ЦТ от УГР - $0,8 \text{ м}$

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Наветренная поверхность четырехкосовой платформы с грузом:

$$S_{\text{наветр}} = S_{\text{пл}} + S_{\text{гр}}$$

$$S_{\text{пл}} = 13 + 2,32 \times 1,0 \times 5 = 24,6 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{\text{цт}} = \frac{Q_{\text{гр}} h_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}} h_{\text{пл}}}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}}} \leq 2,3 \text{ м} \quad [\text{§ 34 ТУ}]$$

$$h_{\text{цт}} = \frac{28 \times (1,301 + 0,5) + 22 \times 0,8}{28 + 22} = 1,36$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

Определение усилий действующих на груз.

1^е сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = Q_{\text{гр}} \times a_{\text{пр}}$

$$a_{\text{пр}} = a_{32} - \frac{Q_{32}(a_{32} - a_{35})}{63} = 1,2 - \frac{28 \times (1,2 - 1,0)}{63} = 1,11 \text{ г/г}$$

$$F_{\text{пр}} = 28 \times 1,11 = 30,8 \text{ тс}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}} = Q_{\text{гр}} \times \mu \quad \mu = 0,55 \quad F_{\text{тр}} = 28 \times 0,55 = 15,4 \text{ тс}$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}} = 30,8 - 15,4 = \underline{15,4 \text{ тс}}$$

2^е сочетание сил

Вертикальная инерционная сила: $F_{\text{в}} = Q_{\text{в}} \times a_{\text{в}} = 0,35 \times 5,6 = 1,96 \text{ тс}$

$$a_{\text{в}} = 250 + K_{\text{в}} a_{\text{гр}} + \frac{2140}{Q_{\text{гр}}} = 250 + 5 \times 4,64 + \frac{2140}{28} = 0,35 \text{ г/г, для крайнего звена}$$

Поперечная инерционная сила: $F_{\text{п}} = Q_{\text{в}} \times a_{\text{п}} = 5,6 \times 0,547 = 3,02 \text{ тс}$

$$a_{\text{п}} = a_{\text{с}} + \frac{2(Q_{\text{ш}} - Q_{\text{с}})}{Q_{\text{пл}}} a_{\text{гр}} = 0,33 + \frac{2(0,55 - 0,33)}{9,72} \times 4,64 = 0,547 \text{ г/г}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}} = Q_{\text{в}} \times \mu (1000 - Q_{\text{в}}) = 5,6 \times 0,55 (1000 - 350) = 2,00 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_{\text{н}} = 50 S_{\text{н}} \quad S_{\text{н}} = 2,32 \times 10 = 2,32 \text{ м}^2 \quad W_{\text{н}} = 50 \times 2,32 = 0,12 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{п}} = n \times (F_{\text{п}} + W) - F_{\text{тр}} = 1,25 (3,02 + 0,12) - 2,00 = \underline{1,93 \text{ тс}}$$

Определение креплений.

Усилия передаются на упорные брусья. Брусья пришиваются к полу платформы сблизьями.

В продольном направлении: $n = \frac{15,4}{0,108} = 143 \text{ шт (на 5 звеньев)} \quad d = 6 \text{ мм}$
 $30 \text{ шт (на 1 звено)} \quad d = 150 \text{ мм}$

В поперечном направлении: $n = \frac{1,93}{0,108} = 18 \text{ шт (на 1 звено)}$

Проверка устойчивости груза.

Вдоль платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пл}}}{h_{\text{цт}} - h_{\text{гр}}} = \frac{1,16}{0,5 - 0,1} = 2,9 > 1,25 \quad [\text{§ 40 ТУ}]$$

Поперек платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$Q_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{гр}} \times h_{\text{п}}}{F_{\text{п}}(h_{\text{цт}} - h_{\text{п}}) + W_{\text{н}}(h_{\text{п}} - h_{\text{п}})} = \frac{5,6 \times 1,33}{3,02(0,5 - 0) + 0,12(0,5 - 0)} = 4,74 > 1,25 \text{ м}$$

Условия устойчивости выполняются.

Расчет упорных брусьев на смятие.

Вдоль платформы:

$$\Delta F_{\text{пр}} = \frac{15,4}{5} = 3,08 \text{ т} \quad \sigma = \frac{\Delta F_{\text{пр}}}{S} = \frac{3,08}{0,1 \times 0,2 \times 2} = 7,7 \text{ кгс/см}^2 < 130 \text{ кгс/см}^2$$

Поперек платформы:

$$\Delta F_{\text{п}} = 1,93 \text{ т} \quad \sigma = \frac{\Delta F_{\text{п}}}{S} = \frac{1,93}{0,1 \times 0,2 \times 2} = 4,8 \text{ кгс/см}^2 < 130 \text{ кгс/см}^2$$

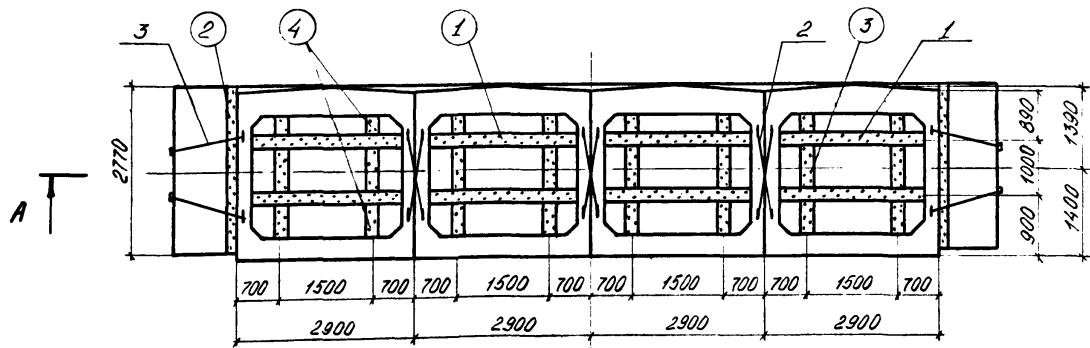
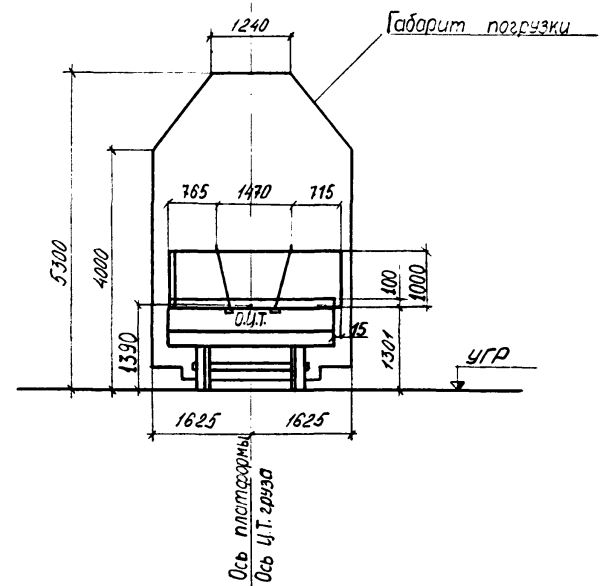
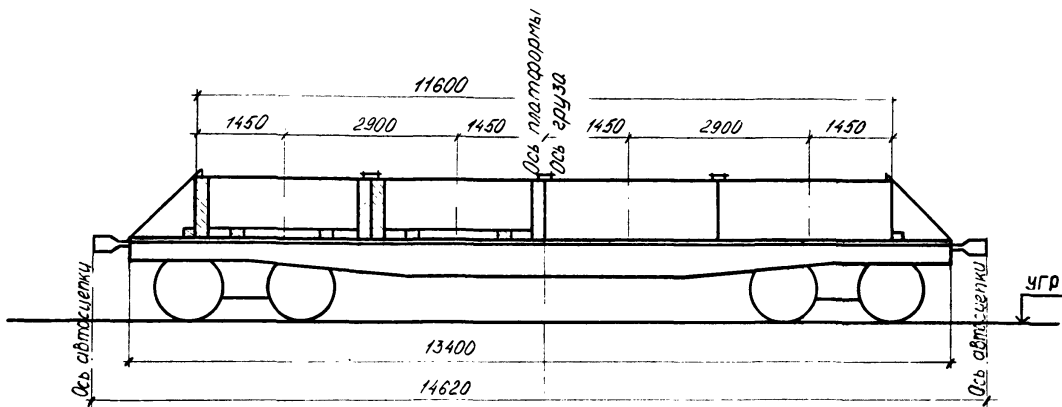
Расчет босок пола платформы на смятие.

$$\sigma = \frac{N_{\text{в}} + F_{\text{в}}}{S_{\text{б}}} = \frac{5,6 + 1,96}{2 \times 2,25} = 0,17 \text{ кгс/см}^2 < 30 \text{ кгс/см}^2$$

Между собой звенья скрепляются при помощи растяжек из парabolочных скруток, закрепляемых к строповочным петлям звеньев, кроме того, крайние звенья крепятся к стоечным скобам платформы со стороны тарцевого дорта

2539-07.05.01.

A-A (Борта платформ условно не показаны)



Продольная ось платформы

И.В. в настоящем подразделе разработана перевозка звеньев труб с наибольшей толщиной стенки. Перевозка звеньев труб с меньшими толщинами стенок производится аналогично.

Ось платформы
Ось симметрии

2539-07.06.01.		
Нач. отд. <i>Грозненский</i>	Инженер <i>Надь</i>	Размещение и крепление звеньев ж-д. прямоугольных труб отверстием 25 м на ж-д. платформе.
ГИП <i>Грозненский</i>	Инженер <i>Надь</i>	
Н.конт. <i>Новоладский</i>	Инженер <i>Надь</i>	Литер лист листов РП 1 3
Руковод. <i>Чурбач</i>	Инженер <i>Надь</i>	
		Гипротранспуть

Характеристика схемы погрузки.

№№ п/п	Наименование	Ед.изм.	Величина
1	Высота цт. звена относительно низа звена.	мм	500
2	Высота общего цт. платформы с грузом относительно ЦГР	мм	1390
3	Масса звена	т	7,8
4	Масса груза	т	31,2
5	Смещение цт. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение цт. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе звеньев железобетонных прямоугольных труб отверстием 2,5м. Платформа принята грузоподъемностью 62-66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
2. Груз состоит из 4^х звеньев железобетонных прямоугольных труб. Общий центр тяжести платформы с грузом находится на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы.
3. Для предотвращения поперечного и продольного смещений груз крепится упорными брусками, которые пришиваются к полу платформы гвоздями.
4. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный груз на платформе вписывается в габарит погрузки.
5. Торцовые и боковые борты платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Гвоздь	d5	150	256	0,044	11,28	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-73 ГОСТ 4028-68
2	Растяжка из проволоки	4Ø6,5	5640	6	1,468	8,80	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
3	— " —	— " —	5880	4	1,523	6,12		
Итого металла						26		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Брус	10×20	250	8	0,05	0,4	Сосна, ель	ГОСТ 8486-66
2	— " —	— " —	277	2	0,055	0,11	не ниже	
3	— " —	— " —	100	8	0,02	0,16	3 сорта	
4	— " —	— " —	41	16	0,008	0,13		
Итого лесоматериалов:						0,8		

Расчет к нагрузке

Характеристика груза.

Груз-звенья жб. прямоугольных
 Длина груза - $2,90 \text{ м} \times 4 = 11,60 \text{ м}$
 Ширина груза - $2,79 \text{ м}$
 Высота груза - $1,00 \text{ м}$
 Вес груза - $7,8 \text{ т} \times 4 = 31,2 \text{ т}$
 Отверстие - $2,5 \text{ м}$

Характеристика

платформы.
 Платформа четырехосная
 База - $9,72 \text{ м}$
 Вес платформы - 22 т
 Положение ЦТ от УГР - $0,8 \text{ м}$

Проверка габаритности груза.

Согласно §32 по табл 23 и 24 груз габаритен.

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом:

$$S_{\text{наветр}} = S_{\text{пл}} + S_{\text{гр}}$$

$$S_{\text{пл}} = 13 \times 2,9 \times 4 \times 1,0 = 24,6 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$r_{\text{ц.т.}} = \frac{Q_{\text{гр}} \cdot h_{\text{гр}} + Q_{\text{плат}} \cdot h_{\text{плат}}}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{плат}}} \leq 2,3 \text{ м} \quad [§34 \text{ ТУ}]$$

$$h_{\text{ц.т.}} = \frac{31,2 \times (1,301 + 0,5) + 22 \times 0,8}{31,2 + 22} = 1,39 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдается.

Определение усилий действующих на груз

1^е сочетание сил.

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = Q_{\text{гр}} \cdot a_{\text{пр}}$

$$a_{\text{пр}} = a_{22} - \frac{a_{22} \cdot (a_{22} - a_{22})}{\delta_3} = 1,2 - \frac{31,2 \times (1,2 - 1,0)}{\delta_3} = 1,10 \text{ т/т}$$

$$F_{\text{пр}} = 31,2 \times 1,10 = 34,32 \text{ т}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}} = Q_{\text{гр}} \cdot \mu = 0,55 \cdot F_{\text{пр}} = 31,2 \times 0,55 = 17,16 \text{ т}$

Продольное усилие, передающееся на крепления:

$$\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}} \quad \Delta F_{\text{пр}} = 34,32 - 17,16 = 17,16 \text{ т}$$

2^е сочетание сил

Вертикальная инерционная сила: $F_z = Q_{\text{гр}} \cdot a_{\text{з}} = 0,34 \times 7,8 = 2,65 \text{ т}$

$$a_{\text{з}} = 250 + k \cdot v_{\text{гр}} + \frac{2140}{a_{\text{пр}}} = 250 + 5 \times 4,35 + \frac{2140}{31,2} = 0,34 \text{ т/т для крайнего звена}$$

Поперечная инерционная сила: $F_n = Q_{\text{гр}} \cdot a_n = 7,8 \times 0,53 = 4,13 \text{ т}$

$$a_n = a_c + \frac{2(a_{\text{ш}} - a_c)}{L_{\text{пл}}} \cdot v_{\text{гр}} = 0,33 + \frac{2(0,55 - 0,33)}{9,72} \cdot 4,35 = 0,53 \text{ т/т}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}} = Q_{\text{гр}} \cdot \mu (1000 - a_{\text{з}}) = 7,8 \times 0,55 (1000 - 340) = 2,83 \text{ т}$

Ветровая нагрузка: $W_n = 50 S_n \quad S_n = 2,9 \times 1,0 = 2,9 \text{ м}^2 \quad W_n = 50 \times 2,9 = 0,15 \text{ т}$
 Поперечное усилие, передающееся на крепления:
 $\Delta F_n = n \cdot (F_n + W) - F_{\text{мо}} = 1,25 (4,13 + 0,15) - 2,83 = 2,52 \text{ т}$

Определение креплений

Усилия передаются на упорные брусья брусья пришиваются к полу платформы ствоздями.
 В продольном направлении $n = \frac{17,16}{0,108} = 159 \text{ шт (на 4 звена)} \quad e = 150 \text{ мм}$
 40 шт (на 1 звено) $\phi = 6 \text{ мм}$
 В поперечном направлении $n = \frac{2,52}{0,108} = 24 \text{ шт (на 1 звено)}$

Проверка устойчивости груза.

Вдоль платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$i_{\text{пр}} = \frac{e_{\text{гр}}}{h_{\text{ц.т.}} - h_{\text{гр}}} = \frac{1,25}{0,5 - 0,1} = 3,13 > 1,25 \text{ м} \quad [§40 \text{ ТУ}]$$

Поперек платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$i_{\text{n}} = \frac{Q_{\text{гр}} \cdot b_{\text{гр}}}{F_n (h_{\text{ц.т.}} - h_{\text{гр}}) + W_n (h_{\text{н}} - h_{\text{гр}})} = \frac{7,8 \times 1,39}{4,13 (0,5 - 0) + 0,15 (0,5 - 0)} = 50,7 \text{ м} > 1,25 \text{ м}$$

Условие устойчивости выполняется.

Расчет упорных брусей на смятие

Вдоль платформы:

$$\Delta F_{\text{пр}} = \frac{17,16}{4} = 4,29 \text{ т} \quad \sigma = \frac{\Delta F_{\text{пр}}}{S} = \frac{4,29}{0,1 \times 0,2 \times 2} = 10,7 \text{ кгс/см}^2 < 130 \text{ кгс/см}^2$$

Поперек платформы:

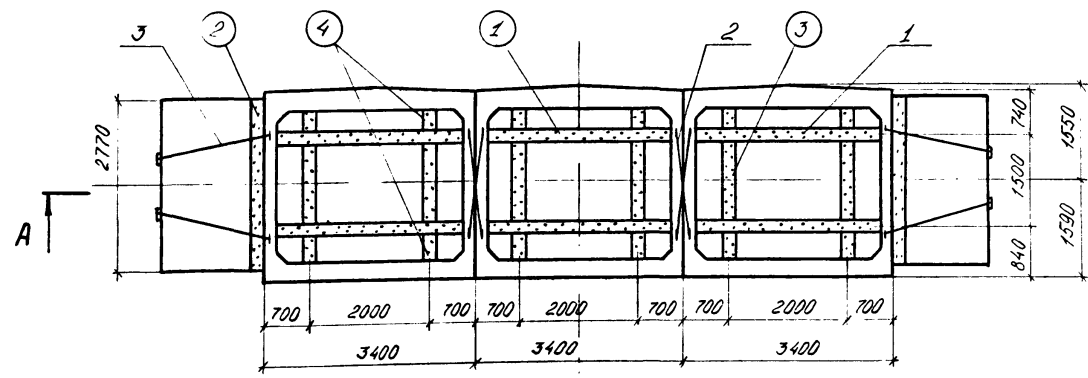
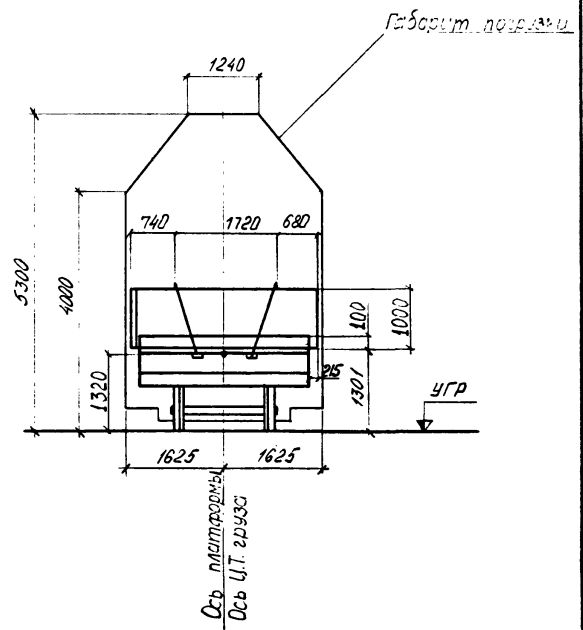
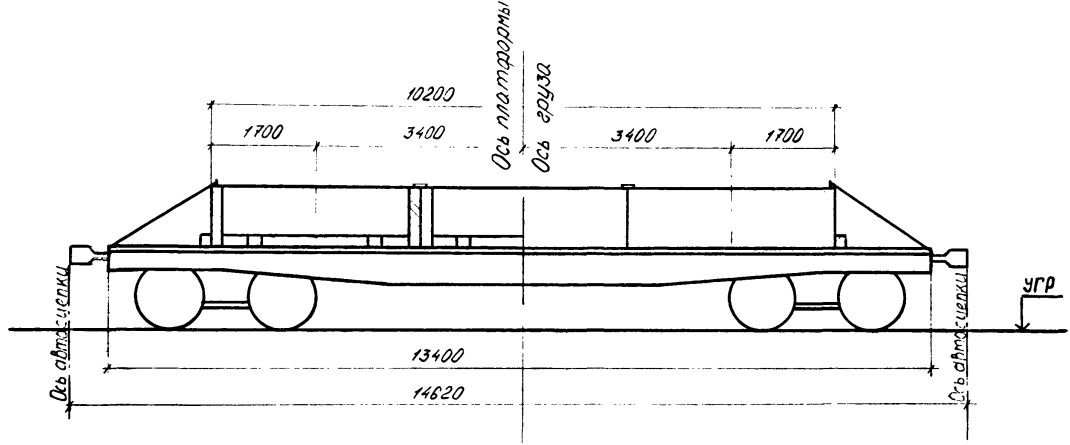
$$\Delta F_n = 2,52 \text{ т} \quad \sigma = \frac{\Delta F_n}{S} = \frac{2,52}{0,1 \times 0,2 \times 2} = 6,3 \text{ кгс/см}^2 < 130 \text{ кгс/см}^2$$

Расчет досок пола платформы на смятие.

$$\sigma = \frac{N_{\text{гр}} \cdot F_{\text{гр}}}{S} = \frac{7,8 \times 2,65}{2 \times 2,7} = 0,19 \text{ кгс/см}^2 < 30 \text{ кгс/см}^2$$

Между собой звенья скрепляются при помощи растяжек из проволочных скруток, закрепляемых к строповочным петлям звеньев, кроме того, крайние звенья крепятся к стоечным скодам платформы со стороны торцевого борта.

A - A (Борта платформы условно не показаны)



Продольная ось платформы

I. В настоящем подразделе разработана перевозка звеньев труб с наибольшей толщиной стенки. Перевозка звеньев труб с меньшими толщинами стенок производится аналогично.

Ось платформы
Ось симметрии

Нач. отд.	Вроцзненский	
ГВП	Вроцзненский	
Н. контр.	Новгородский	
Рук. работ.	Гуревич	
Инженер	Нодь	

2539-070701.

Размещение и крепление звеньев ж-д. прямоугольных труб отверстием 3,0 м на ж-д. платформе.

Литер	Лист	Листов
РП	1	3
Гиллотранспуль		

Характеристика схемы погрузки

№ п/п	Наименование	Ед.м	Величина
1	Высота цт. звена относительно низа звена	мм	500
2	Высота общего цт. платформы с грузом относительно ЦГР.	мм	1320
3	Масса звена	т	8
4	Масса груза	т	24
5	Смещение цт. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение цт. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Гвоздь	d-6	150	192	0.044	8.45	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75 ГОСТ 4022-63
2	Растяжка из проволоки	4Ø 6.5	7280	4	1.89	7.57	Сталь по	ГОСТ
3	— " —	— " —	Ø160	4	2.12	8.49	ГОСТ 14085-79	3282-74
Итого металла:						25		

Спецификация лесоматериалов

№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Брус	10×20	300	6	0.060	0.36	Сосна, ель	ГОСТ 8486-66**
2	— " —	— " —	277	2	0.055	0.11	не чиже	
3	— " —	— " —	130	6	0.026	0.16	3 сорта	
4	— " —	— " —	41	12	0.006	0.10		
Итого лесоматериалов:						0.7		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе звеньев железобетонных прямоугольных труб отверстием 3м. Платформа принята грузоподъемностью 62-66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Груз состоит из 3^х звеньев железобетонных прямоугольных труб. Общий центр тяжести платформы с грузом находится на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы.
- Для предотвращения поперечного и продольного смещений груз крепится упорными брусками, которые пришиваются к полу платформы гвоздями.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный груз на платформе вписывается в габарит погрузки.
- Торцовые и боковые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

2539-070701

Расчет к нагрузке

Характеристика груза.

Груз - звенья жб прямоугольных труб
 Длина груза - $3.40 \text{ м} \times 3 = 10.2 \text{ м}$
 Ширина груза - 3.14 м
 Высота груза - 1.00 м
 Вес груза - $8 \text{ т} \times 3 = 24 \text{ т}$
 Обратные - 3 м

Характеристика

платформы.
 Платформа четырехосная
 База - 9.72 м
 Вес платформы - 22 т
 Положение ЦТ от УГР - 0.8 м

Проверка габаритности груза.

согласно §32 по табл. 23 и 24 груз габаритный

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом:

$$S_{\text{наветр}} = S_{\text{пл}} + S_{\text{гр}}$$

$$S_{\text{пл}} = 13 \times 3.4 \times 3 \times 1.0 = 23.2 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{\text{цт}} = \frac{Q_{\text{гр}} h_{\text{цт}} + Q_{\text{пл}} h_{\text{пл}}}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}}} \leq 2.3 \text{ м} \quad [\text{§34 ТУ}]$$

$$h_{\text{цт}} = \frac{24 \times (1.301 + 0.5) + 22 \times 0.8}{24 + 22} = 1.32 \text{ м} < 2.3 \text{ м}$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдается.

Определение усилий действующих на груз.

1^е сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = Q_{\text{гр}} \times a_{\text{пр}}$

$$a_{\text{пр}} = a_{22} - \frac{Q_{\text{гр}}(a_{22} - a_{05})}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}}} = 1.2 - \frac{24 \times (1.2 - 1.0)}{63} = 1.12 \text{ г}$$

$$F_{\text{пр}} = 24 \times 1.12 = 26.88 \text{ тс}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}} = Q_{\text{гр}} \times \mu = 24 \times 0.55 = 13.2 \text{ тс}$

Продольное усилие, передающееся на крепление:
 $\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}} = 26.88 - 13.2 = 13.68 \text{ тс}$

2^е сочетание сил

Вертикальная инерционная сила: $F_{\text{в}} = Q_{\text{гр}} \times a_{\text{в}} = 24 \times 0.8 = 2.88 \text{ тс}$

$$a_{\text{в}} = 250 \times k_{\text{в}} + \frac{2140}{Q_{\text{гр}}} = 250 \times 5 \times 3.4 + \frac{2140}{24} = 0.36 \text{ г для крайнего звена}$$

Поперечная инерционная сила: $F_{\text{п}} = Q_{\text{гр}} \times a_{\text{п}} = 24 \times 0.43 = 3.84 \text{ тс}$

$$a_{\text{п}} = a_{\text{с}} + \frac{2(a_{\text{ш}} - a_{\text{с}})}{L_{\text{п}}} \times l_{\text{гр}} = 0.33 + \frac{2(0.55 - 0.33)}{9.72} \times 3.4 = 0.48 \text{ г}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}} = Q_{\text{гр}} \times \mu(1000 - 0.1) = 24 \times 0.55(1000 - 360) = 2.82 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_{\text{н}} = 50.5, S_{\text{н}} = 3.4 \times 1.0 = 3.4 \text{ м}^2, W_{\text{н}} = 50 \times 3.4 = 0.17 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{п}} = \eta \times (F_{\text{п}} + W) - F_{\text{тр}} = 1.25(3.84 + 0.17) - 2.82 = 2.19 \text{ тс}$$

Определение креплений.

Усилия передаются на упорные брусья. Брусья пришиваются к полу платформы звздами.

В продольном направлении $\eta = \frac{13.68}{0.108} = 127 \text{ шт. (на 3 звена)} d = 5 \text{ м} \times 150 \text{ мм}$
 $43 \text{ шт. (на 1 звено)}$

В поперечном направлении $\eta = \frac{2.19}{0.108} = 21 \text{ шт. (на 1 звено)}$

Проверка устойчивости груза.

Вдоль платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$\eta_{\text{пр}} = \frac{e_{\text{пр}}}{h_{\text{цт}} - h_{\text{уп}}} = \frac{1.5}{0.5 - 0.1} = 3.75 > 1.25 \quad [\text{ТУ §40}]$$

Поперек платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$\eta_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{гр}} \times b_{\text{п}}}{F_{\text{п}}(h_{\text{цт}} - h_{\text{п}}) + W_{\text{п}}(h_{\text{п}} - h_{\text{п}})} = \frac{24 \times 1.55}{3.84 \times (0.5 - 0) + 0.17(0.5 - 0)} = 6.2 \text{ м} > 1.25 \text{ м}$$

Условие устойчивости выполняется.

Расчет упорных брусьев на смятие.

Вдоль платформы:

$$\Delta F_{\text{пр}} = \frac{13.68}{3} = 4.56 \text{ тс} \quad \sigma = \frac{\Delta F_{\text{пр}}}{S} = \frac{4.56}{0.1 \times 0.2 \times 2} = 11.4 \text{ кгс/см}^2 < 130 \text{ кгс/см}^2$$

Поперек платформы:

$$\Delta F_{\text{п}} = 2.19 \text{ тс} \quad \sigma = \frac{\Delta F_{\text{п}}}{S} = \frac{2.19}{0.1 \times 0.2 \times 2} = 5.5 \text{ кгс/см}^2 < 130 \text{ кгс/см}^2$$

Расчет досок пола платформы на смятие.

$$\sigma = \frac{N_{\text{с}} + F_{\text{с}}}{S_{\text{с}}} = \frac{8 + 2.88}{2 \times 3.152} = 0.17 \text{ кгс/см}^2 < 30 \text{ кгс/см}^2$$

Между собой звенья скрепляются при помощи растяжек из проволочных скруток, закрепляемых к строповочным петлям звеньев, кроме того, крайние звенья крепятся к стоечным скобам платформы со стороны торцевого борта.

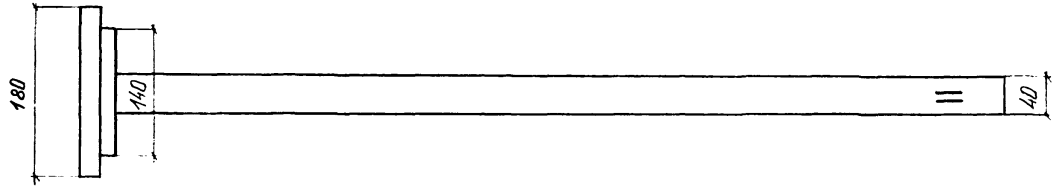
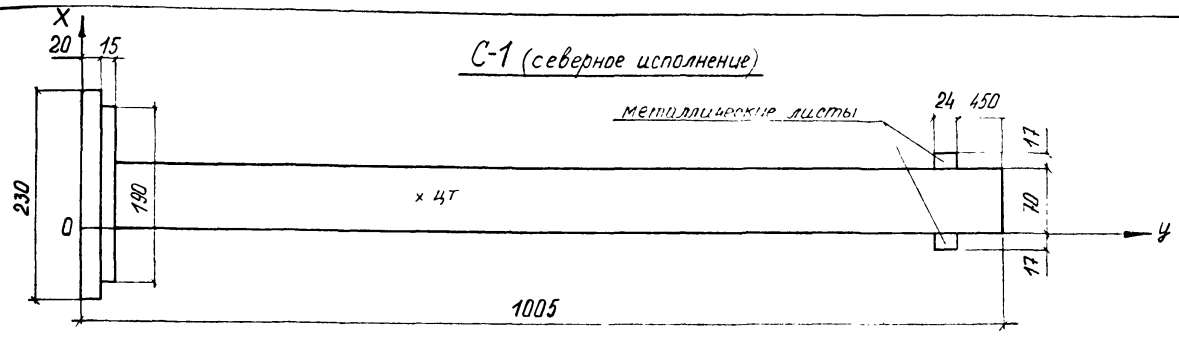
РАЗДЕЛ 8. ПОГРУЗКА, РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ Ж.-Б. БЛОКОВ СТОЕЧНЫХ ОПОР ПЕШЕХОДНЫХ МОСТОВ (ТИПОВОЙ ПРОЕКТ ИНВ. №728/1) НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМЕ.

СОСТАВ РАЗДЕЛА.

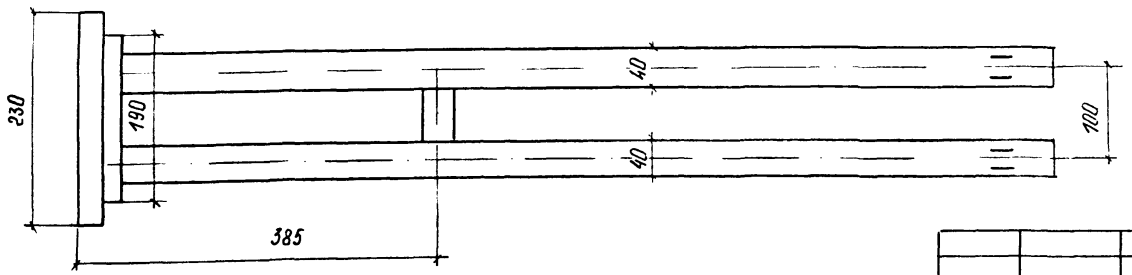
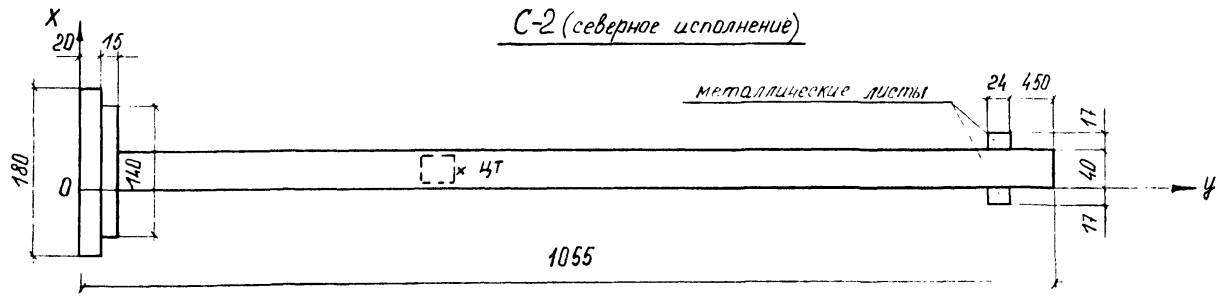
№№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
I	2	3	4
I	2539-08.01.01.	Ж.-б. блоки стоечных опор пешеходных мостов (проект инв. №728/1). Основные характеристики блоков С-1 и С-2.	182
2	2539-08.02.01.	Размещение и крепление блоков С-1 стоечных опор пешеходных мостов на ж.-д. платформе.	183÷189
3	2539-08.03.01.	Размещение и крепление блоков С-2 стоечных опор пешеходных мостов на ж.-д. платформе.	190÷197

				2539-08.00.00			
Нач. отд.	Грозненский			Состав раздела в.	Литер	Лист	Листов.
ГИП	Грозненский				РП	1	1
Нар. ком.	Новоладский				Гипротранспуть		
Рук. гр.	Гуревич						
Инженер	Титова						

С-1 (северное исполнение)



С-2 (северное исполнение)

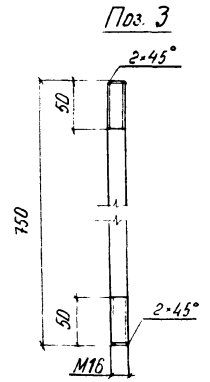
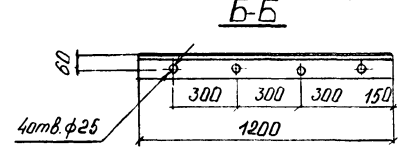
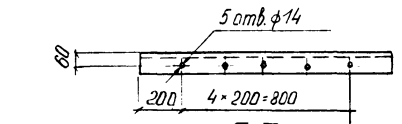
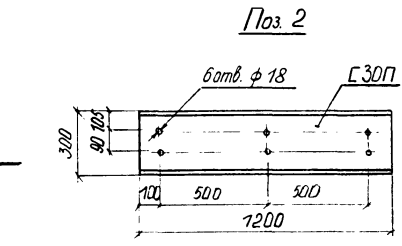
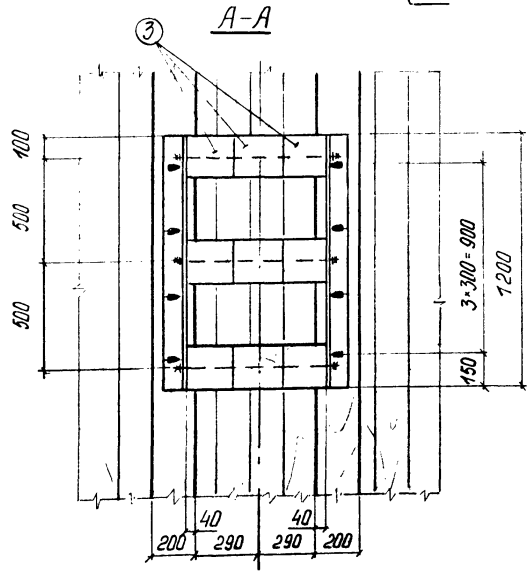
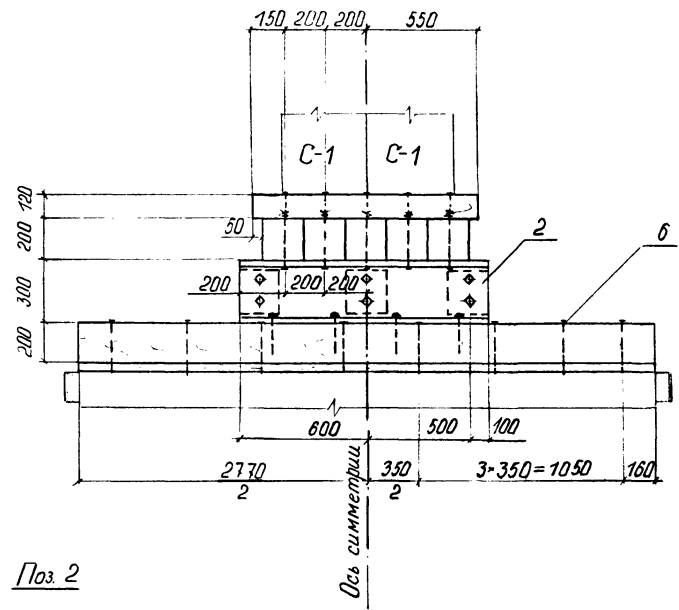
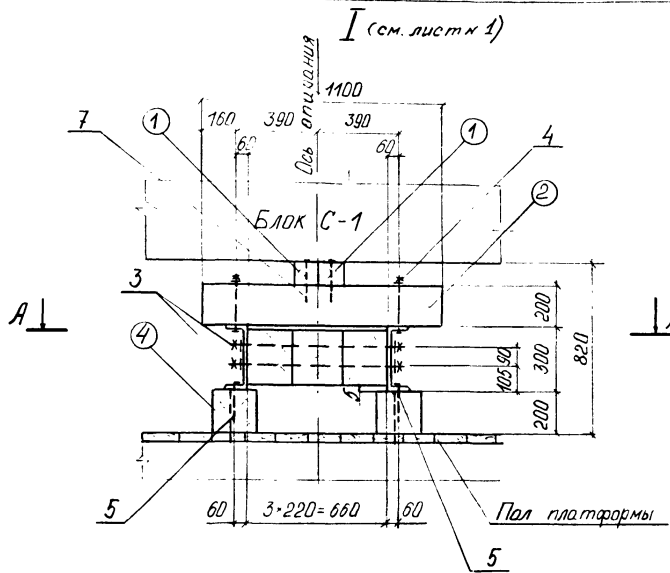


Основные характеристики блоков

Наименование	Положение цт блока		Вес блока Т
	X (см)	Y (см)	
С-1	363	35	10,0
С-2	401	20	11,2

2539-08.01.01.

Нач. отд.	Гродзенский			Ж-б. блоки стоечных опор пешеходных мостов (проект инв. № 728/1). Основные характеристики блоков С-1 и С-2.	Литер.	Лист	Листов
ГМП	Гродзенский				РП	7	1
Норм. конт.	Навоградский				Гипротранспуть		
Рук. группы	Гуревич						
Инженер	Гитова						



Характеристика схемы погрузки

№ п/п	Наименование	Изм	Величина
1	Расстояние между опорными клетками	мм	7000
2	Высота обцега цт платформы с грузом относительно УГР	мм	1620
3	Вес одного блока	т	10,0
4	Вес груза (2 блока)	т	20,0
5	Смещение цт груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение цт груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт	Масса, кг		Материал	Примеч.	
					ед.	общ.			
1	Обвязка из проволоки $\phi_{\text{св}} = 442 \text{ см}$	7 ф 6	34540	6	7,66	48,0	Сталь по ГОСТ 74085-79	ГОСТ 3282-74	
2	Швеллер	Г30П	1200	4	38,16	152,6	Сталь 09Г2 по ГОСТ 19281(2)-73	ГОСТ 8240-72	
3	Тяж с двумя гайками и двумя шайбами	M16	750	12	1,18	14,2	Болт: Сталь 09Г2 по ГОСТ 19281-73 Гайка: Сталь 35 по ГОСТ 1054-74 Шайба: Ст. 3 по ГОСТ 330-71	Болт по ГОСТ 7198-70 Гайка по ГОСТ 5915-70 Шайба по ГОСТ 44371-68	
4	Болт с гайкой и 2 шайбами	M12	240	20	0,258	5,2	—	—	
5	Ж.д. костыль	—	165	16	0,378	6,0	—	ГОСТ 5812-51	
6	Гвоздь	d=6	200	40	0,044	1,8	Ст. 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75, ГОСТ 4028-63.	
7	Гвоздь	d=8	250	32	0,0986	3,2	—	—	
Итого металла:					229				

Спецификация лесоматериалов

№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт	Объем, м ³		Материал	Примеч.	
					ед.	общ.			
①	Брус	12*12	110	4	0,016	0,06	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-66***	
2	Брус	20*20	110	10	0,044	0,44			
3	Брус	22*20	26	18	0,011	0,21			
4	Брус	20*20	277	4	0,111	0,44			
Итого лесоматериалов:					1,2				

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе железобетонных блоков С-1 стоечных опор пешеходных мостов, изготовленных по типовому проекту инв. №728/1. Платформа принята грузоподъемностью 62*66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Перевозка разработана для блоков С-1 северного исполнения, имеющих наибольшие размеры и вес. Перевозимый груз состоит из двух блоков, установленных на опорные клетки. Общий центр тяжести груза находится на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы.
- Для предотвращения поперечного и продольного смещений блоков стоечных опор служат обвязки из проволочных скруток. Обвязки увязываются за стоечные скобы платформы.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанные блоки на платформе вписываются в габарит погрузки.
- Торцовые борта платформы закрываются, а боковые откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

2539-08.02.01.

Расчет к нагрузке

I Характеристика груза.

Груз - 2 ж.б. блока С-1
 Длина груза - 10,4 м
 Ширина груза - 2,2 м
 Вес груза (2 блока) - $2_{шт} \cdot 10 т = 20 т$
 Координаты ЦТ блока: $x = 3,63 м$
 (см. черт. № 2539-08.01.01. лист № 1) $y = 0,35 м$

II Характеристика платформы

Платформа четырехосная
 База платформы - 9,72 м
 Вес платформы - 22 т
 Положение ЦТ от УГР - 0,8 м

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$r_{\text{общ}} = \frac{Q_{\text{гр}} \cdot r_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}} \cdot r_{\text{пл}}}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}}} \leq 2,3 м$$

$Q^0 = 20 т$ - общий вес груза $r_{\text{пл}} = 0,82 м$ - высота опорной клетки

$$r_{\text{общ}} = \frac{20 \cdot (1,301 + 0,82 + 0,35) + 22 \cdot 0,8}{20 + 22} = 1,62 м < 2,3 м$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{\text{но}} + S_{\text{н}} + 2 S_{\text{об}} \leq 50 м^2$$

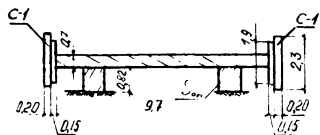


Рис. 1

$$S = 13 + 8,3 + 2 \cdot 0,6 = 22,5 м^2 < 50 м^2$$

$$S_{\text{н}} = 2 \cdot (1,9 \cdot 0,15 + 2,3 \cdot 0,2) + 0,7 \cdot 0,7 = 8,3 м^2$$

$$S_{\text{об}} = 0,82 \cdot 0,7 = 0,6 м^2$$

Вывод поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

IV Определение усилий, действующих на груз

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = a_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{гр}} = 1,136 \cdot 20 = 22,7 тс$

$$a_{\text{пр}} = a_{\text{в}} - \frac{Q_{\text{гр}} \cdot (a_{\text{в}} - a_{\text{пл}})}{63} = 1,2 - \frac{20 \cdot (1,2 - 1,0)}{63} = 1,136 тс/т$$

$$F_{\text{тр}} = Q_{\text{гр}} \cdot \mu = 20 \cdot 0,55 = 11,0 тс$$

$\mu = 0,55$ - коэффициент трения железобетонного блока по деревянной подкладке

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}} = 22,7 - 11,0 = 11,7 тс$$

2^{ое} сочетание сил

Для одного блока

Поперечная инерционная сила:

$$F_{\text{n}} = a_{\text{n}} \cdot Q_{\text{гр}} = 0,4 \cdot 10 = 4,0 тс$$

$$a_{\text{n}} = a_{\text{с}} + \frac{2 \cdot (a_{\text{в}} - a_{\text{с}})}{9,72} \cdot l_{\text{ср}} =$$

$$= 0,33 + \frac{2 \cdot (0,55 - 0,33)}{9,72} \cdot 1,57 = 0,40 тс/т$$

Вертикальная инерционная сила: $F_{\text{в}} = a_{\text{в}} \cdot Q_{\text{гр}} = 0,365 \cdot 10 = 3,7 тс$

$$a_{\text{вет}} = 250 + k \cdot l_{\text{ср}} + \frac{2140}{Q_{\text{с}}} = 250 + 5 \cdot 1,57 + \frac{2140}{20} = 365 кгс/т$$

$k = 5$ - по таблице $l_{\text{ср}} = 1,57 м$

Сила трения: $F_{\text{тр}} = Q_{\text{гр}} \cdot \mu \cdot (1000 - a_{\text{в}}) = 10 \cdot 0,55 \cdot (1 - 0,365) = 3,5 тс$

Ветровая нагрузка: $W_{\text{в}} = 50 \cdot S_{\text{н}} = 0,05 \cdot 7,5 = 0,38 тс$

$$S_{\text{н}} = 1,9 \cdot 0,15 + 2,3 \cdot 0,2 + 0,7 \cdot 0,7 = 7,5 м^2 - \text{см. рис. № 1}$$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{n}} = n \cdot (F_{\text{n}} + W_{\text{в}}) - F_{\text{тр}} = 1,25 \cdot (4,0 + 0,38) - 3,5 = 2,0 тс$$

V Определение усилий в обвязках.

Усилие в обвязке от 1^{ого} сочетания сил:

$$R_{\text{об}}^{\text{н}} = \frac{\Delta F_{\text{пр}}^{\text{об}}}{2 \cdot n \cdot \mu \cdot \sin \alpha}$$

$$\beta = \frac{2,77}{2} - 0,4 = 0,985 м$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{1,52}{0,985} = 1,543 \rightarrow \alpha = 57^{\circ} 03' \quad \sin \alpha = 0,8392$$

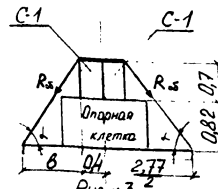


Рис. № 3

$n=6$ — количество обвязок

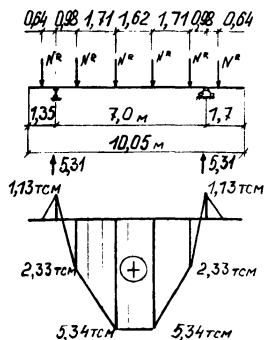
$$R_{об}^{*} = \frac{11,7}{2 \cdot 6 \cdot 0,55 \cdot 0,8392} = 2,11 \text{ тс}$$

Усилие в обвязке от 2^{ой} сочетания сил:

$$R_{об}^{*} = \frac{\Delta F_{об}^{*}}{2 \cdot n \cdot m \cdot \sin \alpha} = \frac{2 \cdot 2,0}{2 \cdot 6 \cdot 0,55 \cdot 0,8392} = 0,72 \text{ тс}$$

Принято: обвязки из проволоки $\phi 6$ мм по 7 нитей в каждой с допускаемым усилением на одну обвязку 2,17 тс.

VI Расчёт на прочность блока С-1 от воздействия обвязок.



Расчётная схема

Эп. М

$$M \leq \frac{\sum F_i \cdot Z_i^2}{Z_{max}} \cdot R_a$$

Рис. 1

$N^* = R_{об}^{*} \cdot \sin \alpha = 2,11 \cdot 0,8392 = 1,77 \text{ тс}$ — вертикальная составляющая от обвязок

$M_{max} = 5,31 \cdot 2,69 - 1,77 \cdot (3,33 + 1,71) = 5,34 \text{ тс м}$

$F = 2,011 \text{ см}^2$ — площадь поперечного сечения одиночного стержня $d=16 \text{ А-III}$

$F_1 = 4F = 4 \cdot 2,011 = 8,04 \text{ см}^2$

$F_2 = 2F = 2 \cdot 2,011 = 4,02 \text{ см}^2$

$$\frac{\sum F_i \cdot Z_i^2}{Z_{max}} = \frac{2 \cdot (8,04 \cdot 30^2 + 4,02 \cdot 18^2 + 4,02 \cdot 6^2)}{30} = 579 \text{ см}^3$$

$R_a = 3000 \text{ кгс/см}^2$ — допускаемое напряжение арматуры А-III

$5,34 \text{ кгс.см} < 579 \cdot 3000 = 1,73,37 \cdot 10^5 \text{ кгс.см}$

Поперечное сечение блока С-1

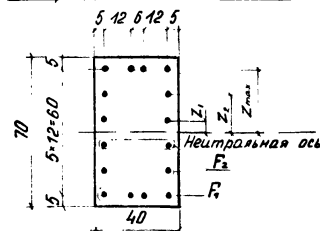


Рис. 2 (размеры в см)

$Z_1 = 6 \text{ см}$

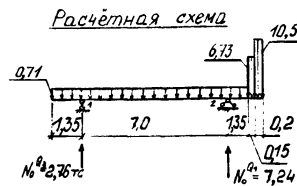
$Z_2 = 18 \text{ см}$

$Z_{max} = 30 \text{ см}$

VII Расчёт подкладок по смятию.

Напряжение смятия подкладки по 1^{ому} сочетанию сил:

$$\sigma_{сж} = \frac{N_0^{*1}}{S_0} \leq [30 \text{ кгс/см}^2]$$



Расчётная схема

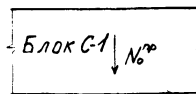
$\sum M_i = 0$

$$N_0^{*1} = 7,0 + \frac{0,71 \cdot 1,35}{2} = \frac{0,71 \cdot 8,35}{2} + 6,73 \cdot 0,15 = 8,425 + 1,05 = 9,475$$

$N_0^{*1} = 7,24 \text{ тс}$ — доля нагрузки, приходящаяся на наиболее загруженную подкладку от собственного веса

Рис. 3

$$N_0^{*2} = N_0^{*1} + \frac{0,71 \cdot R_{об}^{*}}{2 \cdot n \cdot m \cdot \sin \alpha} = 7,24 + \frac{6}{2} \cdot 2,11 \cdot 0,8392 = 12,6 \text{ тс}$$



$S_0 = 2 \cdot 12 \cdot 40 = 960 \text{ см}^2$

Подкладка из 2^х брусьев

Рис. 4

$$\sigma_{сж} = \frac{12,6 \cdot 10^3}{960} = 13,1 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Напряжение смятия подкладки по 2^{ому} сочетанию сил:

$$\sigma_{сж} = \frac{N_0^{*2} + F_в^{*2}}{S_0} \leq [30 \text{ кгс/см}^2]$$

$$N_0^{*2} = N_0^{*1} + \frac{11,65}{2} \cdot R_{об}^{*} \cdot \sin \alpha = 7,24 + \frac{6}{2} \cdot 0,72 \cdot 0,8392 = 9,1 \text{ тс}$$

$F_в^{*2} = a_v \cdot N_0^{*1} = 0,365 \cdot 7,24 = 2,6 \text{ тс}$ — доля вертикальной инерционной силы, приходящаяся на наиболее загруженную подкладку

$$\sigma_{сж} = \frac{(9,1 + 2,6) \cdot 10^3}{960} = 12,2 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

VIII Проверка устойчивости блока С-1 от опрокидывания.

Коэффициент запаса устойчивости блока от опрокидывания вдоль платформы:

$$\eta_{пр} = \frac{Q_{гр}}{F_n \cdot h_{цт} - F_y \cdot h_y} = \frac{3,5}{0,35 - 0} = 10 > [1,25]$$

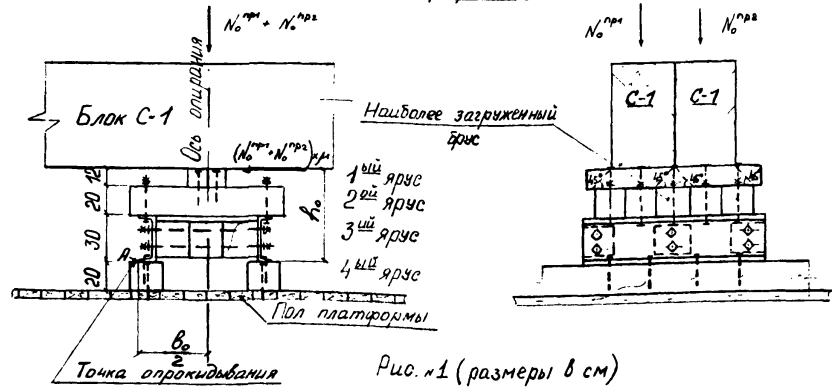
Коэффициент запаса устойчивости блока от опрокидывания

поперёк платформы: $\eta_n = \frac{Q_{гр} \cdot v_n}{F_n \cdot (h_{цт} - h_y) + W_n \cdot (h_{ин} - h_y)} \geq [1,25]$

$v_n = 0,2 \text{ м}$ $h_{ин} = 0,35 \text{ м}$ $h_y = 0$

$$\eta_n = \frac{10 \cdot 0,2}{3,3 \cdot (0,35 - 0) + 0,38 \cdot (0,35 - 0)} = 1,55 > [1,25]$$

IX Проверка устойчивости опорной клетки против опрокидывания вдоль платформы.



$$v_0 \geq \frac{2 \cdot [1,25 \cdot (N_0^{пр} + N_0^{об}) \cdot \mu \cdot h_0 - F_y \cdot h_y]}{(N_0^{пр} + N_0^{об})}$$

$h_y = 0$ $v_0 = 2 \cdot 1,25 \cdot \mu \cdot h_0 = 2,5 \cdot 0,55 \cdot 62 = 85 \text{ см}$

Принято: $v_0 = 88 \text{ см}$

X Расчёт креплений ярусов опорной клетки.

Прикрепление 1^{ого} яруса ко 2^{ому} ярусу гвоздями

контакт: дерево по дереву $\mu_1 = 0,45$

Количество гвоздей $d = 6 \text{ мм}$ $l_{гв} = 200 \text{ мм}$ для крепления одного бруса

1^{ого} яруса к брусам 2^{ого} яруса:

$$n_{гв} = \frac{Q_{гр} \cdot (\mu - \mu_1) + 2 \cdot \pi \cdot l_{гв} \cdot R_{гв} \cdot \sin \alpha \cdot (\mu - \mu_1)}{\pi \cdot d^2 \cdot R_{гв}}; \quad n_{гв}^n \cdot 4 \quad R_{гв} = 108 \text{ кгс}$$

$$n_{гв} = \frac{20 \cdot (0,55 - 0,45) + 2 \cdot 6 \cdot 2,11 \cdot 0,8392 \cdot (0,55 - 0,45)}{4 \cdot 0,108} = 10,26$$

Принято: на один брус приходится 10 гвоздей $d = 6 \text{ мм}$ $l = 200 \text{ мм}$

Прикрепление 2^{ого} яруса к 3^{ему} ярусу болтами

контакт: дерево по металлу $\mu_2 = 0,4$

Каждый из 5 брусков 2^{ого} яруса прикрепляется 2^{мя} болтами по концам к швеллерам 3^{его} яруса. Всего 20 болтов на две опорные клетки.

$T = 250 \cdot d^2$ — наименьшая расчётная несущая способность болта

$$d = \sqrt{\frac{Q_{гр} \cdot (\mu - \mu_2) + 2 \cdot \pi \cdot l_{б} \cdot R_{б} \cdot \sin \alpha \cdot (\mu - \mu_2)}{\pi \cdot 250}}$$

$$d = \sqrt{\frac{20 \cdot (0,55 - 0,4) + 2 \cdot 6 \cdot 2,11 \cdot 0,8392 \cdot (0,55 - 0,4) \cdot 10^3}{20 \cdot 250}} = 1,12 \text{ см}$$

Принято: болты $d = 12 \text{ мм}$, $l = 240 \text{ мм}$

Прикрепление 3^{его} яруса к 4^{ому} ярусу костылями

контакт: металл по дереву $\mu_2 = 0,4$

$T = 250 \cdot d^2 = 250 \cdot 1,6^2 = 640 \text{ кгс}$ — наименьшая расчётная несущая способность костыля

Количество костылей на 2 опорные клетки:

$$n_k = \frac{Q_{гр} \cdot (\mu - \mu_2) + 2 \cdot \pi \cdot l_{к} \cdot R_{к} \cdot \sin \alpha \cdot (\mu - \mu_2)}{T} = \frac{20 \cdot (0,55 - 0,4) + 2 \cdot 6 \cdot 2,11 \cdot 0,8392 \cdot (0,55 - 0,4)}{0,640} = 10$$

Принято: каждый швеллер 3^{его} яруса прикрепляется 4^{мя} костылями к брусу 4^{ого} яруса. Всего 16 костылей на 2 опорные клетки

Прикрепление 4^{евс} яруса к полу платформы гвоздями

контакт: дерево по дереву $\mu = 0,45$

Количество гвоздей $d = 8$ мм, $l_{гв} = 250$ мм для крепления одного бруса 4^{евс} яруса к полу платформы:

$$n_{гв} = \frac{Q_{евс} \cdot (\mu - \mu_1) + 2 \cdot P_{гв} \cdot R_{гв}^2 \cdot \sin \alpha + (\mu - \mu_1)}{n_{гв}^0 \cdot R_{гв}} = \frac{20 \cdot (0,55 - 0,45) + 2 \cdot 6 \cdot 2,11 \cdot 0,8392 \cdot (0,55 - 0,45)}{4 \cdot 0,192} = 6,26$$

$n_{гв}^0 = 4$ $R_{гв} = 192$ кгс

Принято: каждый брус 4^{евс} яруса прикрепляется к полу платформы 8 ^{штук} гвоздями $d = 8$ мм, $l_{гв} = 250$ мм.

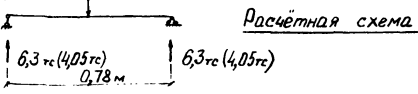
XI Расчёт на прочность бруса 2^{евс} яруса опорной клетки.

Расчет ведется на средний брус — наиболее загруженный (см. рис. №1 на листе №6)

$$N_0^{np1} = N_0^a + \frac{P_{гв}}{2} \cdot R_{гв} \cdot \sin \alpha = 7,24 + \frac{6}{2} \cdot 2,11 \cdot 0,8392 = 12,6 \text{ тс}$$

$$N_0^{np2} = N_0^{a2} + \frac{P_{гв}}{2} \cdot R_{гв} \cdot \sin \alpha = 2,76 + \frac{6}{2} \cdot 2,11 \cdot 0,8392 = 8,1 \text{ тс}$$

$\therefore 0,39 \text{ м}$ $N_0^a = 12,6 \text{ тс}$ (8,1 тс)



$$\sigma_2 = \frac{M}{W} \leq [120 \text{ кгс/см}^2]$$

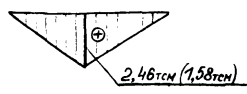


Рис №1 (в скобках даны величины для N_0^{np2})

$$W = \frac{b h^2}{6} = \frac{20 \cdot 20^2}{6} = 1333 \text{ см}^3 \text{ — момент сопротивления изгибу бруса сеч } 20 \times 20 \text{ см}$$

$n_2 = 3$ — количество брусков, воспринимающих изгибающий момент

Напряжение изгиба бруса от N_0^{np1} :

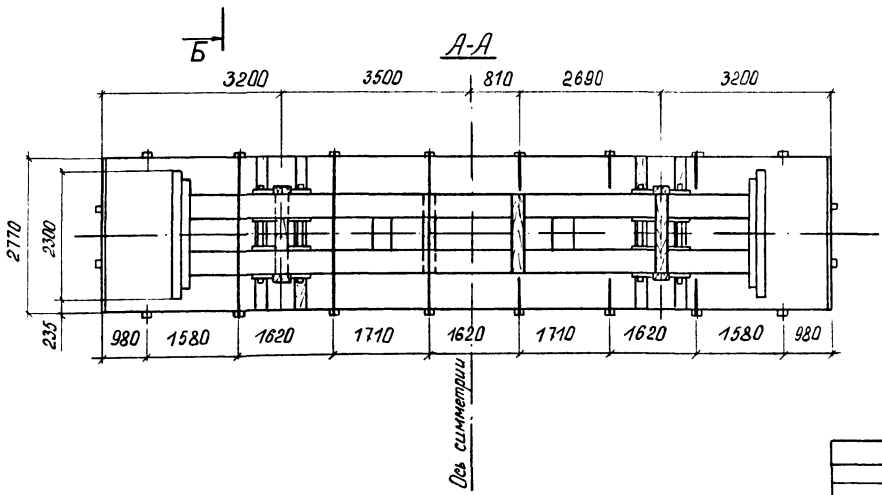
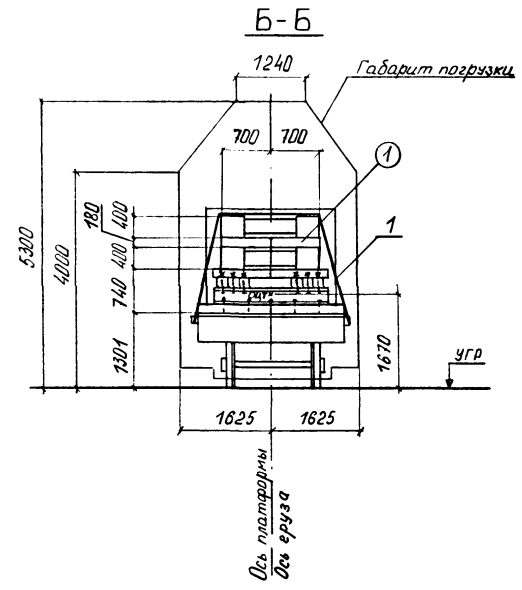
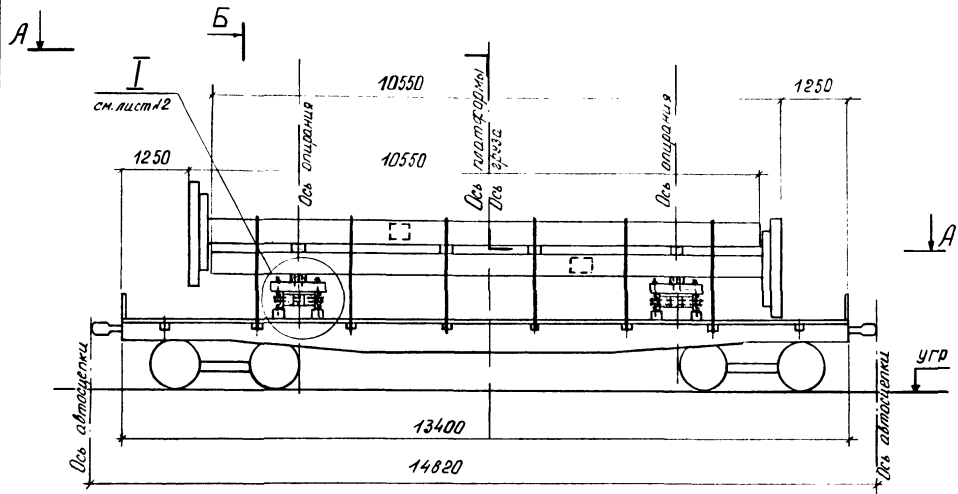
$$\sigma_1 = \frac{2,46 \cdot 10^5}{1333 \cdot 3} = 61,5 \text{ кгс/см}^2$$

Напряжение изгиба бруса от N_0^{np2} :

$$\sigma_2 = \frac{1,58 \cdot 10^5}{1333 \cdot 3} = 39,5 \text{ кгс/см}^2$$

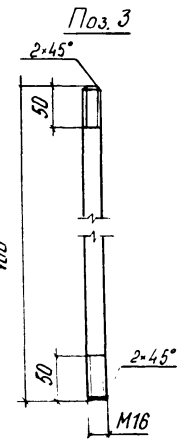
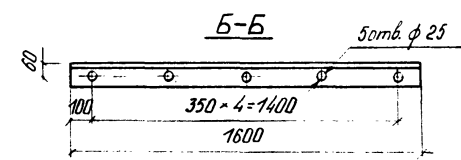
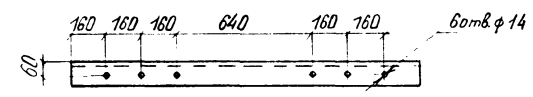
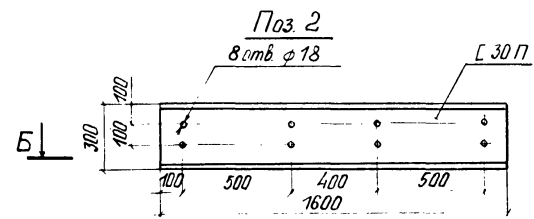
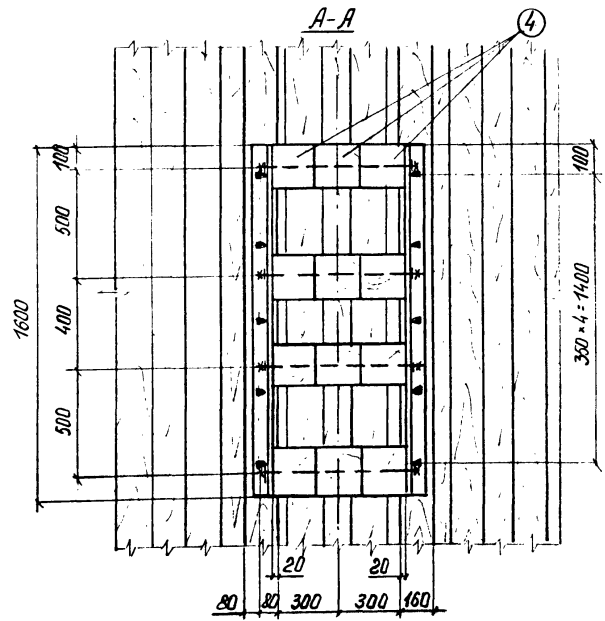
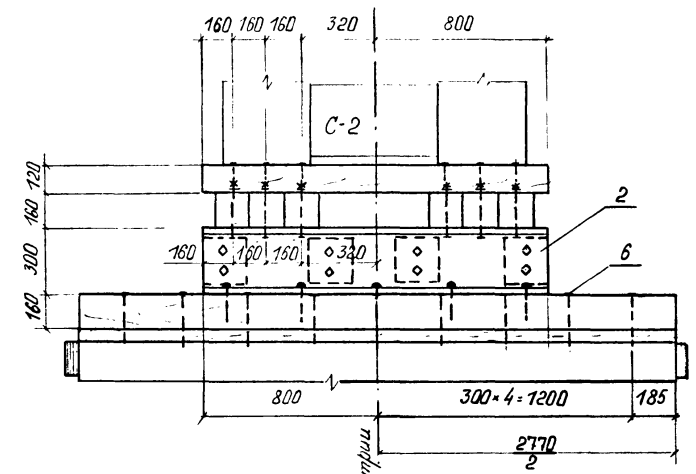
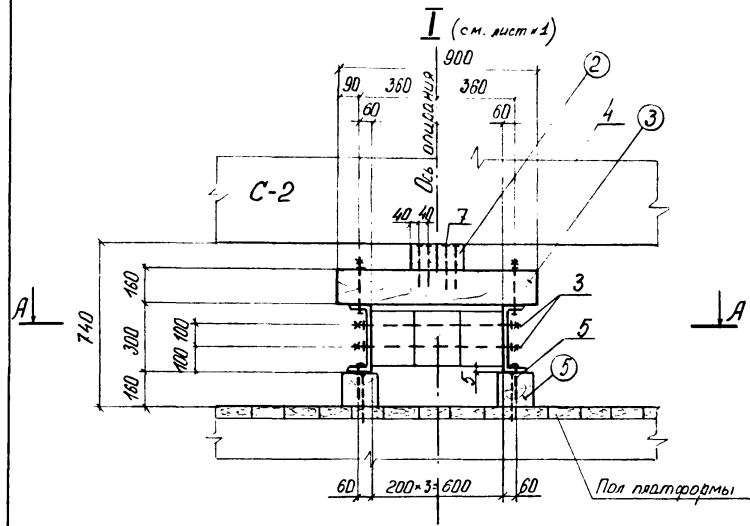
$$\sigma_1 + \sigma_2 = 61,5 + 39,5 = 100 \text{ кгс/см}^2 < [120 \text{ кгс/см}^2]$$

Вывод: условие прочности бруса по изгибающему моменту выполняется.



Продольные борта платформы условно не показаны.

2539-08.03.01		
Нач. отд. / ГИП / Норм. кон. / Разр. кон. / Инженер	Грозненский / Подольский / Новоладовский / Гуревич / Титова	<i>[Handwritten signatures]</i>
Размещение и крепление блоков С-2 стоечных опор пешеходных мостов на жд. платформе.		Литер. / Лист / Листов
		РП / 1 / 8
		Гипротранспелть



2539-08.03.01.

Характеристика схемы погрузки

№ п/п	Наименование	Изм	Величина
1	Расстояние между опорными клетками	мм	7000
2	Высота обцега цт платформы с грузом относительно УГР	мм	1670
3	Вес одного блока	т	11,2
4	Вес груза (2 блока)	т	22,4
5	Смещение цт груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение цт груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№ поз	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол шт	Масса, кг		Материал	Примеч.
					ед.	общ.		
1	Обвязка из проволоки $\varnothing = 30 \text{ мм}$	7ф6	39090	6	8,67	52,0	Сталь по ГОСТ 4085-79	ГОСТ 3282-74
2	Швеллер	[30 П	1600	4	50,88	203,5	Сталь 09Г2 по ГОСТ 19282-75	ГОСТ 8240-72
3	Гяж с двумя гайками и двумя шайбами	M16	700	16	1,2	19,2	Болт по ГОСТ 19282-75	ГОСТ 7798-70*
4	Болт с гайкой и двумя шайбами	M12	200	24	0,251	6,0	Гайка по ГОСТ 1054-74	ГОСТ 5915-70*
5	Ж-д костыль	—	165	20	0,378	7,6	Шайба по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 11371-68*
6	Гвоздь	d = 6	200	44	0,044	1,9	—	ГОСТ 5872-51
7	Гвоздь	d = 8	250	36	0,0985	3,5	Ст. 2 по	ГОСТ 283-75,
Итого металла:						294		ГОСТ 380-71* ГОСТ 4028-63

Спецификация лесоматериалов

№ поз	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол шт.	Объем, м ³		Материал	Примеч.
					ед.	общ.		
1	Прокладной брус	18*26	140	4	0,047	0,19	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-66***
2	Брус	12*12	160	4	0,023	0,09		
3	Брус	16*16	90	12	0,023	0,28		
4	Брус	20*20	29	24	0,012	0,28		
5	Брус	16*16	277	4	0,071	0,28		
Итого лесоматериалов:						1,1		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе железобетонных блоков С-2 стоечных опор пешеходных мостов, изготовленных по типовому проекту инв. №728/Г. Платформа принята грузоподъемностью 62+66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.

2. Перевозка разработана для блоков С-2 северного исполнения, имеющих наибольшие размеры и вес. Блоки перевозятся на платформе в два яруса. Нижний блок устанавливается на опорные клетки. Между нижним и верхним блоками находятся прокладные брусья. Общий центр тяжести груза располагается на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы.

3. Для предотвращения поперечного и продольного смещений блоков стоечных опор служат обвязки из проволочных скруток. Обвязки увязываются за стоечные скобы платформы.

4. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанные блоки на платформе вписываются в габарит погрузки.

5. Торцовые борта платформы закрываются, а боковые откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 198Гг..

2539-08.03.01.

Лист

3

Расчёт к погрузке

I Характеристика груза

Груз — 2 ж.б. блока С-2
 Длина груза — 10,9 м
 Ширина груза — 2,3 м
 Вес груза (2 блока) = 11,2 * 2 шт = 22,4 т
 Координаты цт блока: x = 4,0 м
 (см. черт. 2539-08.01.01 лист. 1) y = 4,2 м

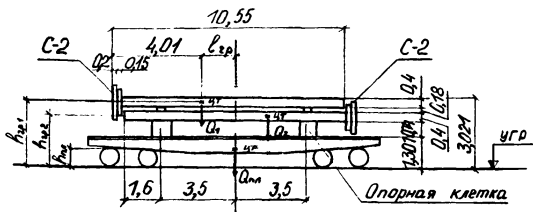
II Характеристика платформы

Платформа четырёхосная
 База платформы — 9,72 м
 Вес платформы — 2,2 т
 Положение цт от УГР — 0,8 м

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$r_{\text{цтг}} = \frac{\sum Q_{\text{гр}} \cdot r_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}} \cdot r_{\text{пл}}}{\sum Q_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}}} \leq 2,3 \text{ м}$$



$l_{\text{гр}} = 1,44 \text{ м}$
 $r_{\text{гр}} = 2,821 \text{ м}$
 $r_{\text{гр}_2} = 2,241 \text{ м}$
 $r_{\text{пл}} = 0,8 \text{ м}$

Поперечная ось платформы

$$r_{\text{цтг}} = \frac{11,2 \cdot (2,821 + 2,241) + 2,2 \cdot 0,8}{11,2 \cdot 2 + 2,2} = 1,67 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Рис. 1

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{\text{пл}} + 2 \cdot S_{\text{н}} + 2 \cdot S_{\text{гр}} = 13 + 2 \cdot 4,65 + 2 \cdot 0,5 = 23,3 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{н}} = (10,2 \cdot 0,4 + 1,8 \cdot 0,2 + 1,4 \cdot 0,15) = 4,65 \text{ м}^2 - \text{для одного блока}$$

$$S_{\text{гр}} = 0,74 \cdot 0,7 = 0,5 \text{ м}^2$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

IV Определение усилий, действующих на верхний блок.

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{\text{гр}}' = a_{\text{гр}} \cdot Q_1 = 1,129 \cdot 11,2 = 12,6 \text{ тс}$

$$a_{\text{гр}} = a_{22} - \frac{Q_{\text{гр}}^2 (a_{22} - a_{10})}{63} = 1,2 - \frac{22,4 \cdot (1,2 - 1,0)}{63} = 1,129 \text{ тс/т}$$

$Q_{\text{гр}}' = 22,4 \text{ т}$ — общий вес груза

Сила трения: $F_{\text{тр}}'' = Q_1 \cdot \mu = 11,2 \cdot 0,55 = 6,2 \text{ тс}$

$\mu = 0,55$ — коэффициент трения ж.б. блока по деревянной прокладке

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{гр}}' = F_{\text{гр}}' - F_{\text{тр}}'' = 12,6 - 6,2 = 6,4 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_{\text{н}}' = a_{\text{н}} \cdot Q_1 = 0,4 \cdot 11,2 = 4,5 \text{ тс}$

$$a_{\text{н}} = a_{\text{с}} + \frac{2 \cdot (a_{\text{ш}} - a_{\text{с}})}{L_{\text{ср}}} \cdot l_{\text{ср}} = 0,33 + \frac{2 \cdot (0,55 - 0,33)}{9,72} \cdot 1,44 = 0,4 \text{ тс/т}$$

Вертикальная инерционная сила: $F_{\text{в}}' = a_{\text{в}} \cdot Q_1 = 0,353 \cdot 11,2 = 4,0 \text{ тс}$

$$a_{\text{в}} = 250 + k \cdot l_{\text{ср}} + \frac{2140}{Q_{\text{гр}}} = 250 + 5 \cdot 1,44 + \frac{2140}{22,4} = 353 \text{ кгс/т}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}}'' = Q_1 \cdot \mu = (1000 - a_{\text{в}}) = 11,2 \cdot 0,55 \cdot (1 - 0,353) = 4,0 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_{\text{н}}' = 50 \cdot S_{\text{н}} = 0,05 \cdot 4,65 = 0,23 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{н}}' = \mu \cdot (F_{\text{н}}' + W_{\text{н}}') - F_{\text{тр}}'' = 1,25 \cdot (4,5 + 0,23) - 4,0 = 1,9 \text{ тс}$$

V Определение усилий, действующих на груз (на два блока).

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{\text{гр}}'' = a_{\text{гр}} \cdot Q_{\text{гр}} = 1,129 \cdot 22,4 = 25,3 \text{ тс}$

Сила трения: $F_{\text{тр}}'' = Q_{\text{гр}} \cdot \mu = 22,4 \cdot 0,55 = 12,3 \text{ тс}$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{гр}}'' = F_{\text{гр}}'' - F_{\text{тр}}'' = 25,3 - 12,3 = 13,0 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_{\text{н}}'' = a_{\text{н}} \cdot Q_{\text{гр}} = 0,33 \cdot 22,4 = 7,4 \text{ тс}$

$a_{\text{н}} = 0,33 \text{ тс/т}$ — (по табл.)

Вертикальная инерционная сила: $F_6'' = a_6'' \cdot Q_{гр} = 0,346 \cdot 22,4 = 7,8 \text{ тс}$

$a_6'' = 250 + k \cdot v_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} = 250 + \frac{2140}{22,4} = 346 \text{ кгс/т}$

$k=5$ (по табл.) — при опирании груза на одну платформу $v_{гр}=0$

Сила трения: $F_{тр}'' = Q_{гр} \cdot \mu \cdot (1000 - a_6'') = 22,4 \cdot 0,55 \cdot (1 - 0,346) = 8,1 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_n'' = 50 \cdot 2 \cdot S_n = 0,05 \cdot 2 \cdot 4,65 = 0,46 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_n'' = n \cdot (F_n'' + W_n'') - F_{тр}'' = 1,25 \cdot (7,4 + 0,46) - 8,1 = 1,7 \text{ тс}$

VI Определение усилий в обвязках.

Усилие в обвязке от 1^{ого} сочетания сил:

$R_{об}^{np} = \frac{\Delta F_{тр}''}{2 \cdot n \cdot \mu \cdot \sin \alpha}$

$h = \frac{2,77}{2} - 0,7 = 0,685 \text{ м}$

$R = 1,72 \text{ тс}$

$t_{гр} \cdot \alpha = \frac{h}{R} = \frac{1,72}{0,685} = 2,5109 \rightarrow \alpha = 68^\circ 17'$

$\sin \alpha = 0,929$ $n=6$ — количество обвязок

$R_{об}^{np} = \frac{13,0}{2 \cdot 6 \cdot 0,55 \cdot 0,929} = 2,12 \text{ тс}$

Усилие в обвязке от 2^{ого} сочетания сил:

$R_{об}'' = \frac{\Delta F_n''}{2 \cdot n \cdot \mu \cdot \sin \alpha} = \frac{1,9}{2 \cdot 6 \cdot 0,55 \cdot 0,929} = 0,31 \text{ тс}$

Принято: обвязки из проволоки $\phi 6 \text{ мм}$ по 7 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну обвязку 2,17 тс

VII Расчет на прочность блока С-2.

а) от воздействия обвязок

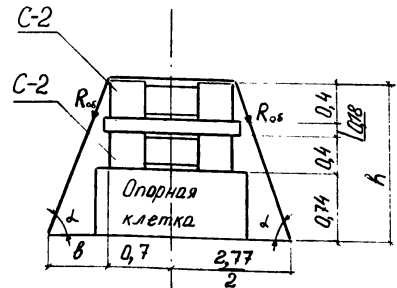
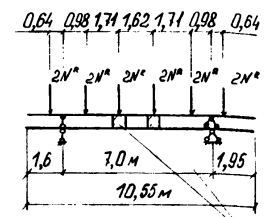
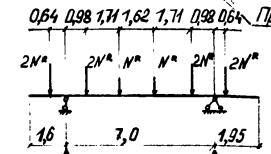


Рис. №1



Расчётная схема для двух блоков



Расчётная схема для верхнего блока

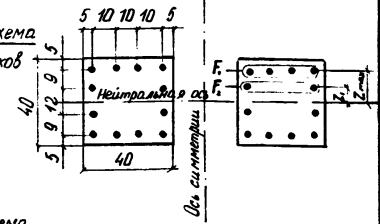


Рис. №3

(размеры в см)
 $N'' = R_{об}'' \cdot \sin \alpha = 2,12 \cdot 0,9290 = 1,97 \text{ тс}$ — вертикальная составляющая от обвязки

Эп М

$Z = 6 \text{ см}$
 $Z_{max} = 15 \text{ см}$

$F_1 = 4F = 4 \cdot 2,011 = 8,04 \text{ см}^2$
 $F_2 = 2F = 2 \cdot 2,011 = 4,02 \text{ см}^2$

$F = 2,011 \text{ см}^3$ — площадь поперечного сечения одиночного стержня $d=16 \text{ А-III}$

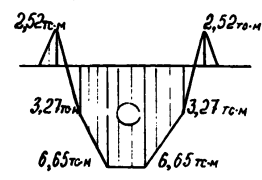
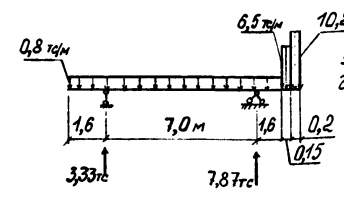
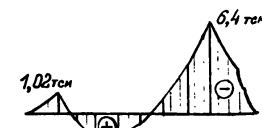


Рис. №2

б) от собственного веса



Расчётная схема для верхнего блока



Эп М

Рис. №4

Максимальный суммарный момент от воздействия обвязок и собственного веса - $M_{max} = 2,52 \cdot 6,4 = 8,92 \text{ тс м}$

$$M \leq \frac{\sum F_i \cdot z_i^2}{z_{max}} \cdot R_a$$

$R_a = 3000 \text{ кгс/см}^2$ - допускаемое напряжение арматуры А-III

$$\frac{\sum F_i \cdot z_i^2}{z_{max}} \cdot R_a = 2 \cdot \frac{2 \cdot (8,04 \cdot 15^2 + 4,02 \cdot 6^2)}{15} \cdot 3000 = 15,63 \cdot 10^5 \text{ кгс см}$$

$$8,92 \text{ тс м} < 15,63 \text{ тс м}$$

Вывод: условие прочности выполняется.

VIII Определение ширины прокладки.

Высота прокладки принята $h_0 = 18 \text{ см}$
 Ширина прокладки из условия обеспечения устойчивости её от опрокидывания: $b_0 \gg \frac{2 \cdot (1,25 \cdot N_0^{op} \cdot \mu \cdot h_0 - P_2 \cdot h_2)}{N_0^{op}}$; $h_2 = 0$

$$b_0 = 2 \cdot 1,25 \cdot 0,55 \cdot 18 = 24,7 \text{ см}$$

Принято: прокладка сек. $18 \cdot 26 \text{ см}$ $l = 140 \text{ см}$

IX Расчёт прокладок по смятию.

Напряжение смятия прокладки от 1^{ого} сочетания сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_0^{op}}{S_0} \leq [18 \text{ кгс/см}^2]$$

$$N_0^{op} = N_0^{av} + 5 \cdot N^k = 7,87 + 5 \cdot 1,97 = 17,72 \text{ тс}$$

$N_0^{av} = 7,87 \text{ тс}$ - доля нагрузки, приходящаяся на наиболее загруженную прокладку от веса верхнего блока (см. рис. №4 на листе М)

$5 \cdot N^k = 5 \cdot 1,97 = 9,85 \text{ тс}$ - вертикальная составляющая от обвязок (см. рис. №2 на листе М)

$$S_0 = 18 \cdot 40 + 18 \cdot 40 = 1440 \text{ см}^2$$

$$\sigma_{см} = \frac{17,72 \cdot 10^3}{1440} = 12,3 \text{ кгс/см}^2 < [18 \text{ кгс/см}^2]$$

Напряжение смятия прокладки от 2^{ого} сочетания сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_0^{av} + F_v^a}{S_0} \leq [18 \text{ кгс/см}^2]$$

$$N_0^{av} = N_0^{av} + 5 \cdot R_{об}^a \cdot \sin \alpha = 7,87 + 5 \cdot 0,31 \cdot 0,9275 = 9,31 \text{ тс}$$

$F_v^a - a_v = N_0^{av} = 0,353 \cdot 7,87 = 2,78 \text{ тс}$ - доля вертикальной инерционной силы, приходящаяся на наиболее загруженную прокладку

$$\sigma_{см} = \frac{(9,31 + 2,78) \cdot 10^3}{1440} = 8,4 \text{ кгс/см}^2 < [18 \text{ кгс/см}^2]$$

X Проверка устойчивости опорной клетки против опрокидывания вдоль платформы.

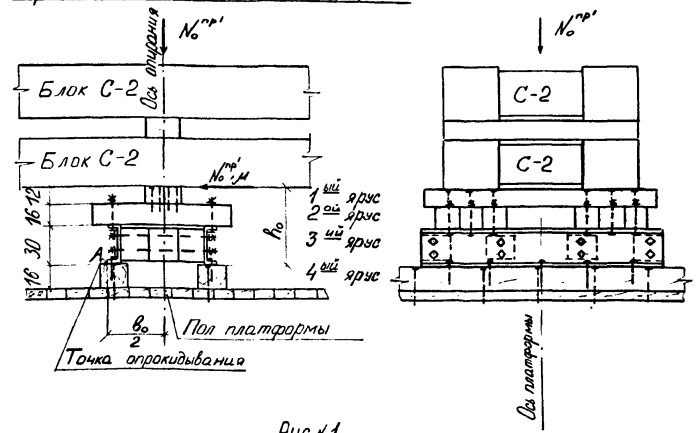


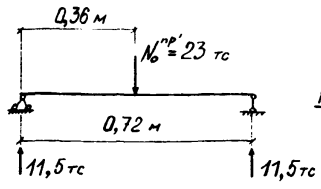
Рис. №1

$$b_0 \gg \frac{2 \cdot (1,25 \cdot N_0^{op} \cdot \mu \cdot h_0 - P_2 \cdot h_2)}{N_0^{op}} ; h_2 = 0 ; h_0 = 58 \text{ см}$$

$$b_0 = 2,5 \cdot 0,55 \cdot 58 = 80 \text{ см}$$

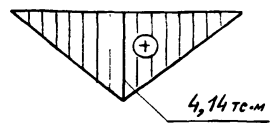
Принято: $b_0 = 80 \text{ см}$

XI Расчёт на прочность бруса 2^{ого} яруса опорной клетки.



Расчётная схема

$$\sigma_{из} = \frac{M}{W} \leq [120 \text{ кгс/см}^2]$$



Эп М

Брус сеч 16×16 см

$$W = \frac{bR^2}{6} = \frac{16 \cdot 16^2}{6} = 683 \text{ см}^3 \text{ — момент сопротивления одного бруса}$$

n = 6 шт — количество брусьев, воспринимающих момент (см. рис. №1 на листе в)

$$N_0^{np} = Q_1 + n \cdot \mu \cdot R_{ос}^{np} \cdot \sin \alpha = 11,2 + 6 \cdot 2,12 \cdot 0,9275 = 23 \text{ тс}$$

Напряжение при изгибе бруса:

$$\sigma_{из} = \frac{4,14 \cdot 10^5}{6 \cdot 683} = 101 \text{ кгс/см}^2 < [120 \text{ кгс/см}^2]$$

Вывод: условие прочности бруса по изгибающему моменту выполняется.

XII Расчёт креплений ярусов опорной клетки.

Прикрепление 1^{ого} яруса ко 2^{ому} ярусу гвоздями

контакт: дерево по дереву $\mu_1 = 0,45$

Количество гвоздей d=6 мм $\ell_{гв} = 200$ мм для крепления одного бруса

1^{ого} яруса к брусам 2^{ого} яруса:

$$n_{гв} = \frac{Q_{гв} \cdot (\mu - \mu_1) + 2 \cdot n_{ос} \cdot R_{ос}^{гв} \cdot \sin \alpha \cdot (\mu - \mu_1)}{n_{гв}^* \cdot R_{гв}}$$

$n_{гв}^* = 4$ — количество прикрепляемых брусьев 1^{ого} яруса (см. рис. №1 на листе в)

$R_{гв} = 108$ кгс $\mu = 0,55$ — коэффициент трения железобетона по дереву

$$n_{гв} = \frac{22,4 \cdot (0,55 - 0,45) + 2 \cdot 6 \cdot 2,12 \cdot 0,9275 \cdot (0,55 - 0,45)}{4 \cdot 108 \cdot 10^{-3}} = \frac{4,6 \cdot 10^3}{4 \cdot 108} = 11 \text{ шт.}$$

Принято: каждый брус 1^{ого} яруса прикрепляется 11^{шт} гвоздями d=6 мм $\ell_{гв} = 200$ мм к брусам 2^{ого} яруса.

Прикрепление 2^{ого} яруса к 3^{ему} ярусу болтами

контакт: дерево по металлу $\mu_2 = 0,4$

Каждый из 6^{ти} брусьев 2^{ого} яруса прикрепляется 2^{мя} болтами по концам к швеллерам 3^{его} яруса. Всего 24 болта на две опорные клетки

Определение диаметра болта.

$T = 250d^2$ — наименьшая несущая способность болта;

$$T = \frac{Q_{гв}^* \cdot (\mu - \mu_2) + 2 \cdot n_{ос} \cdot R_{ос}^{гв} \cdot \sin \alpha \cdot (\mu - \mu_2)}{n_{гв}}$$

$$d = \sqrt{\frac{22,4 \cdot (0,55 - 0,4) + 2 \cdot 6 \cdot 2,12 \cdot 0,9275 \cdot (0,55 - 0,4)}{24 \cdot 250} \cdot 10^3} = 1,05 \text{ см}$$

Принято: болты d=12 мм $\ell = 200$ мм.

Прикрепление 3^{его} яруса к 4^{ому} ярусу костылями

контакт: металл по дереву $\mu_3 = 0,4$

$T = 250d^2 = 250 \cdot 1,6^2 = 640$ кгс — наименьшая расчётная несущая способность костыля;

Количество костылей на 2 опорные клетки:

$$n_{кост} = \frac{Q_{гв}^* \cdot (\mu - \mu_3) + 2 \cdot n_{ос} \cdot R_{ос}^{гв} \cdot \sin \alpha \cdot (\mu - \mu_3)}{T} = \frac{22,4 \cdot (0,55 - 0,4) + 2 \cdot 6 \cdot 2,12 \cdot 0,9275 \cdot (0,55 - 0,4)}{640} = 11 \text{ кост.}$$

Принято: каждый швеллер 3^{его} яруса прикрепляется 5^{ью} костылями к брусу 4^{ого} яруса. Всего 20 костылей на 2 опорные клетки.

Прикрепление 4^{ого} яруса к полу платформы гвоздями

контакт: дерево по дереву $\mu_4 = 0,45$

Количество гвоздей d=8 мм $\ell_{гв} = 250$ мм для крепления одного бруса 4^{ого} яруса к полу платформы:

$$n_{гв} = \frac{Q_{гв}^* \cdot (\mu - \mu_4) + 2 \cdot n_{ос} \cdot R_{ос}^{гв} \cdot \sin \alpha \cdot (\mu - \mu_4)}{n_{гв}^* \cdot R_{гв}} = \frac{22,4 \cdot (0,55 - 0,45) + 2 \cdot 6 \cdot 2,12 \cdot 0,9275 \cdot (0,55 - 0,45)}{4 \cdot 192} = 6,2 \text{ шт.}$$

$n_{гв}^* = 4$ $R_{гв} = 192$ кгс

Принято: каждый брус 4^{ого} яруса прикрепляется к полу платформы 9^{ью} гвоздями d=8 мм $\ell = 250$ мм.

XIII Расчёт подкладок по смятию.

Напряжение смятия подкладки от 1^{ого} сочетания сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_o^{np}}{S_o} \leq [30 \text{ кгс/см}^2]$$

$$N_o^{np} = \frac{Q_{ш}^o + 2 \cdot \pi_{об} \cdot R_{об}^o \cdot \sin \alpha}{2} = \frac{22,4 + 2 \cdot 6 \cdot 2,12 \cdot 0,9290}{2} = 23,0 \text{ тс} - \text{нагрузка,}$$

приходящаяся на одну подкладку.

Подкладка состоит из 2^х брусьев сеч. 12×12 см каждый

$$S_o = 2 \cdot (12 \cdot 40 + 12 \cdot 40) = 1920 \text{ см}^2$$

$$\sigma_{см} = \frac{23 \cdot 10^3}{1920} = 12,0 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Напряжение смятия подкладки от 2^{ого} сочетания сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_o^n + F_6^n}{S_o} \leq [30 \text{ кгс/см}^2]$$

$$N_o^n = \frac{Q_{ш}^o + 2 \cdot \pi_{об} \cdot R_{об}^o \cdot \sin \alpha}{2} = \frac{22,4 + 2 \cdot 6 \cdot 0,31 \cdot 0,9290}{2} = 12,9 \text{ тс} - \text{нагрузка,}$$

приходящаяся на одну подкладку от веса 2^х блоков и вертикальной составляющей обвязок.

$$F_6^n = \frac{F_6^n}{2} = \frac{7,8}{2} = 3,9 \text{ тс} - \text{вертикальная инерционная сила, действующая на подкладку.}$$

$$\sigma_{см} = \frac{(12,9 + 3,9) \cdot 10^3}{1920} = 8,8 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

РАЗДЕЛ 9. ПОГРУЗКА, РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ Ж.-Б. ПЛИТ БЕЗБАЛЛАСТНОГО
МОСТОВОГО ПОЛОТНА / ПРОЕКТ ЛЕНГИПРОТРАНСМОСТА, 1973г /
НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМАХ.

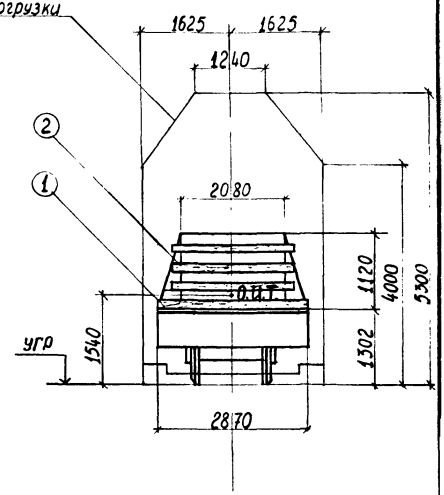
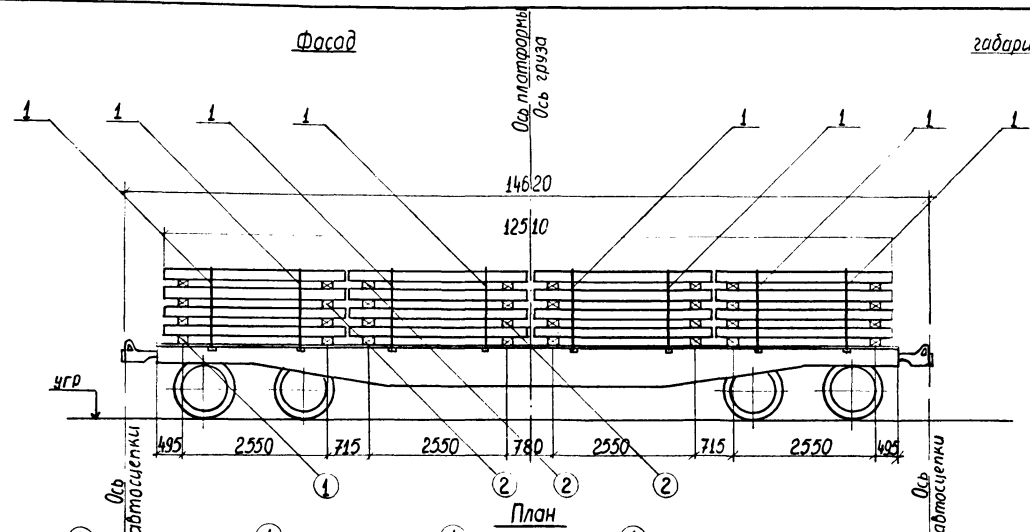
СОСТАВ РАЗДЕЛА

№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
I	2	3	4
I	2539-09.01.01.	Размещение и крепление ж.-б. плит безбалластного мостового полотна на ж.-д. платформах.	199 + 202

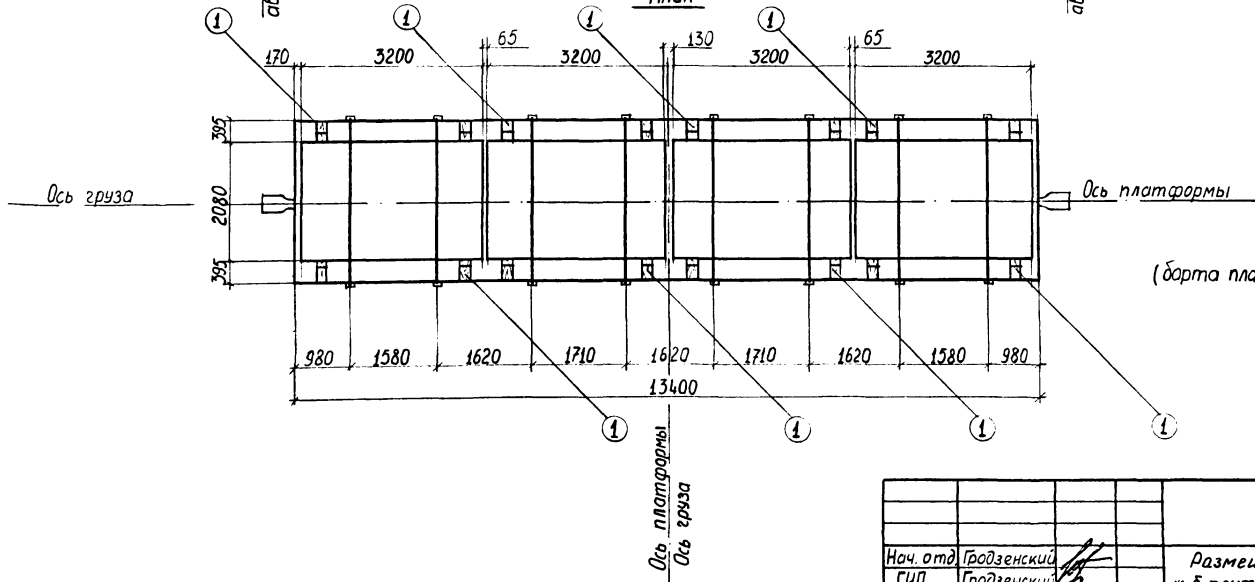
				2539-0900.00.		
Нач. отд.	Грозненский			Литер	Лист	Листов
ГИП	Грозненский			РП	1	1
Норм. кон.	Новолодский			Состав раздела 9. Гипротранспуть		
Рук. эркт.	Гуревич					
Инженер	Надь					

Фасад

габарит погрузки



План



(борта платформы условно не показаны)

			2539-09.01.01.			
Нач. отд.	Гродзенский		Размещение и крепление ж-б плит безбалластного мастоваго полотна на ж-д платформе.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский			рп	1	4
Н. контр.	Новолодский			Гипротранспуть		
Рук. гр.	Гуревич					
Инженер	Данков					

Характеристика схемы погрузки.

№№ п/п	Наименование	Едизм	Величина
1	Высота ц.т. груза относительно пола платформы	мм	620
2	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно у.г.р.	мм	1540
3	Масса груза	т	43,2
4	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
5	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла креплений

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Примечание
					ед.	общ.		
1	Обвязка из проволоки	8 ϕ 7,5	36800	8	12,8	102	Сталь по гост 14085-79	ГОСТ 3282-74
Итого металла:						102		

Спецификация лесоматериалов.

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Примечание
					ед.	общ.		
①	Подкладка	12*18	287	8	0,062	0,5	Сосна, ель	ГОСТ
2	Прокладка	12*18	240	24	0,052	1,25	(не ниже 3 сорта)	8486-66*
Итого лесоматериалов:						1,8		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^хосной платформе безбалластных железобетонных плит БП1, изготовленных по проекту Ленгипротрансмоста 1973г. Плиты БП2; БП3; БП4, подобные по конструкции плитам БП1, перевозятся аналогично. Платформа принята грузоподъемностью 62-66т, постройки с 1965г на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Плиты размещаются симметрично относительно продольной и поперечной осей платформы,
- Плиты устанавливаются на подкладки и прокладки, представляющие собой брусья 120х180мм. Подкладки прибиваются к полу вагона гвоздями $d=6$ мм.
- Для предотвращения поперечного и продольного смещений плит служат обвязки, состоящие из 8 проволок $\phi 7,5$ мм. Обвязки увязываются за стоечные скобы платформы.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м, указанные плиты на платформе вписываются в габарит погрузки.
- Боковые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981 г.

Расчет к погрузке

I Характеристика груза.

Груз - безбалластные железобетонные плиты
 Количество плит - 16 шт
 Длина плиты - 3,2 м
 Ширина плиты - 2,08 м
 Высота плиты - 0,209 м
 вес плиты - 2,7 т
 Общая высота груза - 1,12 м
 Общий вес груза - 43,2 т

II Характеристика платформы.

Платформа четырехосная
 База - 9,72 м
 вес платформы - 22 т
 Положение Ц.Т. от У.Г.Р. - 0,8 м

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$r_{0.ч.г.} = \frac{Q_{гр.} \cdot r_{гр.} + Q_{пл.} \cdot r_{пл.}}{Q_{гр.} + Q_{пл.}} \leq 2,3 \text{ м}$$

$$r_{пл.} = 0,8 \text{ м}; \quad r_{гр.} = H_{пл.} + H_{гр.}^{Ц.Т.}; \quad r_{гр.} = 1,302 + 0,62 = 1,92 \text{ м}$$

$$H_{пл.} = 1,302 \text{ м}, \quad H_{гр.}^{Ц.Т.} = 0,62 \text{ м}$$

$$r_{0.ч.г.} = \frac{43,2 \times 1,92 + 22 \times 0,8}{43,2 + 22} = 1,54 < [2,3 \text{ м}]$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{пл.} + S_{гр.} < 50 \text{ м}^2 \quad S_{пл.} = 13 \text{ м}^2$$

$$S = 13 + 17,7 = 28 \text{ м}^2 < [50 \text{ м}^2] \quad S_{гр.} = 15,0 \text{ м}^2$$

Следовательно, условие общей поперечной устойчивости соблюдается.

IV Определение усилий, действующих на штабель плит.

1# сочетание сил

Продольная инерционная сила:

$$F_{пр} = a_{пр} \times Q_{гр.}$$

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{a_{гр.} \times (a_{22} - a_{25})}{63}$$

$$a_{22} = 1,2; \quad a_{гр.} = 4,32 \text{ т}; \quad a_{25} = 1,0$$

$$a_{пр} = 1,2 - \frac{4,32 \times (1,2 - 1,0)}{63} = 1,06 \text{ тс/т}$$

$$F_{пр} = 1,06 \times 10,8 = 11,4 \text{ тс}$$

Сила трения:

$$F_{тр.} = Q_{гр.} \times \mu$$

$$\mu = 0,45; \quad Q_{гр.} = 10,8 \text{ т}$$

$$F_{тр.} = 0,45 \times 10,3 = 4,9 \text{ тс}$$

Продольное неуравновешенное усилие:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр.}$$

$$\Delta F_{пр} = 11,4 - 4,9 = 6,5 \text{ тс}$$

2# сочетание сил

Поперечная инерционная сила:

$$F_n = a_n \times Q_{гр.}$$

$$a_n = a_c + \frac{2 \times (a_w - a_c)}{l_b} \cdot l_{гр.}$$

$$a_c = 0,33 \text{ тс/т}; \quad a_w = 0,55 \text{ тс/т}; \quad l_b = 9,72 \text{ м}; \quad l_{гр.} = 4,93 \text{ м}$$

$$a_n = 0,33 + \frac{2 \times (0,55 - 0,33)}{9,72} \times 4,93 = 0,55 \text{ тс/т}$$

$$F_n = 0,55 \times 10,8 = 5,94 \text{ тс}$$

Вертикальная инерционная сила:

$$F_b = a_b \times Q_{гр.}$$

$$a_b = 250 + k \cdot l_{гр.} + \frac{2140}{Q_{гр.}^2}$$

$$k = 5; \quad l_{гр.} = 0$$

$$a_b = 250 + 5 \times 0 + \frac{2140}{43,2} = 300 \text{ кгс/кг}$$

$$F_b = 0,3 \times 10,8 = 3,2 \text{ тс}$$

Ветровая нагрузка:

$$W_n = 50 \times S_n \quad S_n = 3,6 \text{ м}^2$$

$$W_n = 50 \times 3,6 = 180 \text{ кгс} = 0,18 \text{ тс}$$

Сила трения:

$$F_{тр.} = Q_{гр.} \times \mu \times (1000 - a_b)$$

$$F_{тр.} = 10,8 \times 0,45 \times (1000 - 300) = 3402 \text{ кгс} = 3,4 \text{ тс}$$

Поперечное, неуравновешенное усилие:

$$\Delta F_n = n \times (F_n + W_n) - F_{тр.}$$

$$n = 1,25$$

$$\Delta F_n = 1,25 \times (5,94 + 0,18) - 3,4 = 4,2 \text{ тс}$$

V Определение усилий в обвязке штабеля плит.

от 1^{го} сочетания сил

$$R_{обс} = \frac{\Delta F_{пр}^{об}}{2 \times \mu_{об} \times \mu \times \sin \alpha}$$

$$b = 395 \text{ мм} \quad h = 1120 \text{ мм}$$

$$a = \sqrt{b^2 + h^2}$$

$$a = \sqrt{1120^2 + 395^2} = 1188 \text{ мм}$$

$$\sin \alpha = \frac{h}{a}$$

$$\sin \alpha = \frac{1120}{1188} = 0.94$$

$$\mu_{об} = 2; \quad \mu = 0.45$$

$$\Delta F_{пр}^{об} = \Delta F_{пр} = 6.5 \text{ тс}$$

$$R_{обс} = \frac{6.5}{2 \times 2 \times 0.45 \times 0.94} = 3.84 \text{ тс}$$

от 2^{го} сочетания сил

$$R_{обс} = \frac{\Delta F_n^{об}}{2 \times \mu_{об} \times \mu \times \sin \alpha}$$

$$\Delta F_n^{об} = \Delta F_n = 4.3 \text{ тс}$$

$$R_{обс} = \frac{4.2}{2 \times 2 \times 0.45 \times 0.94} = 2.48$$

Принято: обвязки из проволоки $\phi 7.5 \text{ мм}$ по 8 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну обвязку 3.88 тс

VI Определение размеров подкладок

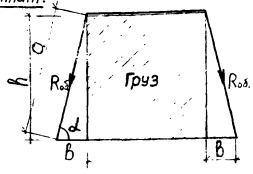
Высота принята конструктивно: $h_0 = 120 \text{ мм}$
 Проверка на устойчивость:

$$b_0 \geq \frac{2(1.25 N_0 \mu h_0 - R_0 h_0)}{N_0}$$

$$h_y = 0$$

$$b_0 \geq 2 \times 1.25 \times 0.55 \times 0.12 = 0.165 \text{ м}$$

Принято: $b_0 = 180 \text{ мм}$



VII Расчет подкладок на смятие.

Напряжение в подкладках при смятии по 1^{му} сочетанию сил.

$$\sigma_c = \frac{N_0^{пр}}{S_0}$$

$$N_0^{пр} = \frac{Q_{зр}}{2} + 2 \times R_{обс}^{пр} \times \sin \alpha$$

$$N_0^{пр} = \frac{10.8}{2} + 2 \times 3.8 \times 0.94 = 12.5 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{12.5}{2.08 \times 0.18} = 33.4 \text{ тс/м}^2 = 3.3 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Напряжение в подкладках при смятии по 2^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^2 + F_0}{S_0}$$

$$N_0^2 = \frac{Q_0}{2} + 2 \times R_{обс}^2 \times \sin \alpha$$

$$N_0^2 = \frac{10.8}{2} + 2 \times 2.5 \times 0.94 = 10.1 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{10.1 + 3.2}{2.08 \times 0.18} = 35.5 \text{ тс/м}^2 = 3.6 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Принято: подкладки (прокладки) $120 \times 180 \text{ мм}$

VIII Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{пр} = \frac{l}{(h_{y,т} - h_{y,пр})} \geq 1.25$$

$$h_{y,т} = 0.5 \text{ м}; \quad h_{y,пр} = 0; \quad l = 1.366 \text{ м}$$

$$\eta_{пр} = \frac{1.366}{0.5} = 2.7 > [1.25]$$

IX Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_n = \frac{Q_{зр} \times b_n^2}{F_n \times (h_{y,т} - h_{y,n}) + W_n \times (h_{n,n}^2 - h_{y,n}^2)} \geq 1.25$$

$$b_n^2 = 1.04 \text{ м}^2; \quad h_{n,n} = 0.5 \text{ м}; \quad h_{y,n} = 0$$

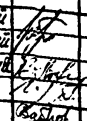
$$\eta_n = \frac{10.8 \times 1.04}{5.94 \times 0.5 + 0.21 \times 0.5} = 3.65 > [1.25]$$

РАЗДЕЛ 10. ПОГРУЗКА, РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ Ж.-Б. ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ
ПЕШЕХОДНЫХ МОСТОВ / ТИПОВОЙ ПРОЕКТ ИНВ. № 728/II /
НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМАХ.

СОСТАВ РАЗДЕЛА

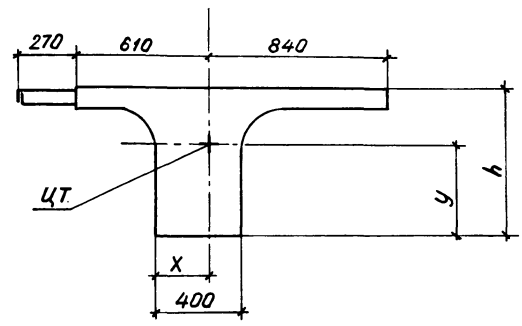
№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
1	2	3	4
I	2539-10.01.01.	Ж.-б. пролетные строения пешеходных мостов / проект инв. № 728/II / Основные характеристики блоков.	204
2	2539-10.01.02.	Ж.-б. пролетные строения пешеходных мостов / проект инв. № 728/II / Закладные детали для закрепления блоков на платформе.	205 ÷ 206
3	2539-10.02.01.	Размещение и крепление ж.-б. блока пролётного строения пешеходного моста $l_n = 12м, h = 0,7м$ на ж.-д. платформе.	207 ÷ 212

I	2	3	4
4	2539-10.03.01.	Размещение и крепление ж.-б. блока пролетного строения пешеходного моста $l_n = 15м, h = 0,7м$ на ж.-д. платформе.	213 ÷ 218
5	2539-10.04.01.	Размещение и крепление ж.-б. блока пролетного строения пешеходного моста $l_n = 18м, h = 0,7м$ на ж.-д. платформе.	219 ÷ 224

2539-10.00.00			
Нач. отд. ГИП	Гродзенский		Литер
Норм. кон.	Наволадский		РП
Рук. гр.	Гуревич		Лист
Ст. инж.	Кабанов		Листов
Состав раздела 10.			1 / 1
			Гипротранспутъ

Основные характеристики блоков пролетных строений.

Полная длина м	Высота h м	Положение ЦТ		Вес блока Т
		X(мм)	Y(мм)	
12	0,7	266	432	12,0
15	0,7	266	432	15,1
18	0,7	266	432	18,1



2539-10.01.01						
Нач. отд.	Грабенский		Ж.-б. пролетные строения	Литер	Лист	Листов
ГИП	Грабенский		пешеходных мостов (проект	ДП	1	1
Нор. ком.	Новолодский		инв. № 728/2).			
Рук. ер.	Гуревич		Основные характеристики	Гипротранспуть		
Ст. инж.	Кабаков		блоков.			

Схема расположения закладных деталей на блоках пролетных строений длиной $l_n=18$ м, $l_p=15$ м, высотой $h=0,7$ м.

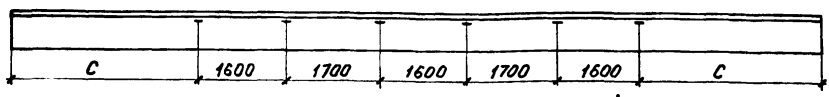
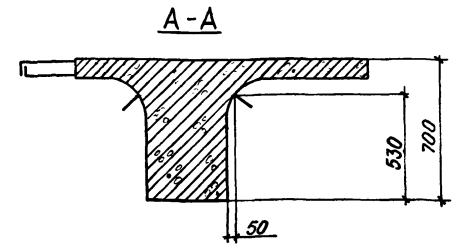
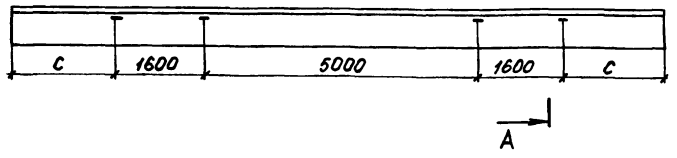


Схема расположения закладных деталей на блоках пролетных строений длиной $l_n=12$ м, высотой $h=0,7$ м.



Ведомость закладных деталей на один блок

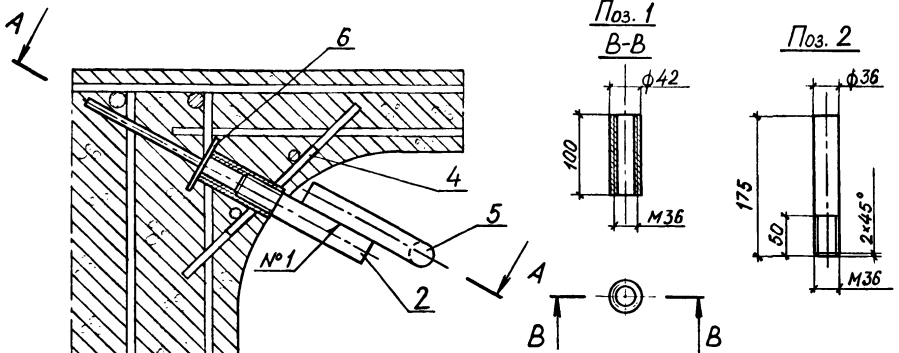
Полная длина блока пролетного строения м	Высота блока пролетного строения м	Переменный размер С м	ЗД-1		ЗД-2			
			Кол. на блок шт.	Масса, кг		Кол. на блок шт.	Масса, кг	
				ед.	общ.		ед.	общ.
12	0,7	1900	8	7,8	62,4	8	8,4	67,2
15	0,7	3400	12	7,8	93,6	12	8,4	100,8
18	0,7	5700	12	7,8	93,6	12	8,4	100,8

В зависимости от применения металлической или деревянной опалубки при бетонировании блоков пролетных строений используется соответствующий тип закладных деталей. Конструкции закладных деталей см. на листе №2

2539-10.01.02

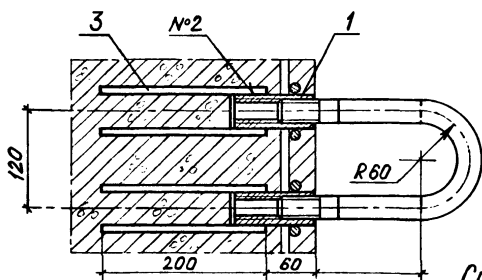
Нач. отд.	Грозненский	<i>[Signature]</i>	Ж.-б. пролетные строения пешеходных мостов (проект инв. № 728/2)	Литер	Лист	Листов
ГИП	Грозненский	<i>[Signature]</i>	Закладные детали для закрепления блоков на платформе	РП	1	2
Нар. конт.	Ноболодский	<i>[Signature]</i>		Гипротранспут		
Рук. гр.	Гуревич	<i>[Signature]</i>				
Ст. инж.	Кабанов	<i>[Signature]</i>				

Конструкция закладной детали ЗД-1 при бетонировании блока в металлической опалубке



Сварной шов №2

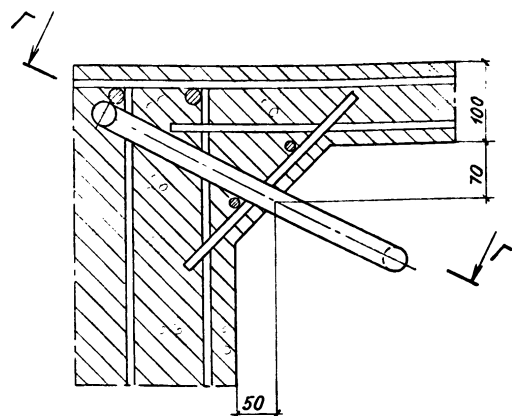
Сварной шов №1



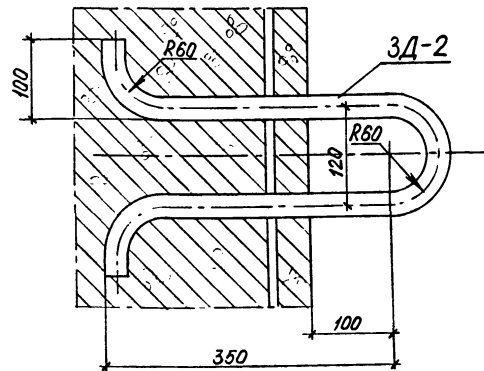
Спецификация металла

Марка	№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал		Прим.
						ед.	общ.	Обычное исполнение	Специальное исполнение	
ЗД-1	1	Труба с резьбой М42	Тр. 42×5	100	2	0,41	0,82	Сталь Ст 20 по ГОСТ 10202-73	09Г2С по ГОСТ 5781-75	ГОСТ 5781-75
	2	Шпилька	36 АІ	175	2	1,40	2,80	Вст 3 сп2 по ГОСТ 380-71*	Сталь 09Г2С по ГОСТ 5781-75	ГОСТ 5781-75
	3	Арматура	12 АІІ	200	4	0,18	0,72	Вст 3 сп2 по ГОСТ 380-71*	Сталь 10ГТ по ГОСТ 5781-75	ГОСТ 5781-75
	4	Стержень	12 АІІ	150	4	0,13	0,52	—	Сталь 10ГТ по ГОСТ 5781-75	ГОСТ 5781-75
	5	Петля	32 АІ	390	1	2,46	2,46	Вст 3 сп2 по ГОСТ 380-71*	Вст 3 сп2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5781-75
	6	Планка	-42×5	75	2	0,12	0,24	Вст 3 сп2 по ГОСТ 380-71*	Вст 3 сп2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 105-76
		Итого со сварными швами:					7,8			
ЗД-2	—	Петля	32 АІ	1040	1	8,36	8,4	Вст 3 сп2 по ГОСТ 380-71*	Вст 3 сп2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5781-75

Конструкция закладной детали ЗД-2 при бетонировании блока в деревянной опалубке



Г-Г

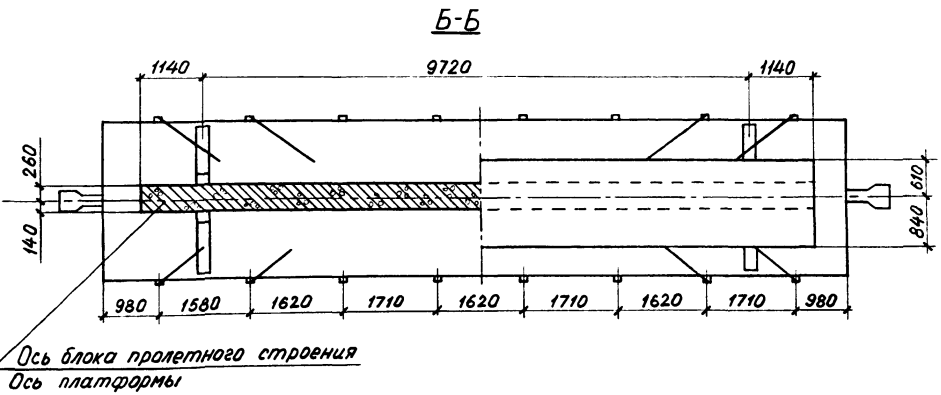
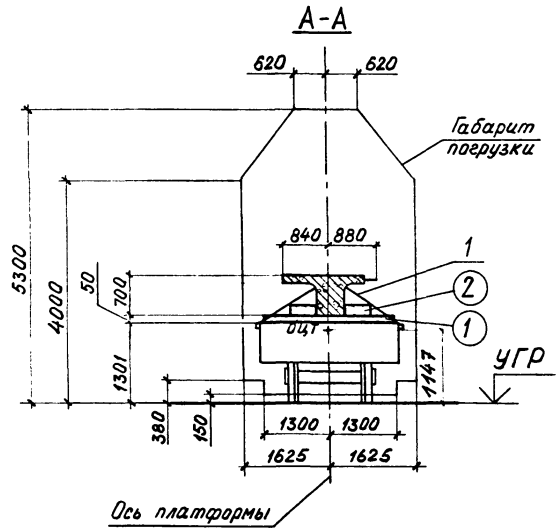
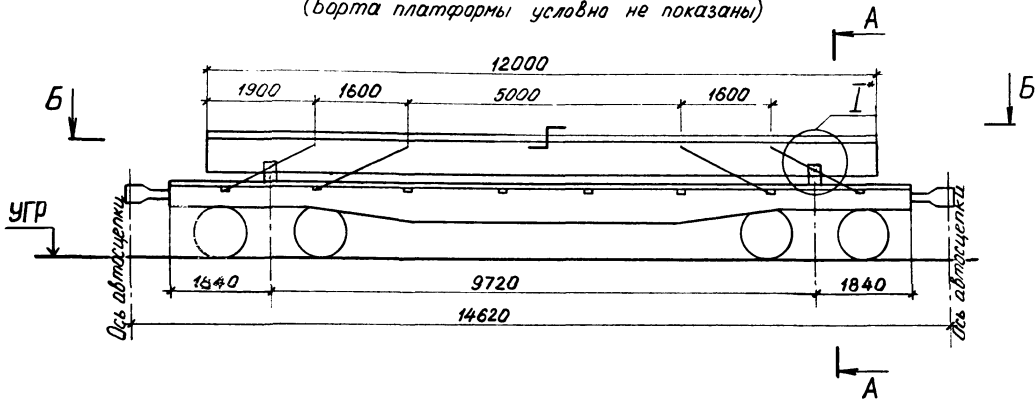


2539-10.01.02

Лист

2

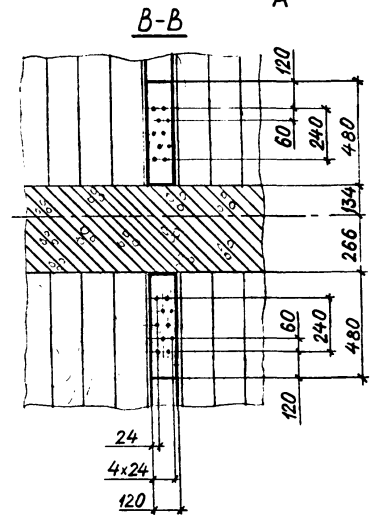
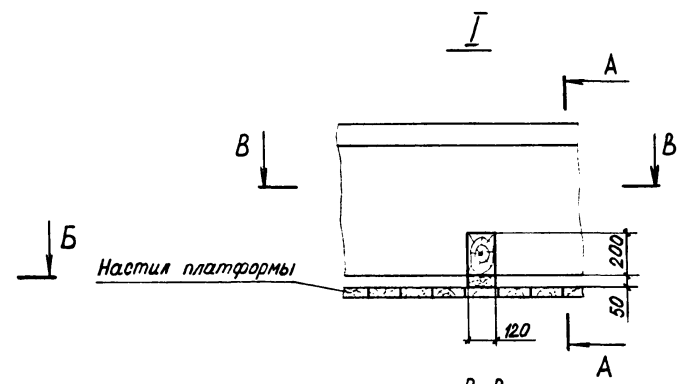
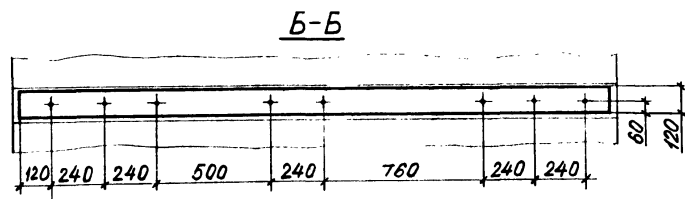
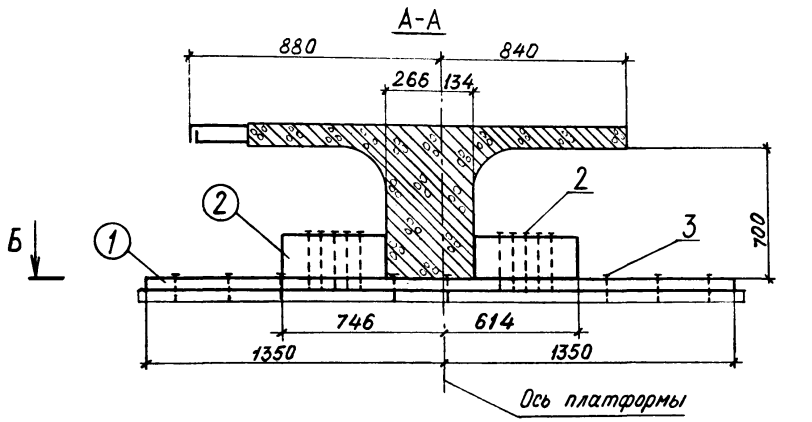
(Борта платформы условно не показаны)



* Узел I см. на листе № 2.

2539-10.02.01

Нач. отд.	Грозненский					
ГИП	Грозненский					
Нар. кон.	Новолодский					
Рук. впр.	Чурвич					
Вст. инж.	Кабанов					
Размещение и крепление ж-д блока пролетного строения пешеходного моста $l_n = 12\text{ м}$ $h = 0,7\text{ м}$ на ж-д платформе.						
Литер	Лист	Листов				
РП	1	6				
Гипротранспуть						



Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величи- на
1	База груза	мм	9720
2	Высота ц.т. блока относительно низа блока	мм	432
3	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно УГР	мм	1147
4	Масса груза (1 блок)	т	12
5	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки	8#6	19000	8	4,22	33,7	Сталь по ГОСТ 14085-78	ГОСТ 3282-74
2	Гвоздь	d=8	250	40	—	3,9	Ст.2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75,
3	Гвоздь	d=4	100	16	—	0,2	Ст.2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 4028-63
Итого:						37,8		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
①	Подкладка	5×12	270	2	0,016	0,03	Сосна, 3 сорта	ГОСТ № 8486-66
2	Упор	12×20	48	4	0,012	0,05	Сосна, 3 сорта	ГОСТ № 8486-66
Итого:						0,08		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^хосной платформе блока железобетонного пролётного строения длиной 12м, высотой 0,7м, изготовленного по типовому проекту пешеходных мостов / инв. №728/II /.
2. Блок устанавливается на платформу симметрично относительно поперечной оси платформы, при этом вертикальная плоскость, проходящая через центр тяжести блока, должна совпадать с продольной осью платформы.
3. Блок пролётного строения укладывается на деревянные подкладки, закреплённые к полу платформы гвоздями.
4. Для предотвращения поперечного и продольного смещений блок пролётного строения закрепляется к стоечным скобам платформы при помощи растяжек из проволочных скруток. Для крепления растяжек в блоке пролётного строения предусмотрены закладные детали. Для предотвращения опрокидывания блока предусмотрены упоры из бруса.
5. При следовании по прямым участкам пути и кривым, радиусом не менее 350м, указанный блок на платформе вписывается в габарит погрузки.
6. Продольные борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Расчет к погрузке

Характеристика груза

Груз - ж-б. блок пролетного строения

Длина блока - 12 м

Ширина блока - 1,72 м

Вес блока - 12,0 т

Положение ЦТ от подошвы блока - 0,432 м

Положение ЦТ от края наружной консоли

блока по горизонтали - 0,834 м

Характеристика платформы

Платформа четырехосная

база платформы - 9,72 м

Вес платформы - 22 т

Положение ЦТ от УГР - 0,8 м

2^{ое} сочитание сил.

Поперечная инерционная сила: $F_y = a_n \cdot Q_{ep} = 0,33 \cdot 12 = 3,96$ тс

$a_n = 0,33$ - по таблице

Вертикальная инерционная сила: $F_z = a_g \cdot Q_{ep} = 0,428 \cdot 12 = 5,14$ тс

$a_g = 250 + k \cdot v_{ep} + \frac{2140}{Q_{ep}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{12} = 428 \frac{кгс}{т} = 0,428 \frac{тс}{т}$

$k = 5$ - по таблице; $v_{ep} = 0$

Сила трения: $F_{тр}^n = Q_{ep} \cdot \mu (1000 - a_g) = 12 \cdot 0,45 (1 - 0,428) = 3,09$ тс

Ветровая нагрузка: $W_n = 50 \cdot S_n = 0,05 \cdot 8,4 = 0,42$ тс

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F^o = n \cdot (F_n + W_n) - F_{тр}^n = 1,25 \cdot (3,96 + 0,42) = 5,48$ тс

Определение усилий в растяжках.

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

$$h_{\text{оит}} = \frac{Q_{ep} \cdot h_{ep} + Q_{пл} \cdot h_{пл}}{Q_{ep} + Q_{пл}} \leq 2,3 \text{ м}$$

$$h_{\text{оит}} = \frac{12 \cdot (1,301 + 0,05 \cdot 0,432) + 22 \cdot 0,8}{12 + 22} = 1,147 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{пл} + S_n \leq 50 \text{ м}^2 \quad S_n = 12 \cdot 0,7 = 8,4 \text{ м}^2$$

$$S = 13 + 8,4 = 21,4 \text{ м}^2$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдается

Определение усилий, действующих на груз.

1^{ое} сочитание сил

Продольная инерционная сила: $F_{np} = a_{np} \cdot Q_{ep} = 1,162 \cdot 12 = 13,94$ тс

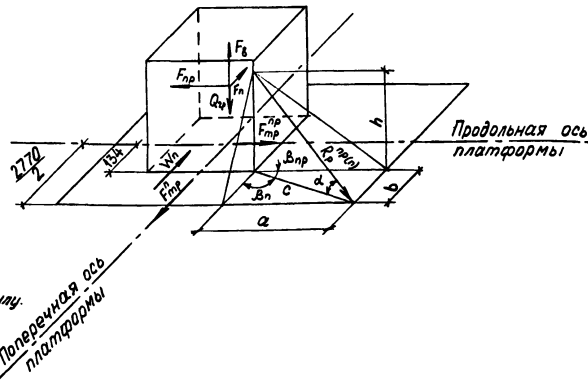
$$a_{np} = a_{22} - \frac{Q_{ep}(a_{22} - a_{05})}{83} = 1,2 - \frac{12 \cdot (1,2 - 1,0)}{83} = 1,162 \text{ тс/т}$$

Сила трения: $F_{тр}^{np} = Q_{ep} \cdot \mu = 12 \cdot 0,45 = 5,4$ тс

$\mu = 0,45$ - коэффициент трения деревянной подкладки по деревянному настилу.

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F^o = F_{np} - F_{тр}^{np} = 13,94 - 5,4 = 8,54 \text{ тс}$$



Усилие в растяжке от первого сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_{np}}{n_p^2 \times (M \times \sin \alpha + \cos \alpha \times \cos \beta_{np})}$$

$$\operatorname{tg} \beta_{np} = \frac{a}{b} = \frac{1,58}{1,195} = 1,3222 \quad \beta_{np} = 52^\circ 54'$$

$a = 1,58$ м — наименьшая проекция растяжек на продольную ось

$$b = \frac{2,77}{2} - 0,19 = 1,195 \text{ м}$$

$$\beta_{np} = 90^\circ - \beta_n = 90^\circ - 52^\circ 54' = 37^\circ 6'$$

$$c = \frac{a}{\sin \beta_{np}} = \frac{1,58}{0,7976} = 1,98 \text{ м}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{c} = \frac{0,69}{1,98} = 0,3485; \quad \alpha = 19^\circ 13'$$

$$R_p^{np} = \frac{8,54}{4 \times (0,45 \times 0,3291 + 0,9443 \times 0,7976)} = 2,37 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке от второго сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n}{n_p^2 \times (M \times \sin \alpha + \cos \alpha \times \cos \beta_n)}$$

$$R_p^n = \frac{5,48}{4 \times (0,45 \times 0,3291 + 0,9443 \times 0,6032)} = 1,91 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки ф6мм по 8 нитей в каждой с допустимым усилием на одну растяжку 2,48 тс

Определение размеров подкладки.

Высота подкладки: $h_0 = 0,05$ м

Определение ширины подкладки:

$$b_0 \geq \frac{2 \times (1,25 \times N_0 \times M \times h_0 - R_y \times h_y)}{N_0}$$

$$N_0 = \frac{Q_{op} + 2 \times R_p^{np} \times \sin \alpha \times n_p}{2}$$

$$N_0 = \frac{12 + 2 \times 2,37 \times 0,3291 \times 4}{2} = 9,12 \text{ т}$$

$$h_0 = 0,16 \text{ м}; \quad M = 0,45; \quad R_y = 0; \quad h_y = 0;$$

$$b_0 \geq \frac{2 \times (1,25 \times 9,12 \times 0,45 \times 0,05 - 0)}{9,12} = 0,06 \text{ м}$$

Принято: подкладки из бруса по ширине 0,12 м

Расчет подкладок по смятию.

Напряжение смятия подкладки по 1-му сочетанию сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_0^{np}}{S_0} \leq [30 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}]$$

$$N_0^{np} = \frac{Q_{op} + 2 \times n_p^{np} \times \sin \alpha \times R_p^{np}}{2} = \frac{12 + 2 \times 4 \times 0,3291 \times 2,37}{2} = 9,12 \text{ тс}$$

$$S_0 = 0,12 \times 0,4 = 0,048 \text{ м}^2$$

$$\sigma_{см} = \frac{9,12}{0,048} = 190 \frac{\text{т}}{\text{м}^2} = 19,0 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} < [30 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}]$$

Напряжение смятия подкладки по 2-му сочетанию сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_0^n + F_8^n}{S_0} \leq [30 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}]$$

$$N_0^n = \frac{Q_{op} + 2 \times n_p^n \times \sin \alpha \times R_p^n}{2} = \frac{12 + 2 \times 4 \times 0,3291 \times 1,91}{2} = 8,51 \text{ тс}$$

$$F_8^n = \frac{F_8}{2} = \frac{5,14}{2} = 2,57 \text{ тс}$$

$$\sigma_{см} = \frac{8,51 + 2,57}{0,048} = 230,8 \frac{\text{т}}{\text{м}^2} = 23,8 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} < [30 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}]$$

Подкладка состоит из доски сечением 0,05 × 0,12 м, длиной 2,7 м.

Проверка устойчивости груза от опрокидывания

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы.

$$k_{np} = \frac{Q_{ep}}{h_{yt} - h_y} = \frac{4,86}{0,432 - 0} = 11,3 > [1,25]$$

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы:

$$k_n = \frac{Q_{ep} \cdot \delta_n}{F_n \cdot (h_{yt} - h_y) + W_n \cdot (h_{nn} - h_y)} = \frac{12 \times 0,134}{3,96 \times (0,432 - 0,2) + 0,42 \times (0,35 - 0,2)} = 1,68 > [1,25]$$

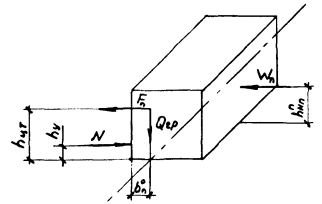
$$\delta_n = 0,4 - 0,26 = 0,14 \text{ м}$$

$$h_{nn} = \frac{0,7}{2} = 0,35 \text{ м}$$

$$h_y = 0,2 \text{ м}$$

Расчет поперечных упоров

Определение усилия, действующего на упор при опрокидывании:



$$M_{опр} = (F_n \cdot h_{yt} + W_n \cdot h_n) \cdot n; \quad n = 1,25$$

$$M_{уп} = Q_{ep} \cdot \delta_n + N \cdot h_y$$

$$N = \frac{(F_n \cdot h_{yt} + W_n \cdot h_n) \cdot n - Q_{ep} \cdot \delta_n}{h_y}$$

$$N = \frac{(3,96 \times 0,432 + 0,42 \times 0,35) \times 1,25 - 12 \times 0,134}{0,2} = 3,57 \text{ тс}$$

$$\frac{N}{2} = \frac{3,57}{2} = 1,79 \text{ тс} - \text{усилие, действующее на один упор}$$

Напряжение смятия упора

$$\sigma_{см} = \frac{N}{2 \times S} \leq [130 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}]; \quad S = 0,18 \times 0,2 = 0,036 \text{ м}^2$$

$$\sigma_{см} = \frac{3,57}{2 \times 0,036} = 50 \frac{\text{т}}{\text{м}^2} = 50 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} < [130 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}]$$

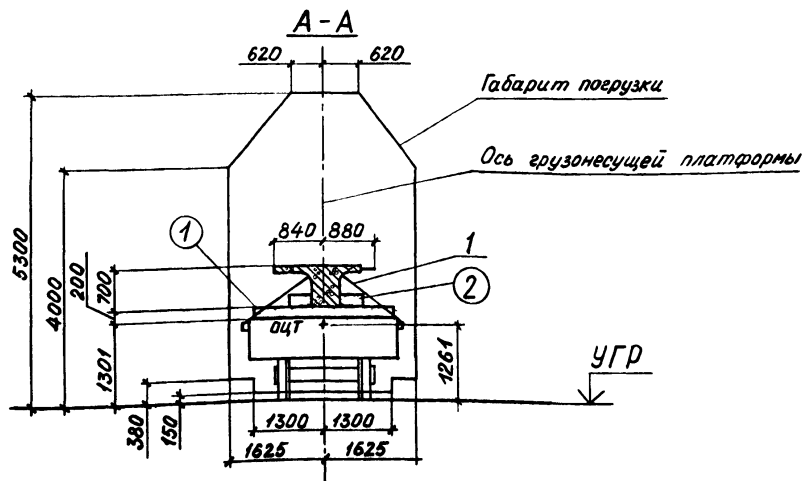
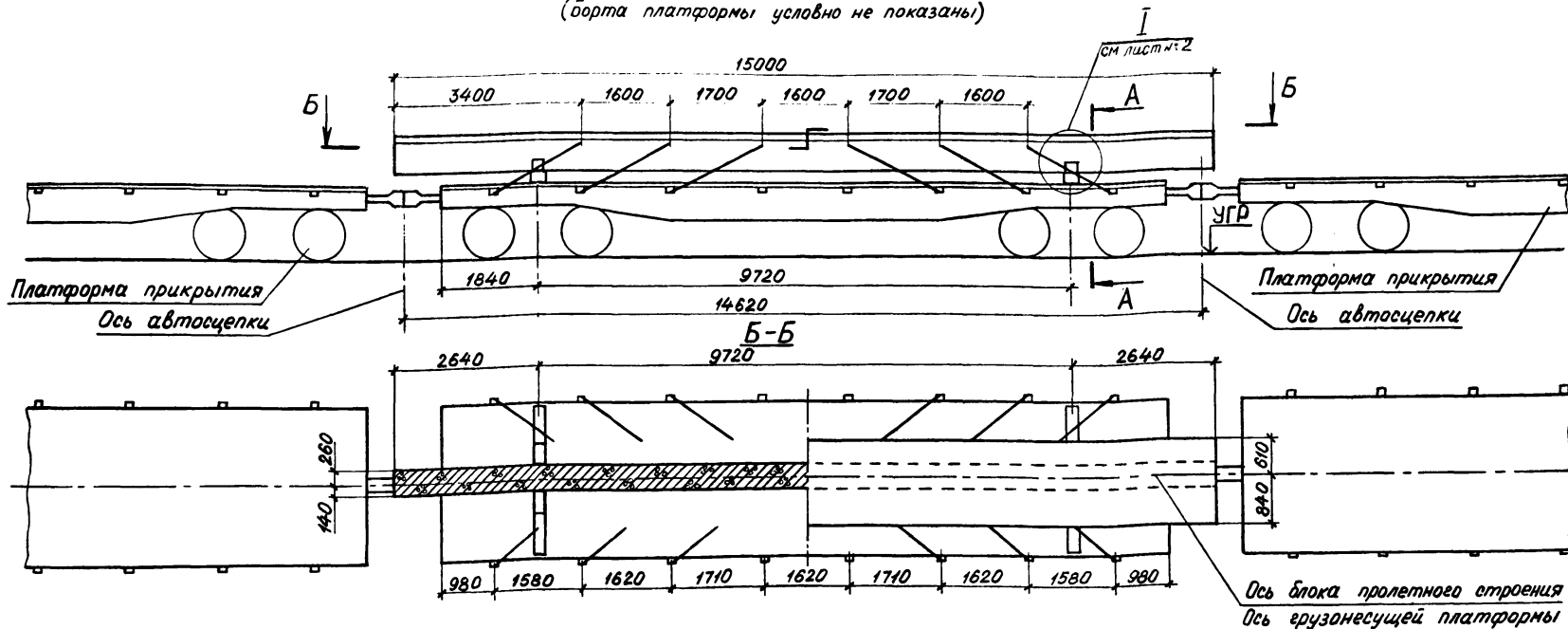
Определение количества гвоздей для крепления бруска упора:

$$n_{гв} = \frac{N}{n_g \cdot R_{гв}} = \frac{3,57}{2 \times 0,192} = 10 \text{ шт}$$

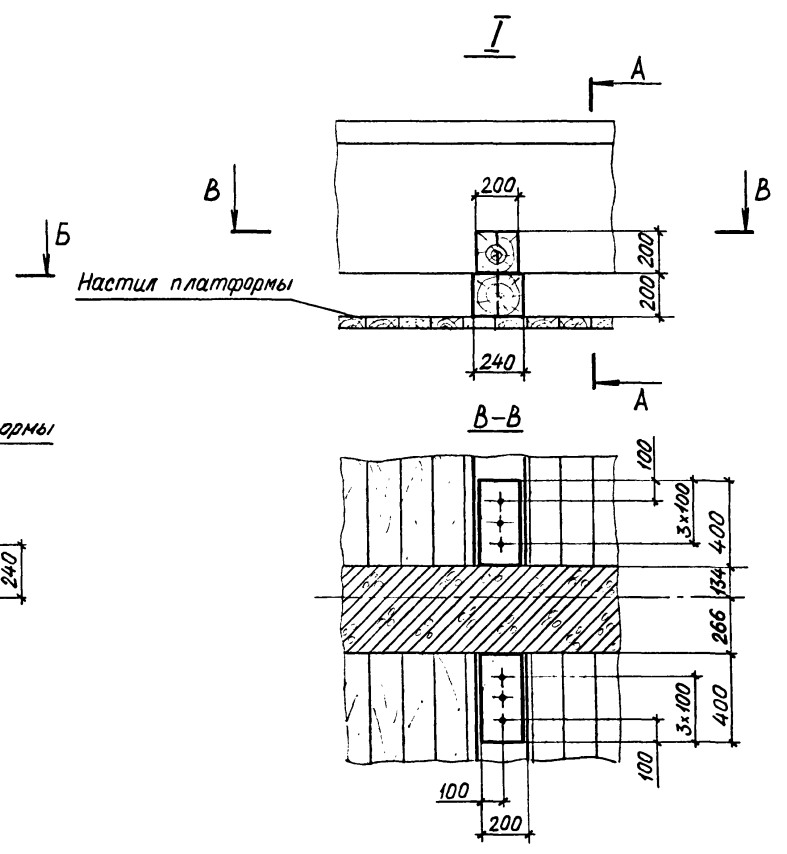
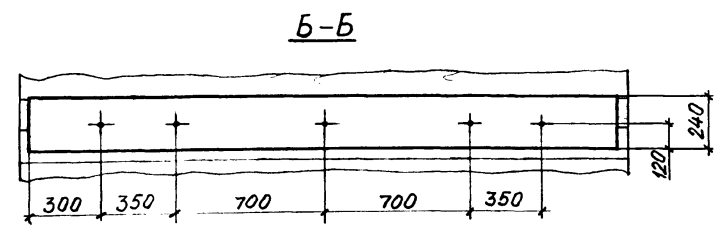
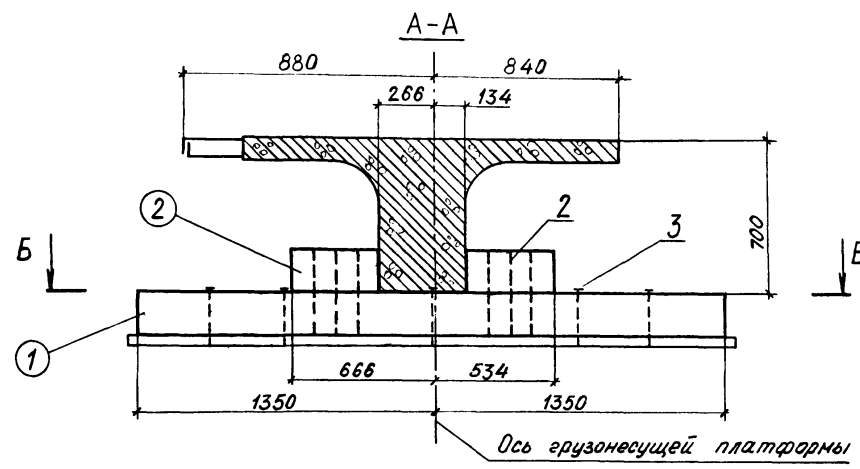
принимает гвозди d = 8 мм, длиной 250 мм, R_{гв} = 192 кг

Продольная ось платформы

(борта платформы условно не показаны)



				2539-10.03.01			
Нач. отд.	Грозненский			Размещение и крепление ж.-д. блока пролетного строения пешеходного моста $l_n = 15$ м $h = 0,7$ м на ж.-д. платформе.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Грозненский				ДП	1	6
Нар. ком.	Новоладский				Гипротранспут		
Рук. гр.	Гуревич						
Ст. инж.	Кабанов						



Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величи- на
1	База груза	мм	9720
2	Высота ц. т. блока относительно низа блока	мм	432
3	Высота общего ц. т. платформы с грузом относительно УГР	мм	1261
4	Масса груза (1 блок)	т	15,1
5	Смещение ц. т. груза относительно поперечной оси платформы.	мм	0
6	Смещение ц. т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволки	7×φ6	17000	12	3,77	45,3	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
2	Штырь	●12	400	12	0,36	4,3	Ст3 ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2590-71
3	Гвоздь	d=8	250	10	—	1,0	Ст. 2 ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-73 ГОСТ 4024-53
Итого:					51			

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
①	Брус	20×24	270	2	0,130	0,26	Сосна 3 сорта	ГОСТ 8486-66
2	Упор	20×20	40	4	0,016	0,07	Сосна 3 сорта	ГОСТ 8486-66
Итого:					0,33			

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4-осной платформе блока железобетонного пролётного строения длиной 15м, высотой 0,7м, изготовленного по типовому проекту пешеходных мостов / инв. №728/II /.

Платформа принята грузоподъемностью 62±66т, постройки с 1965 года на тележках ЦНИИ-ХЗ.

2. Блок устанавливается на платформу симметрично относительно поперечной оси платформы, при этом вертикальная плоскость, проходящая через центр тяжести блока, должна совпадать с продольной осью платформы.
3. Блок пролётного строения укладывается на деревянные подкладки, закреплённые к полу платформы гвоздями.
4. Для предотвращения поперечного и продольного смещений блок пролётного строения закрепляется к стоечным скобам платформы при помощи растяжек из поволочных скруток. Для крепления растяжек в блоке пролётного строения предусмотрены закладные детали. Для предотвращения опрокидывания блока предусмотрены упоры из бруса.
5. При следовании по прямым участкам пути и кривым, радиусом не менее 350м, указанный блок на платформе вписывается в габарит погрузки.
6. Торцовые и продольные борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981 г.

2539-10.03.01

Расчёт к погрузке

Характеристика груза

Груз — ж-б. блок пролетного строения
 Длина блока — 15 м
 Ширина блока — 1,72 м
 Вес блока — 15,1 т
 Положение ЦТ от подошвы блока — 0,432 м
 Положение ЦТ от края наружной консоли
 блока по горизонтали — 0,834 м

Характеристика платформы

Платформа четырёхосная
 База платформы — 9,72 м
 Вес платформы — 22 т
 Положение ЦТ от УГР — 0,8 м

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{\text{цт}} = \frac{Q_{\text{гр}} \cdot h_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}} \cdot h_{\text{пл}}}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}}} \leq 2,3 \text{ м}$$

$$h_{\text{цт}} = \frac{15,1 \times (1,301 + 0,2 + 0,432) + 22 \times 0,8}{15,1 + 22} = 1,261 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{\text{пл}} + S_{\text{н}} \leq 50 \text{ м}^2 \quad S_{\text{н}} = 15 \times 0,7 = 10,5 \text{ м}^2$$

$$S = 13 + 10,5 = 23,5 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

Определение усилий действующих на груз.

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = \alpha_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{гр}} = 1,152 \times 15,1 = 17,40 \text{ тс}$

$$\alpha_{\text{пр}} = \alpha_{22} - \frac{Q_{\text{гр}}(\alpha_{22} - \alpha_{23})}{63} = 1,2 - \frac{15,1(1,2 - 1,0)}{63} = 1,152 \frac{\text{тс}}{\text{т}}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = Q_{\text{гр}} \cdot \mu = 15,1 \times 0,45 = 6,80 \text{ тс}$

$\mu = 0,45$ — коэффициент трения деревянной подкладки по деревянному настилу.

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F = F_{\text{пр}}^{\text{пр}} - F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = 17,4 - 6,8 = 10,60 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил:

Поперечная инерционная сила: $F_{\text{n}} = \alpha_{\text{n}} \cdot Q_{\text{гр}} = 0,33 \times 15,1 = 4,98 \text{ тс}$

$\alpha_{\text{n}} = 0,33$ — по таблице

Вертикальная инерционная сила: $F_{\text{в}} = \alpha_{\text{в}} \cdot Q_{\text{гр}} = 0,392 \times 15,1 = 5,92 \text{ тс}$

$$\alpha_{\text{в}} = 250 + K \cdot v_{\text{гр}} + \frac{2140}{Q_{\text{гр}}} = 250 + 5 \times 0 + \frac{2140}{15,1} = 392 \frac{\text{квс}}{\text{т}} = 0,392 \frac{\text{тс}}{\text{т}}$$

$K = 5$ — по таблице; $v_{\text{гр}} = 0$;

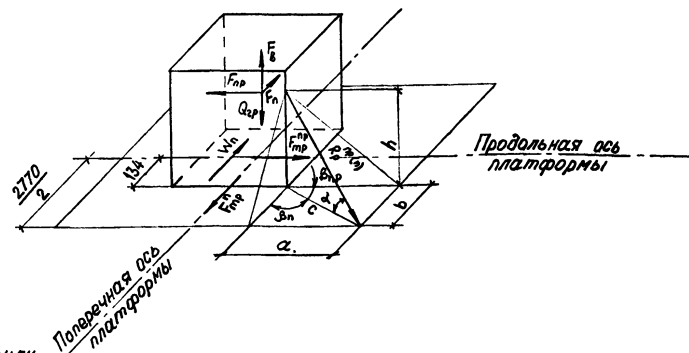
Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{n}} = Q_{\text{гр}} \cdot \mu(1000 - \alpha_{\text{в}}) = 15,1 \times 0,45(1 - 0,392) = 4,13 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_{\text{в}} = 50 \cdot S_{\text{n}} = 0,05 \times 10,5 = 0,525 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F = n \cdot (F_{\text{n}} + W_{\text{в}}) - F_{\text{тр}}^{\text{n}} = 1,25 \times (4,98 + 0,525) - 4,13 = 2,76 \text{ тс}$$

Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке от первого сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_{np}}{n_p \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta_{np})}$$

$$\operatorname{tg} \beta_n = \frac{a}{b} = \frac{1,58}{1,195} = 1,3222$$

$a = 1,58$ — наименьшая проекция растяжек на продольную ось

$$b = \frac{2,77}{2} - 0,19 = 1,195 \text{ м}$$

$$\mu = 0,45$$

$$n_p = 6$$

$$\beta_{np} = 90^\circ - \beta_n = 90^\circ - 52^\circ 54' = 37^\circ 6'$$

$$\sin \alpha = \sin 20^\circ 14' = 0,3458$$

$$\cos \alpha = \cos 20^\circ 14' = 0,9383$$

$$\cos \beta_{np} = \cos 37^\circ 6' = 0,7976$$

$$\cos \beta_n = \cos 52^\circ 54' = 0,6032$$

$$c = \frac{a}{\sin \beta_n} = \frac{1,58}{0,7976} = 1,98 \text{ м}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{c} = \frac{0,73}{1,98} = 0,3687$$

$$\alpha = 20^\circ 14'$$

$$R_p^{np} = \frac{10,6}{6 \cdot (0,45 \cdot 0,3458 + 0,9383 \cdot 0,7976)} = 1,95 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке от второго сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n}{n_p \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta_n)}$$

$$R_p^n = \frac{2,76}{6 \cdot (0,45 \cdot 0,3458 + 0,9383 \cdot 0,6032)} = 0,64 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки ф6мм по 7 нитей в каждой с допусковым усилием на одну растяжку 2,17 тс

Определение размеров подкладки.

Определение высоты подкладки:

$$h_0 = a \cdot \operatorname{tg} \alpha + h_n + f_r + h_3 + h_6$$

$$a_n = 1,74 \text{ м}, h_n = 0,1 \text{ м}, h_6 = 0;$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 0,025; h_3 = 0,025 \text{ м}; f_r = 0;$$

$$h_0 = 1,74 \cdot 0,025 + 0,1 + 0 + 0,025 + 0 = 1,169 \text{ м}$$

Принято: подкладки из бруса по высоте 0,2 м

Определение ширины подкладки:

$$b_0 \geq \frac{2(1,25 \cdot N_6 \cdot \mu \cdot h_0 - R_p \cdot h_0)}{N_6}$$

$$N_6 = \frac{Q_{вр} + 2 \cdot R_p^{np} \cdot n_p \cdot \sin \alpha}{2} = \frac{15,1 + 2 \cdot 1,95 \cdot 6 \cdot 0,3458}{2} = 11,60 \text{ тс}$$

$$h_0 = 0,2 \text{ м}; \mu = 0,45; R_p = 0; h_y = 0;$$

$$b_0 \geq \frac{2 \cdot (1,25 \cdot 11,60 \cdot 0,45 \cdot 0,2 - 0)}{11,6} = 0,225 \text{ м}$$

Принято: подкладки из брусков по ширине 0,24 м

Расчет подкладок по смятию.

Напряжение смятия подкладки по 1-ому сочетанию сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_6^{np}}{S_0} \leq [30 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}]$$

$$N_6^{np} = \frac{Q_{вр} + 2 \cdot n_p \cdot \mu \cdot \sin \alpha \cdot R_p^{np}}{2} = \frac{15,1 + 2 \cdot 6 \cdot 0,3458 \cdot 1,95}{2} = 11,60 \text{ тс}$$

$$S_0 = 0,4 \times 0,24 = 0,096 \text{ м}^2$$

$$\sigma_{см} = \frac{11,60}{0,096} = 120,8 \frac{\text{тс}}{\text{м}^2} = 12,1 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} < [30 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}]$$

Напряжение смятия подкладки по 2-ому сочетанию сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_6^n + F_n^n}{S_0} \leq [30 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}]$$

$$N_6^n = \frac{Q_{вр} + 2 \cdot n_p \cdot \mu \cdot \sin \alpha \cdot R_p^n}{2} = \frac{15,1 + 2 \cdot 6 \cdot 0,3458 \cdot 0,64}{2} = 8,88 \text{ тс}$$

$$F_n^n = \frac{F_n}{2} = \frac{5,92}{2} = 2,96 \text{ тс} \quad S_0 = 0,096 \text{ м}^2$$

$$\sigma_{см} = \frac{8,88 + 2,96}{0,096} = 123,3 \frac{\text{тс}}{\text{м}^2} = 12,3 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$$

Подкладка состоит из бруса сечением 0,2 × 0,24 м, длиной 2,7 м.

2539-10.03.01

Проверка устойчивости груза от опрокидывания.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформ:

$$\lambda_{пр} = \frac{Q_{пр}}{h_{цт} - h_{цр}} = \frac{4,96}{0,432 - 0} = 11,3 > [1,25]$$

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформ:

$$\lambda_n = \frac{Q_{ер} \times b_n}{F_n \times (h_{цт} - h_{цр}) + W_n \times (h_{нн} - h_{цр})} = \frac{15,1 \times 0,134}{4,98(0,432 - 0,2) + 0,53 \times (0,35 - 0,2)} = 1,64 > [1,25]$$

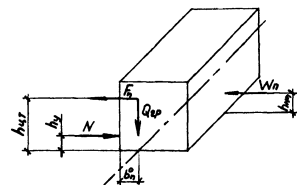
$$b_n = 0,4 - 0,266 = 0,134 \text{ м}$$

$$h_{нн} = \frac{0,7}{2} = 0,35 \text{ м}$$

$$h_{цр} = 0,2 \text{ м}$$

Расчет поперечных упоров

Определение усилия, действующего на упор при опрокидывании:



$$M_{опр} = (F_n \times h_{цт} + W_n \times h_{нн}) \times n; \quad n = 1,25$$

$$M_{уд} = Q_{ер} \times b_n + N \times h_{цр}$$

$$N = \frac{(F_n \times h_{цт} + W_n \times h_{нн}) \times n - Q_{ер} \times b_n}{h_{цр}}$$

$$N = \frac{(4,98 \times 0,432 + 0,53 \times 0,35) \times 1,25 - 15,1 \times 0,134}{0,2} = 4,49 \text{ тс}$$

$$\frac{N}{2} = \frac{4,49}{2} = 2,25 \text{ тс} - \text{усилие, действующее на один упор.}$$

Напряжение смятия упора:

$$\sigma_{см} = \frac{N}{2 \times S} \leq [130 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}]; \quad S = 0,24 \times 0,2 = 0,028 \text{ м}^2 \quad b_n = 0,24 \text{ м}$$

$$\sigma_{см} = \frac{4,49}{2 \times 0,028} = 80,1 \frac{\text{тс}}{\text{м}^2} = 80,1 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} < [130 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}]$$

Определение количества штырей для крепления бруска упора:

$$n_{ш} = \frac{N}{p_g \times R_{ш}} = \frac{4,49}{2 \times 0,840} = 3 \text{ шт}$$

принимает штыри $d = 12 \text{ мм}$, длиной 400 мм , $R_{ш} = 840 \text{ кгс}$

Определение допускаемой ширины груза по условию вписывания в габарит погрузки на кривых участках пути

$$b_n = b_r - 2f_n$$

$$n_n = 0,5(L - l_g) = 0,5 \times (15 - 9,72) = 2,64 \text{ м}$$

$$R = 350 \text{ м}$$

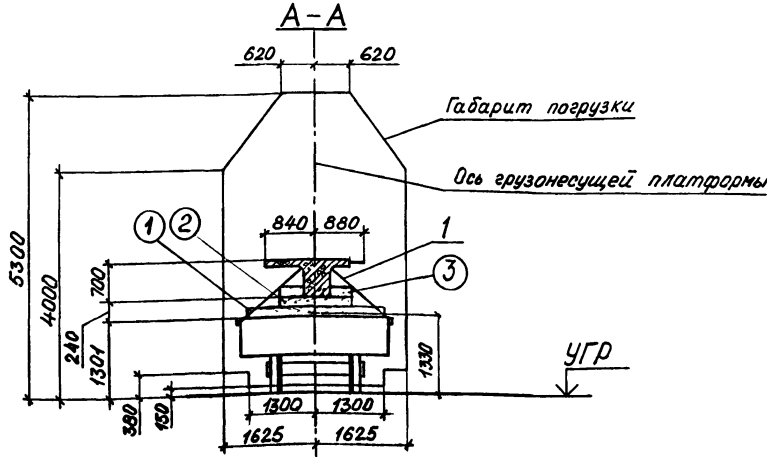
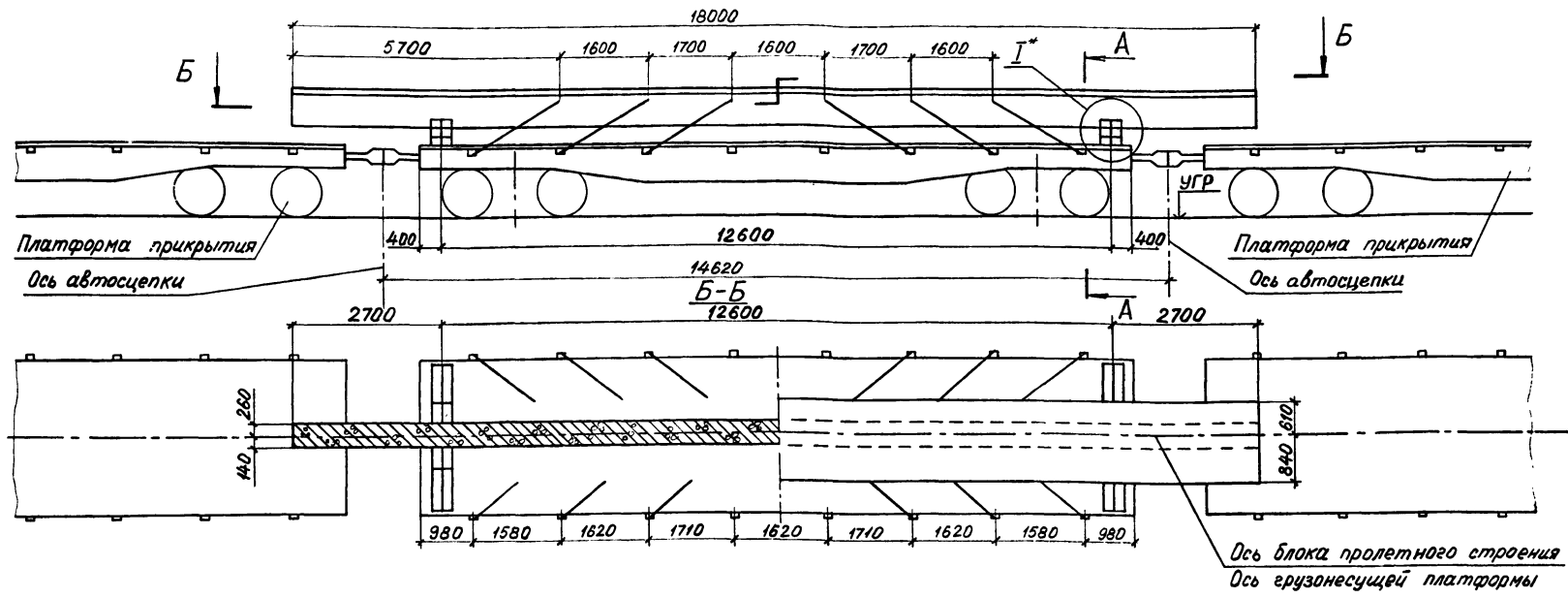
$$K = 70 \left(\frac{l}{b_g} - 14 \right) = 70 \left(\frac{15}{9,72} - 14 \right) = 9,33$$

$$f_n = \frac{500}{R} \times (l_g + n_n) \times n_n - 105 + K$$

$$f_n = \frac{500}{350} \times (9,72 + 2,64) \times 2,64 - 105 + 9,33 = -49,1 \text{ мм}$$

$f_n < 0$ - блок пролетного строения вписывается в габарит погрузки на кривых участках пути.

(Борта платформы условно не показаны)

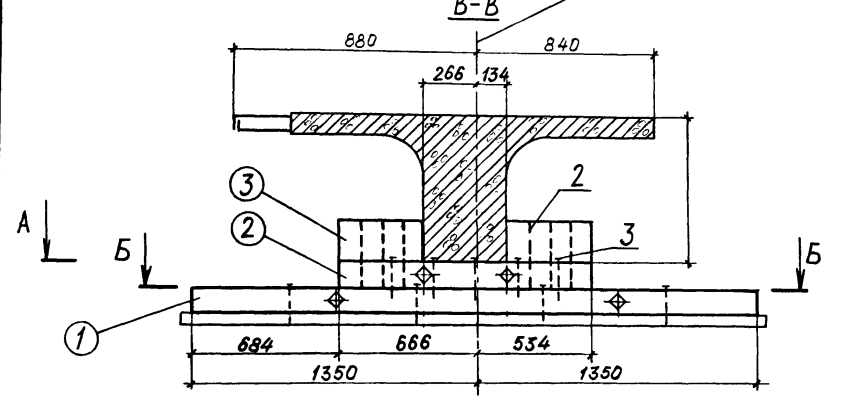


* Узел I см. на листе № 2.

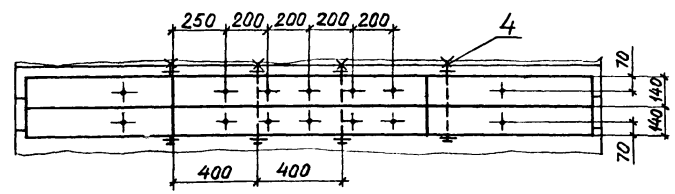
2539-10.04.01

Нач. отд.	Грозненский							
ГИП	Грозненский							
Нар. кон.	Новоладовский							
Рук. гр.	Гуревич							
Ст. инж.	Кабанов							
Размещение и крепление ж-д. блока пролетного строения пешеходного моста $L_n = 18$ м $h = 0,7$ м на ж-д. платформе.						Литер	Лист	Листов
						РП	1	6
						Гипротранспуть		

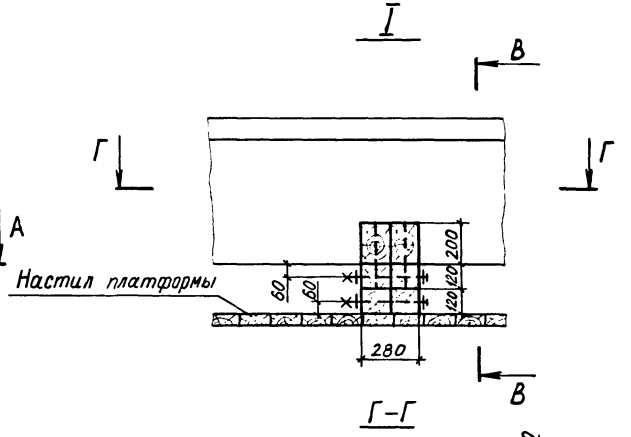
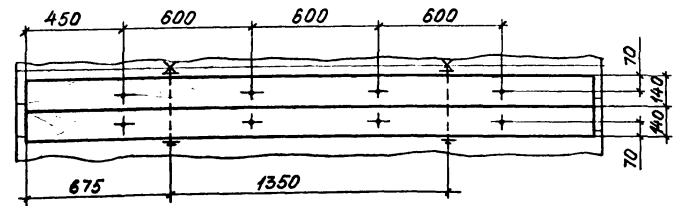
Ось грузонесущей платформы



A-A

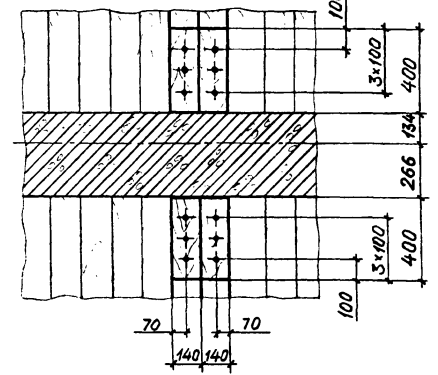


Б-Б



Настил платформы

Г-Г



Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величи- на
1	База груза	мм	9720
2	Высота ц.т. блока относительно низа блока	мм	432
3	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно УГР	мм	1330
4	Масса груза (1 блок)	т	18,1
5	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки	8φ8	19200	12	4,26	51,2	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
2	Штырь	●12	320	24	0,28	6,7	Ст.3 ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2590-71
3	Гвоздь	d=5,5	175	36	—	1,2	Ст.2 ГОСТ 380-71*	ГОСТ 243-73 ГОСТ 4028-63
4	болт строительный с гайкой и двумя шайбами	M12	350	8	0,50	4,0	Ст.3 ГОСТ 380-71*	
Итого:						63		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Прим
					ед.	общ.		
①	Брус	12×44	270	4	0,045	0,18	Сосна 3 сорта	ГОСТ ** 8486-66
2	Брус	12×14	120	4	0,020	0,08	То же	То же
3	Упор	14×20	40	8	0,011	0,09	— " —	— " —
Итого:						0,2		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х-осной платформе блока железобетонного пролётного строения длиной 18м, высотой 0,7м, изготовленного по типовому проекту пешеходных мостов / инв. №728/II /.
- Платформа принята грузоподъемностью 62-66т, постройки с 1965 года на тележках ЦНИИ-ХЗ.
2. Блок устанавливается на платформу симметрично относительно поперечной оси платформы, при этом вертикальная плоскость, проходящая через центр тяжести блока, должна совпадать с продольной осью платформы.
3. Блок пролётного строения укладывается на деревянные подкладки, закреплённые к полу платформы гвоздями.
4. Для предотвращения поперечного и продольного смещений блок пролётного строения закрепляется к стоечным скобам платформы при помощи растяжек из проволочных скруток.
- Для крепления растяжек в блоке пролётного строения предусмотрены закладные детали.
- Для предотвращения опрокидывания блока предусмотрены упоры из бруса.
5. При следовании по прямым участкам пути и кривым, радиусом не менее 350м, указанный блок на платформе вписывается в габарит погрузки.
6. Торцовые и продольные борты платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

2539-10.04.01

Расчёт к нагрузке.

Характеристика груза.

Груз - ж-б блок пролетного строения
 Длина блока - 18 м
 Ширина блока - 1,72 м
 Вес блока - 18,1 т
 Положение ЦТ от подошвы блока - 0,432 м
 Положение ЦТ от края наружной консоли блока по горизонтали - 0,834 м

Характеристика платформы.

Платформа четырехосная
 База платформы - 9,72 м
 Вес платформы - 22 т
 Положение ЦТ от УГР - 0,8 м

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{\text{общ}} = \frac{Q_{\text{гр}} \cdot h_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}} \cdot h_{\text{пл}}}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}}}$$

$$h_{\text{общ}} = \frac{18,1 \cdot (1,301 + 0,24 + 0,432) + 22 \cdot 0,8}{18,1 + 22} = 1,330 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{\text{пл}} + S_{\text{н}} \leq 50 \text{ м}^2 \quad S_{\text{н}} = 18 \cdot 0,7 = 11,9 \text{ м}^2$$

$$S = 13 + 11,9 = 24,9 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдается

Определение усилий, действующих на груз.

1^{ое} сочетание сил.

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = a_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{гр}} = 1,143 \cdot 18,1 = 20,69 \text{ тс}$

$$a_{\text{пр}} = a_{22} - \frac{Q_{\text{гр}}(a_{22} - a_{23})}{63} = 1,2 - \frac{18,1(1,2 - 1)}{63} = 1,143 \text{ тс/т}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = Q_{\text{гр}} \cdot \mu = 18,1 \cdot 0,45 = 8,15 \text{ тс}$

$\mu = 0,45$ - коэффициент трения деревянной подкладки по деревянному настилу

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F^{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}}^{\text{пр}} = 20,69 - 8,15 = 12,54 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_{\text{п}} = a_{\text{п}} \cdot Q_{\text{гр}} = 0,33 \cdot 18,1 = 5,97 \text{ тс}$

$a_{\text{п}} = 0,33$ - по таблице

Вертикальная инерционная сила: $F_{\text{в}} = a_{\text{в}} \cdot Q_{\text{гр}} = 0,368 \cdot 18,1 = 6,67 \text{ тс}$

$$a_{\text{в}} = 250 \cdot k \cdot \kappa_{\text{впр}} + \frac{2140}{Q_{\text{гр}}} = 250 \cdot 5 \cdot 0 + \frac{2140}{18,1} = 368,23 \frac{\text{кгс}}{\text{т}} = 0,368 \frac{\text{тс}}{\text{т}}$$

$\kappa = 5$ - по таблице $\kappa_{\text{впр}} = 0$;

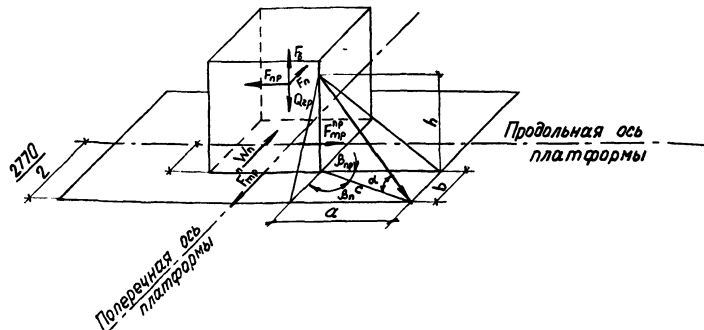
Сила трения: $F_{\text{тр}}^{\text{п}} = Q_{\text{гр}} \cdot \mu (1000 - a_{\text{в}}) = 18,1 \cdot 0,45 \cdot (1 - 0,368) = 5,15 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_{\text{н}} = 50 \cdot S_{\text{н}} = 0,05 \cdot 11,9 = 0,60 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F^{\text{п}} = \mu \cdot (F_{\text{п}} + W_{\text{н}}) - F_{\text{тр}}^{\text{п}} = 1,25 \cdot (5,97 + 0,60) - 5,15 = 3,06 \text{ тс}$$

Определение усилий в растяжках



Усилие в растяжке от первого сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_{np}}{\pi \beta \times (\mu \times \sin \alpha + \cos \alpha \times \cos \beta_{np})}$$

$$\operatorname{tg} \beta_{np} = \frac{a}{b} = \frac{1,58}{1,195} = 1,3222 \quad \beta_{np} = 52^\circ 54'$$

$a = 1,58 \text{ м}$ — наименьшая проекция растяжек на продольную ось

$$b = \frac{2,77}{2} - 0,19 = 1,195 \text{ м}$$

$$\mu = 0,45$$

$$\pi \beta^{np} = 6$$

$$\sin \alpha = \sin 21^\circ 15' = 0,3624$$

$$\cos \alpha = \cos 21^\circ 15' = 0,9320$$

$$\cos \beta_{np} = \cos 37^\circ 6' = 0,7976$$

$$\cos \beta_{np} = \cos 52^\circ 54' = 0,6032$$

$$\beta_{np} = 90^\circ - \beta_n = 90^\circ - 52^\circ 54' = 37^\circ 6'$$

$$c = \frac{a}{\sin \beta_{np}} = \frac{1,58}{0,79758} = 1,98 \text{ м}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{c} = \frac{0,77}{1,98} = 0,3889 \quad \alpha = 21^\circ 15'$$

$$R_p^{np} = \frac{12,54}{6 \times (0,45 \times 0,3624 + 0,9320 \times 0,7976)} = 2,33 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке от второго сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n}{\pi \beta \times (\mu \times \sin \alpha + \cos \alpha \times \cos \beta_n)}$$

$$R_p^n = \frac{3,08}{6 \times (0,45 \times 0,3624 + 0,9320 \times 0,6032)} = 0,71 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки $\phi 6 \text{ мм}$ по 3 витка в каждой с допуском усилием на одну растяжку 2,48 тс

Определение размеров подкладки.

Определение высоты подкладки:

$$h_0 = a \times \operatorname{tg} \gamma + h_n + f_r + h_3 + h_5$$

$$a_n = 3,24 \text{ м}; \quad h_n = 0,1 \text{ м}; \quad h_5 = 0;$$

$$\operatorname{tg} \gamma = 0,025; \quad h_3 = 0,025 \text{ м}; \quad f_r = 0;$$

$$h_0 = 3,24 \times 0,025 + 0,1 + 0 + 0,025 + 0 = 0,206 \text{ м}$$

Принято: подкладки из бруса по высоте $2 \times 12 \text{ м}$

Определение ширины подкладки:

$$b_0 \geq \frac{2(1,25 \times N_0 \times \mu \times h_0 - R_p \times h_y)}{N_0}$$

$$N_0 = \frac{Q_{ep} + 2 \times R_p^{np} \times \pi \beta^{np} \times \sin \alpha}{2} = \frac{18,1 + 2 \times 2,33 \times 6 \times 0,3624}{2} = 14,12 \text{ тс}$$

$$h_0 = 0,24 \text{ м}; \quad \mu = 0,45; \quad R_y = 0; \quad h_y = 0;$$

$$b_0 \geq \frac{2 \times (1,25 \times 14,12 \times 0,45 \times 0,24 + 0)}{14,12} = 0,27 \text{ м}$$

Принято: подкладки из брусков по ширине $2 \times 0,14 \text{ м}$

Расчет подкладок по смятию.

Напряжение смятия подкладки по 1^{ому} сочетанию сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_0^{np}}{S_0} \leq [30 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}]$$

$$N_0^{np} = \frac{Q_{ep} + 2 \times \pi \beta^{np} \times \sin \alpha \times R_p^{np}}{2} = \frac{18,1 + 2 \times 6 \times 0,3624 \times 2,33}{2} = 14,12 \text{ тс}$$

$$S_0 = 0,4 \times 0,28 = 0,112 \text{ м}^2$$

$$\sigma_{см} = \frac{14,12}{0,112} = 126,1 \frac{\text{т}}{\text{м}^2} = 12,6 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} < [30 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}]$$

Напряжение смятия подкладки по 2^{ому} сочетанию сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_0^n \times F_k^n}{S_0} \leq [30 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}]$$

$$N_0^n = \frac{Q_{ep} + 2 \times \pi \beta^n \times \sin \alpha \times R_p^n}{2} = \frac{18,1 + 2 \times 6 \times 0,3624 \times 0,71}{2} = 10,59 \text{ тс}$$

$$F_k^n = \frac{F_k}{2} = \frac{6,87}{2} = 3,34 \text{ тс} \quad S_0 = 0,112 \text{ м}^2$$

$$\sigma_{см} = \frac{10,59 + 3,34}{0,112} = 124,4 \frac{\text{тс}}{\text{м}^2} = 12,4 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$$

Подкладка состоит из 4^х брусков сечением $0,24 \times 0,14 \text{ м}$ длиной 2,70 м, скрепленных между собой по вертикали штырями, по горизонтали строительными болтами.

Проверка устойчивости груза от опрокидывания.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$k_{пр} = \frac{e_{пр}}{h_{цт} - h_{г}} = \frac{4,86}{0,43 - 0} = 11,3 > [1,25]$$

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы:

$$k_n = \frac{Q_{ер} \cdot L_0}{F_n \cdot (h_{цт} - h_g) + W_n \cdot (h_{ин} - h_g)} = \frac{18,1 \cdot 0,134}{5,97 \cdot (0,432 - 0,2) + 0,6 \cdot (0,35 - 0,2)} = 1,64 > [1,25]$$

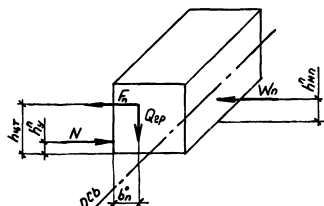
$$b_n = 0,4 - 0,266 = 0,134 \text{ м}$$

$$h_{ин} = \frac{0,7}{2} = 0,35 \text{ м}$$

$$h_g = 0,2 \text{ м}$$

Расчет поперечных упоров

Определение усилия, действующего на упор при опрокидывании:



$$M_{опр} = (F_n \cdot h_{цт} + W_n \cdot h_{ин}) \cdot n; \quad n = 1,25$$

$$M_{уд} = Q_{ер} \cdot b_n + N \cdot h_g;$$

$$N = \frac{(F_n \cdot h_{цт} + W_n \cdot h_{ин}) \cdot n - Q_{ер} \cdot b_n}{h_y}$$

$$N = \frac{(5,97 \cdot 0,432 + 0,6 \cdot 0,35) \cdot 1,25 - 18,1 \cdot 0,134}{0,2} = 5,30 \text{ тс}$$

$$\frac{N}{2} = \frac{5,30}{2} = 2,65 \text{ тс} - \text{усилие, действующее на один упор}$$

Напряжение смятия упора:

$$\sigma_{см} = \frac{N}{2 \times S} \leq [130 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}]; \quad S = 0,28 \times 0,2 = 0,056 \text{ м}^2; \quad b_y = 0,28 \text{ м}$$

$$\sigma_{см} = \frac{5,30}{2 \times 0,056} = 47,3 \frac{\text{тс}}{\text{м}^2} = 4,7 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} < [130 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}]$$

Определение количества штырей для крепления бруска упора

$$n_{шт} = \frac{N}{h_g^2 \cdot R_{шт}} = \frac{5,30}{2 \times 0,198} = 5 \text{ шт}$$

принимает штыри $d = 12 \text{ мм}$, длиной 320 мм, $R_{шт} = 504 \text{ кгс}$

Определение допускаемой ширины груза по условию вписывания в габарит погрузки на кривых участках пути

$$B_n = B_r - 2f_n$$

$$n_n = 0,5 \cdot (L - l_g) = 0,5 \cdot (18 - 9,72) = 4,14 \text{ м}$$

$$R = 350 \text{ м};$$

$$K = 70 \left(\frac{l_g}{l_g} - 1,41 \right) = 70 \left(\frac{18}{9,72} - 1,41 \right) = 30,93$$

$$f_n = \frac{500}{R} \cdot (l_g + n_n) \cdot n_n - 105 + K;$$

$$f_n = \frac{500}{350} \cdot (9,72 + 4,14) \cdot 4,14 - 105 + 30,93 = 82 \text{ мм}$$

$$B_n = 3250 - 2 \cdot 82 = 3086 \text{ мм}$$


$B_{пр} = 1720 \text{ мм}$ - ширина блока прелетного строения

$B_{пр} < B_n$ - блок прелетного строения вписывается в габарит погрузки на кривых участках пути

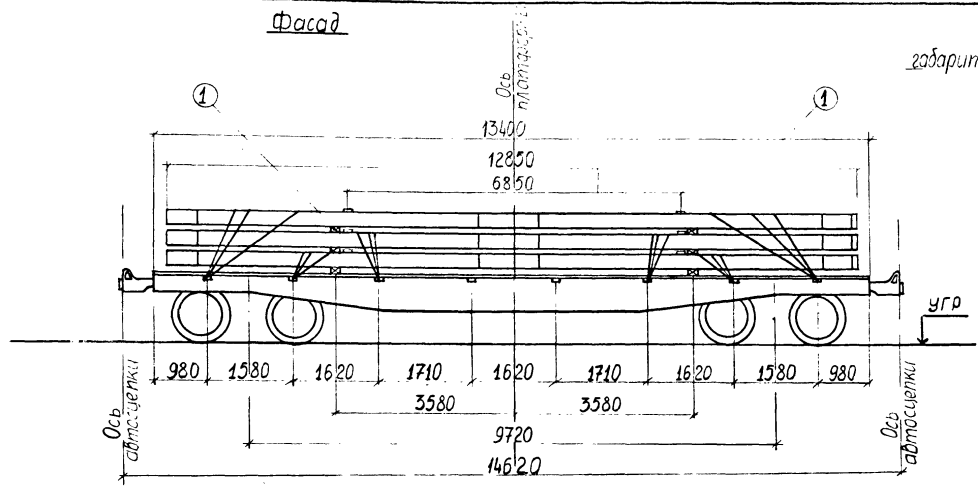
РАЗДЕЛ II. ПОГРУЗКА, РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ Ж.-Б. КОСОУРОВ ПЕШЕХОДНЫХ МОСТОВ
(ТИПОВОЙ ПРОЕКТ ИНВ. №728/І) НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМАХ.

СОСТАВ РАЗДЕЛА

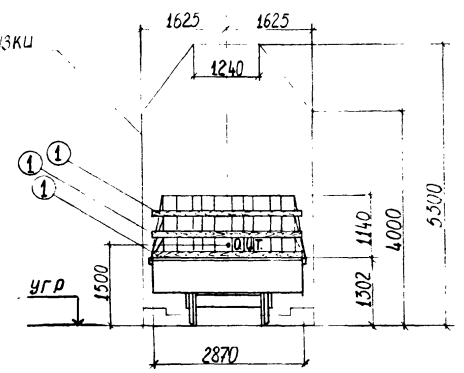
№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
I	2	3	4
I	2539-II.01.01.	Размещение и крепление ж.-б. двухмаршевых косоуров К-4 пешеходных мостов на ж.-д. платформе.	226 ÷ 242
2	2539-II.02.01.	Размещение и крепление ж.-б. одномаршевых косоуров К-7 пешеходных мостов на ж.-д. платформе.	243 ÷ 249

			2539-11.00.00		
Нач. отд.	Губинский	 ГИП Губинский Новомосковский Руководитель Губинский Инженер Данков	Состав раздела 11.		
ГИП	Губинский				
Новомосковский	Губинский				
Руководитель	Губинский				
Инженер	Данков		Литер	Лист	Листов
			РП	1	1
			Гипротранспуть		

Фасад

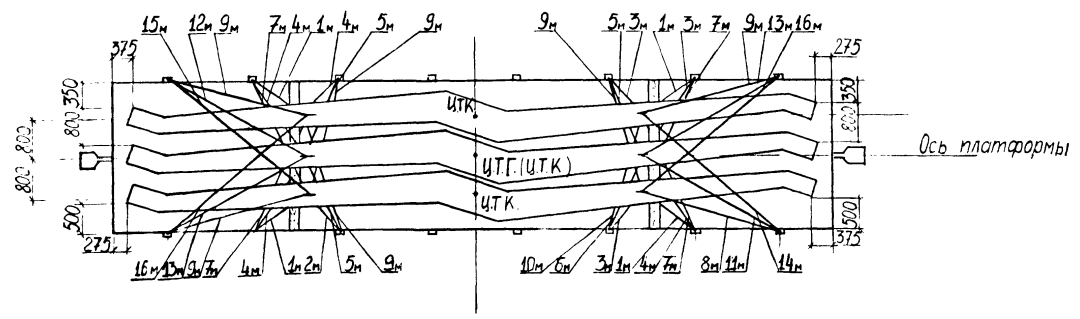


габарит погрузки



(борта платформы условно не показаны)

План



Примечание:

На данном листе растяжки крепления косоуров обозначены номерами, соответствующими приведенным длинам растяжек, см. лист №4.

2539-11.01.01

Нач. отд.	Грозненский							
ГУП	Грозненский							
Н.контр.	Новолодзский							
Рук. гр.	Гуревич							
Инженер	Данков							
Размещение и крепление ж-д дышаршевых косоуров №4 пешеходных мостов на ж-д платформе.						Литер	Лист	Листов
						РП	1	17
						Гипротранспуть		

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Ед.м.	Величина
1	База груза	мм	7160
2	Высота ц.т. груза относительно пола платформы	мм	630
3	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно УРР	мм	1500
4	Масса груза	т	34,2
5	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла креплений

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг.		Материал	Примечание
					ед.	общ.		
1м	Растяжка из проволоки	6 Ф6	7900	4	1,8	7	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
2м	" "	6 Ф6	10100	1	2,2	2		
3м	" "	6 Ф6	11500	3	2,6	8		
4м	" "	6 Ф6	12100	4	2,7	11		
5м	" "	6 Ф6	14800	3	3,3	10		
6м	" "	6 Ф6	15400	1	3,4	3		
7м	" "	6 Ф6	16600	4	3,7	15		
8м	" "	6 Ф6	17600	1	3,9	4		
9м	" "	6 Ф6	19000	6	4,2	25		
10м	" "	6 Ф6	19600	1	4,4	4		
11м	" "	6 Ф6	20500	1	4,6	5		
12м	" "	6 Ф6	21600	1	4,8	5		
13м	" "	6 Ф6	22300	2	5,0	10		
14м	" "	6 Ф6	23800	1	5,3	5		
15м	" "	6 Ф6	25000	1	5,6	6		
16м	" "	6 Ф6	25800	2	5,7	11		
17	Гвоздь	d=6	150±200	32	0,044	1	Ст. 2 по ГОСТ 380-71	ГОСТ 243-75 ГОСТ 4027-68
Итого металла:					152			

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³		Материал	Примечание
					ед.	общ.		
①	Брус	12×18	276	6	0,06	0,36	Сосна ель не ниже 3 сорта	ГОСТ 2445-65**
Итого лесоматериалов:						0,36		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4-^хосной платформе железобетонных двухмаршевых косоуров К-4 пешеходных мостов, изготовленных по типовому проекту инв. № 728/Г. Блоки К-1, К-2, К-3, К-5, К-6, подобные по конструкции блоку К-4, перевозятся аналогично. Платформа принята грузоподъемностью 62-66т, постройки с 1965г на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Косоуры размещаются на платформе в три штабеля по три яруса в каждом. При этом общий Ц.Т. груза в плане лежит на пересечении продольной и поперечной осей платформы.
- Косоуры устанавливаются на подкладки и прокладки, представляющие собой брусья 120х180мм.
- Для предотвращения поперечного и продольного смещений косоуры прикрепляются к стоечным скобам платформы при помощи растяжек из проволочных скруток. На косоурах растяжки крепятся к монтажным петлям.
- В плане груз вписывается в очертание платформы. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанные косоуры на платформе вписываются в габарит погрузки.
- Боковые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов". 1981г.

2539-11.01.01

Лист

2

Расчет к нагрузке

I Характеристика груза

Груз - двухпролетные железобетонные косоуры
 Количество косуров - 9 шт.
 Длина косуры - 12,82 м
 Высота косуры - 0,26 м
 Вес косуры - 3,8 т
 Общая высота груза - 1,14 м
 Общий вес груза - 34,2 т

II Характеристика платформы

Платформа четырехосная
 База - 9,72 м
 Вес платформы - 22 т
 Положение ЦТ от УГР - 0,8 м

III. Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{ц.т.} = \frac{Q_{гр} \cdot h_{гр} + Q_{пл} \cdot h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leq 2,3 \text{ м}$$

$$h_{пл.} = 0,8 \text{ м} \quad h_{гр.} = H_{пл} + H_{гр}; \quad h_{гр.} = 1,302 + 0,63 = 1,932 \text{ м}$$

$$H_{пл.} = 1,302 \text{ м}; \quad H_{гр.} = 0,63 \text{ м}$$

$$h_{ц.т.} = \frac{34,2 \times 1,932 + 22 \times 0,8}{34,2 + 22} = 1,5 \text{ м} < [2,3 \text{ м}]$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{пл} + S_{гр} \leq 50 \text{ м}^2 \quad S_{пл} = 13 \text{ м}^2$$

$$S = 13 + 14,7 = 27,7 \text{ м}^2 < [50 \text{ м}^2] \quad S_{гр} = 14,7 \text{ м}^2$$

Следовательно, условие общей поперечной устойчивости соблюдается.

IV. Определение усилий, действующих на коосуру верхнего яруса.

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила:

$$F_{пр} = a_{пр} \times Q_{гр}$$

$$a_{пр} = a_{22} = \frac{a_{22} \times (a_{22} - a_{25})}{63}$$

$$a_{22} = 1,2; \quad a_{25} = 34,2 \text{ т}; \quad a_{25} = 1,0$$

$$a_{пр.} = 1,2 - \frac{34,2 \times (1,2 - 1,0)}{63} = 1,09 \text{ тс/т}$$

$$F_{пр} = 1,09 \times 3,8 = 4,14 \text{ тс}$$

Сила трения:

$$F_{тр}^{пр} = a_{гр} \times \mu$$

$$\mu = 0,55; \quad a_{гр} = 3,8 \text{ т}$$

$$F_{тр}^{пр} = 0,55 \times 3,8 = 2,09 \text{ тс}$$

Продольное усилие, воспринимаемое креплением:

$$\Delta F_{кр}^{пр} = F_{пр} - F_{тр}^{пр}$$

$$\Delta F_{кр}^{пр} = 4,14 - 2,09 = 2,05 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила:

$$F_n = a_n \times Q_{гр}$$

$$a_n = 0,33 \text{ тс/т}$$

$$F_n = 0,33 \times 3,8 = 1,25 \text{ тс}$$

Вертикальная инерционная сила:

$$F_v = a_v \times Q_{гр}$$

$$a_v = 250 + k \cdot l_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}}$$

$$k = 5; \quad l_{гр} = 0$$

$$a_v = 250 + 5 \times 0 + \frac{2140}{34,2} = 313 \text{ кгс/кг}$$

$$F_v = 0,313 \times 3,8 = 3,09 \text{ тс}$$

ветровая нагрузка:

$$W_n = 50 \times S_n$$

$$W_n = 50 \times 4,9 = 245 \text{ кгс} = 0,245 \text{ тс}$$

Сила трения:

$$F_{тр}^n = a_{гр} \times \mu \times (1000 - a_v)$$

$$F_{тр}^n = 3,8 \times 0,55 \times (1000 - 313) = 1,44 \text{ тс}$$

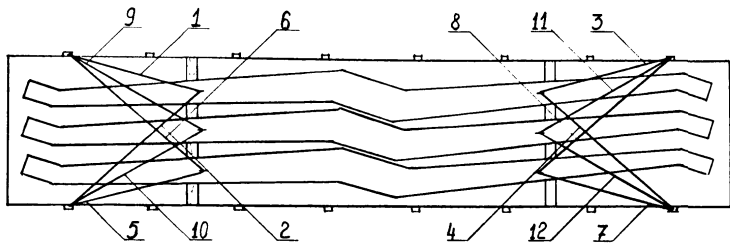
Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n^s = n(F_n + W_n) - F_{тр}^n$$

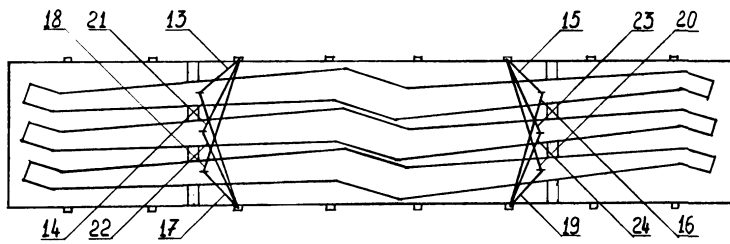
$$n = 1,25$$

$$\Delta F_n^s = 1,25(1,25 + 0,24) - 1,44 = 0,42 \text{ тс}$$

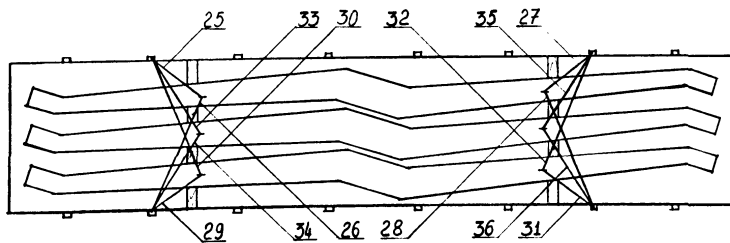
Крепление косозубов верхнего яруса.



Крепление косозубов среднего яруса.



Крепление косозубов нижнего яруса.



Ведомость растяжек.

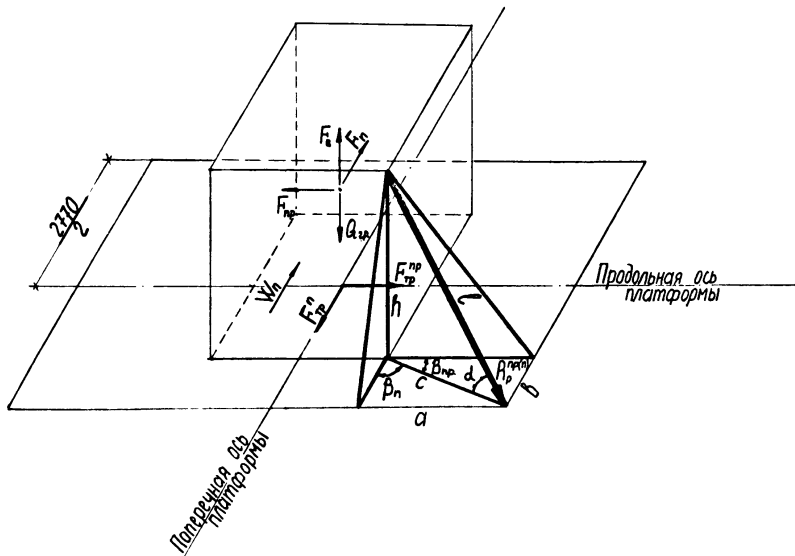
Расчетные растяжки		Монтажные растяжки	
Номера	Теоретические длины мм	Номера	Приведенные длины мм
1	2	3	4
27	7400	1 _н	7900
31	7400		
25	7700		
29	7900		
17	10100	2 _н	10100
15	11000	3 _н	11500
19	11400		
35	11500		
36	11700	4 _н	12100
34	12000		
13	12100		
33	12100		
22	14300	5 _н	14800
21	14600		
23	14800		
24	15400	6 _н	15400

1	2	3	4
32	16100	7 _н	16600
28	16300		
26	16500		
30	16600	8 _н	17600
7	17600		
14	18600	9 _н	19000
3	18600		
1	18800		
5	18800		
20	18800		
18	19000		
16	19600	10 _н	19600
12	20500	11 _н	20500
9	21600	12 _н	21600
10	22300	13 _н	22300
11	22300		
4	23800	14 _н	23800
6	25000	15 _н	25000
8	25600	16 _н	25800
2	25800		

Примечания:

1. На приведенных схемах нумерация растяжек дана в соответствии с расчетом.
2. В таблице дано приведение теоретических длин растяжек к усредненным монтажным.

v Определение усилий в растяжках кососводов верхнего яруса.



Усилия в растяжках 1;2 от 1^{го} сочетания сил:

$$R_{np}^{np} = \frac{\Delta F_{np}}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_{np}^i)}$$

$$a_1 = 1700 \text{ мм}; \quad b_1 = 400 \text{ мм}$$

$$a_2 = 380 \text{ мм}; \quad b_2 = 325 \text{ мм}$$

$$h = 1140 \text{ мм}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c_1 = \sqrt{1700^2 + 400^2} = 1746 \text{ мм}; \quad c_2 = \sqrt{380^2 + 325^2} = 500 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \beta_{np}^1 = \frac{1700}{1746} = 0,974; \quad \cos \beta_{np}^2 = \frac{380}{500} = 0,76$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$l_1 = \sqrt{1140^2 + 1746^2} = 2085 \text{ мм}; \quad l_2 = \sqrt{1140^2 + 500^2} = 1245 \text{ мм}$$

$$\cos d = \frac{c}{l}$$

$$\cos d^1 = \frac{1746}{2085} = 0,837$$

$$\cos d^2 = \frac{500}{1245} = 0,402$$

$$\sin d = \frac{h}{l}$$

$$\sin d^1 = \frac{1140}{2085} = 0,547; \quad \sin d^2 = \frac{1140}{1245} = 0,916$$

$$R_{np} = \frac{2,05}{(0,55 \times 0,547 + 0,837 \times 0,974) + (0,55 \times 0,916 + 0,402 \times 0,76)} = \frac{2,05}{1,925} = 1,06 \text{ тс}$$

Усилия в растяжках 3;4 от 1^{го} сочетания сил:

$$R_{np}^{np} = \frac{\Delta F_{np}}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_{np}^i)}$$

$$a_3 = 950 \text{ мм}; \quad b_3 = 225 \text{ мм}$$

$$a_4 = 600 \text{ мм}; \quad b_4 = 600 \text{ мм}$$

$$h = 1140 \text{ мм}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c_3 = \sqrt{950^2 + 225^2} = 976 \text{ мм}; \quad c_4 = \sqrt{600^2 + 600^2} = 848 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \beta_{np}^3 = \frac{950}{976} = 0,973; \quad \cos \beta_{np}^4 = \frac{600}{848} = 0,708$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$l_3 = \sqrt{1140^2 + 976^2} = 1501 \text{ мм}; \quad l_4 = \sqrt{1140^2 + 848^2} = 1421 \text{ мм}$$

$$\cos d = \frac{c}{l}$$

$$\cos d^3 = \frac{976}{1501} = 0,65; \quad \cos d^4 = \frac{848}{1421} = 0,597$$

2539-11.01.01

$$\sin d = \frac{h}{l}$$

$$\sin d^1 = \frac{1140}{1501} = 0,759$$

$$\sin d^2 = \frac{1140}{1421} = 0,802$$

$$R_p^{np} = \frac{2,05}{(0,55 \times 0,759 + 0,65 \times 0,973) + (0,55 \times 0,802 + 0,597 \times 0,708)} = \frac{2,05}{1,913} = 1,07 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 5:6 от 1^{го} сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_p^{np}}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_{np})}$$

$$a_5 = 1525 \text{ мм}; \quad b_5 = 375 \text{ мм}$$

$$a_6 = 575 \text{ мм}; \quad b_6 = 500 \text{ мм}$$

$$h = 1140 \text{ мм}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c_5 = \sqrt{1525^2 + 375^2} = 1570 \text{ мм}; \quad c_6 = \sqrt{575^2 + 500^2} = 762 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \beta_{np}^5 = \frac{1525}{1570} = 0,971; \quad \cos \beta_{np}^6 = \frac{575}{762} = 0,754$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$l_5 = \sqrt{1140^2 + 1570^2} = 1940 \text{ мм}; \quad l_6 = \sqrt{1140^2 + 762^2} = 1371 \text{ мм}$$

$$\cos d = \frac{c}{l}$$

$$\cos d^5 = \frac{1570}{1940} = 0,809; \quad \cos d^6 = \frac{762}{1371} = 0,556$$

$$\sin d = \frac{h}{l}$$

$$\sin d^5 = \frac{1140}{1940} = 0,588; \quad \sin d^6 = \frac{1140}{1371} = 0,832$$

$$R_p^{np} = \frac{2,05}{(0,55 \times 0,588 + 0,809 \times 0,971) + (0,55 \times 0,832 + 0,556 \times 0,754)} = \frac{2,05}{1,986} = 1,03 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 7:8 от 1^{го} сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_p^{np}}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_{np})}$$

$$a_7 = 1700 \text{ мм}; \quad b_7 = 500 \text{ мм}$$

$$a_8 = 200 \text{ мм}; \quad b_8 = 175 \text{ мм}$$

$$h = 1140 \text{ мм}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c_7 = \sqrt{1700^2 + 500^2} = 1772 \text{ мм}; \quad c_8 = \sqrt{200^2 + 175^2} = 266 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \beta_{np}^7 = \frac{1700}{1772} = 0,959; \quad \cos \beta_{np}^8 = \frac{200}{266} = 0,752$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$l_7 = \sqrt{1140^2 + 1772^2} = 2107 \text{ мм}; \quad l_8 = \sqrt{1140^2 + 266^2} = 1171 \text{ мм}$$

$$\cos d = \frac{c}{l}$$

$$\cos d^7 = \frac{1772}{2107} = 0,841; \quad \cos d^8 = \frac{266}{1171} = 0,227$$

$$\sin d = \frac{h}{l}$$

$$\sin d^7 = \frac{1140}{2107} = 0,541; \quad \sin d^8 = \frac{1140}{1171} = 0,974$$

$$R_p^{np} = \frac{2,05}{(0,55 \times 0,541 + 0,841 \times 0,959) + (0,55 \times 0,974 + 0,227 \times 0,752)} = \frac{2,05}{1,811} = 1,13 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 9:10 от 1^{го} сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_p^{np}}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_{np})}$$

$$a_9 = 850 \text{ мм}; \quad b_9 = 475 \text{ мм}$$

$$a_{10} = 575 \text{ мм}; \quad b_{10} = 325 \text{ мм}$$

$$h = 1140 \text{ мм}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c_9 = \sqrt{850^2 + 475^2} = 974 \text{ мм}; \quad c_{10} = \sqrt{575^2 + 325^2} = 660 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \beta_{np}^9 = \frac{850}{974} = 0,873; \quad \cos \beta_{np}^{10} = \frac{575}{660} = 0,871$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$l_5 = \sqrt{1140^2 + 974^2} = 1499 \text{ мм}; \quad l_{10} = \sqrt{1140^2 + 660^2} = 1317 \text{ мм}$$

$$\cos d = \frac{c}{l}$$

$$\cos d^5 = \frac{974}{1499} = 0,65 \quad \cos d^{10} = \frac{660}{1317} = 0,501$$

$$\sin d = \frac{h}{l}$$

$$\sin d^5 = \frac{1140}{1499} = 0,76; \quad \sin d^{10} = \frac{1140}{1317} = 0,866$$

$$R_p^{np} = \frac{2,05}{(0,55 \times 0,76 + 0,65 \times 0,872) + (0,55 \times 0,866 + 0,501 \times 0,871)} = \frac{2,05}{1,897} = 1,08 \text{ тс}$$

Усилия в растяжках 11; 12 от 1^{го} сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_p^i}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_{np}^i)}$$

$$a_{11} = 300 \text{ мм}; \quad b_{11} = 200 \text{ мм}$$

$$a_{12} = 900 \text{ мм}; \quad b_{12} = 575 \text{ мм}$$

$$h = 1140 \text{ мм}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c_{11} = \sqrt{300^2 + 200^2} = 360 \text{ мм}; \quad c_{12} = \sqrt{900^2 + 575^2} = 1068 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \beta_{np}^{11} = \frac{300}{360} = 0,833; \quad \cos \beta_{np}^{12} = \frac{900}{1068} = 0,843$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$l_{11} = \sqrt{1140^2 + 360^2} = 1195 \text{ мм}; \quad l_{12} = \sqrt{1140^2 + 1068^2} = 1562 \text{ мм}$$

$$\cos d = \frac{c}{l}$$

$$\cos d^{11} = \frac{360}{1195} = 0,301; \quad \cos d^{12} = \frac{1068}{1562} = 0,684$$

$$\sin d = \frac{h}{l}$$

$$\sin d^{11} = \frac{1140}{1195} = 0,954; \quad \sin d^{12} = \frac{1140}{1562} = 0,73$$

$$R_p^{np} = \frac{2,05}{(0,55 \times 0,954 + 0,301 \times 0,833) + (0,55 \times 0,73 + 0,684 \times 0,843)} = \frac{2,05}{1,755} = 1,17 \text{ тс}$$

Усилия в растяжках 1; 3 от 2^{го} сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_p^i}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_n^i)}$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_n^1 = \frac{400}{1746} = 0,229; \quad \cos \beta_n^3 = \frac{225}{976} = 0,23$$

$$R_p^{np} = \frac{0,42}{(0,55 \times 0,547 + 0,837 \times 0,229) + (0,55 \times 0,759 + 0,65 \times 0,23)} = \frac{0,42}{1,06} = 0,4 \text{ тс}$$

Усилия в растяжках 2; 4 от 2^{го} сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_p^i}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_n^i)}$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_n^2 = \frac{325}{500} = 0,65; \quad \cos \beta_n^4 = \frac{600}{848} = 0,708$$

$$R_p^{np} = \frac{0,42}{(0,55 \times 0,916 + 0,402 \times 0,65) + (0,55 \times 0,802 + 0,597 \times 0,708)} = \frac{0,42}{1,629} = 0,26 \text{ тс}$$

Усилия в растяжках 5; 7 от 2^{го} сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_p^i}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_n^i)}$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_n^5 = \frac{375}{1570} = 0,239; \quad \cos \beta_n^7 = \frac{500}{1772} = 0,282$$

$$R_p^{np} = \frac{0,42}{(0,55 \times 0,588 + 0,809 \times 0,239) + (0,55 \times 0,541 + 0,841 \times 0,282)} = \frac{0,42}{1,05} = 0,4 \text{ тс}$$

Усилия в растяжках 6; 8 от 2^{го} сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_p^i}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_n^i)}$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_n^6 = \frac{500}{762} = 0,656 ; \quad \cos \beta_n^8 = \frac{175}{266} = 0,658$$

$$R_p^6 = \frac{0,42}{(0,55 \times 0,832 + 0,556 \times 0,656) + (0,55 \times 0,974 + 0,227 \times 0,658)} = \frac{0,42}{1,488} = 0,28 \text{ тс}$$

Усилия в растяжках 9:11 от 2^{го} сочетания сил:

$$R_p^9 = \frac{\Delta F_p^9}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_n^9)}$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_n^9 = \frac{475}{974} = 0,488 ; \quad \cos \beta_n^{10} = \frac{200}{360} = 0,556$$

$$R_p^9 = \frac{0,42}{(0,55 \times 0,76 + 0,65 \times 0,488) + (0,55 \times 0,954 + 0,301 \times 0,556)} = \frac{0,42}{1,427} = 0,29 \text{ тс}$$

Усилия в растяжках 10:12 от 2^{го} сочетания сил:

$$R_p^{10} = \frac{\Delta F_p^{10}}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_n^{10})}$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_n^{10} = \frac{325}{660} = 0,492 ; \quad \cos \beta_n^{12} = \frac{575}{1068} = 0,538$$

$$R_p^{10} = \frac{0,42}{(0,55 \times 0,866 + 0,501 \times 0,492) + (0,55 \times 0,73 + 0,684 \times 0,538)} = \frac{0,42}{1,492} = 0,28 \text{ тс}$$

VI. Определение усилий действующих на косозубы среднего яруса

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила, действующая на два косозуба (среднего и верхнего яруса):

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

$$a_{np} = a_{22} - \frac{Q_{\psi}^2 \times (a_{22} - a_{33})}{63}$$

$$a_{22} = 1,2 ; \quad Q_{\psi} = 34,2 \text{ т} ; \quad a_{33} = 1,0$$

$$a_{np} = 1,2 - \frac{34,2^2 \times (1,2 - 1,0)}{63} = 1,09 \text{ тс/т}$$

$$F_{np} = 1,09 \times 7,6 = 8,28 \text{ тс}$$

Сила трения:

$$F_{\tau p} = Q_{\psi} \times \mu$$

$$\mu = 0,55 ; \quad Q_{\psi} = 7,6 \text{ тс}$$

$$F_{\tau p} = 0,55 \times 7,6 = 4,18 \text{ тс}$$

Продольное усилие, воспринимаемое креплением косозубов верхнего и среднего яруса:

$$\Delta F_{np}^6 = F_{np} - F_{\tau p}^6$$

$$\Delta F_{np}^6 = 8,28 - 4,18 = 4,1 \text{ тс}$$

Продольное усилие, приходящееся на крепление косозуба среднего яруса:

$$\Delta F_{np}^9 = \Delta F_{np}^6 - \Delta F_{np}^9$$

$$\Delta F_{np}^9 = 4,1 - 2,05 = 2,05 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила, действующая на косозубы верхнего и среднего яруса:

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

$$a_n = 0,33 \text{ тс/т}$$

$$F_n = 0,33 \times 7,6 = 2,51 \text{ тс}$$

Вертикальная инерционная сила:

$$F_v = a_v \times Q_{\psi}$$

$$a_v = 250 + k \times v_{\psi} + \frac{2140}{Q_{\psi}^2}$$

$$k = 5 \quad v_{\psi} = 0$$

$$a_v = 250 + 5 \times 0 + \frac{2140}{34,2^2} = 313 \text{ кгс/кг}$$

$$F_v = 0,313 \times 7,6 = 2,38 \text{ тс}$$

Ветровая нагрузка:

$$W_n = 50 \times S_n$$

$$W_n = 50 \times 9,79 = 490 \text{ кг} = 0,49 \text{ тс}$$

Сила трения:

$$F_{\tau p}^9 = Q_{\psi} \times \mu \times (1000 - a_v)$$

$$F_{\tau p}^9 = 7,6 \times 0,55 \times (1000 - 313) = 2872 \text{ кг} = 2,87 \text{ тс}$$

Поперечное усилие, воспринимаемое креплением косозубов верхнего и нижнего яруса:

$$\Delta F_n^9 = n(F_n + W_n) - F_{\tau p}^9$$

$$n = 1,25$$

2539-11.01.01

$$\Delta F_n^0 = 1,25 (2,51 - 0,49) - 2,87 = 0,88 \text{ тс}$$

Поперечное усилие приходящееся на крепление косоура среднего яруса:

$$\Delta F_n^0 = \Delta F_n^1 - \Delta F_n^2$$

$$\Delta F_n^0 = 0,88 - 0,42 = 0,46 \text{ тс}$$

VII Определение усилий в растяжках косоуров среднего яруса

Усилия в растяжках 13, 14 от 1^{го} сочетания сил:

$$R_p^{13,14} = \frac{\Delta F_{np}}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_{np})}$$

$$a_{13} = 500 \text{ мм}; b_{13} = 325 \text{ мм}$$

$$a_{14} = 175 \text{ мм}; b_{14} = 400 \text{ мм}$$

$$h = 760 \text{ мм}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c_{13} = \sqrt{500^2 + 325^2} = 596 \text{ мм}; c_{14} = \sqrt{175^2 + 400^2} = 437 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \beta_{np}^{13} = \frac{500}{596} = 0,839; \cos \beta_{np}^{14} = \frac{175}{437} = 0,4$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$l_{13} = \sqrt{760^2 + 596^2} = 966 \text{ мм}; l_{14} = \sqrt{760^2 + 437^2} = 877 \text{ мм}$$

$$\cos d = \frac{c}{l}$$

$$\cos d^{13} = \frac{596}{966} = 0,617; \cos d^{14} = \frac{437}{877} = 0,498$$

$$\sin d = \frac{h}{l}$$

$$\sin d^{13} = \frac{760}{966} = 0,787; \sin d^{14} = \frac{760}{877} = 0,866$$

$$R_p^{13,14} = \frac{2,05}{(0,55 \times 0,787 + 0,617 \times 0,839) + (0,55 \times 0,866 + 0,498 \times 0,4)} = \frac{2,05}{1,626} = 1,26 \text{ тс}$$

Усилия в растяжках 15, 16 от 1^{го} сочетания сил:

$$R_p^{15,16} = \frac{\Delta F_{np}}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_{np})}$$

$$a_{15} = 725 \text{ мм}; b_{15} = 375 \text{ мм}$$

$$a_{16} = 175 \text{ мм}; b_{16} = 300 \text{ мм}$$

$$h = 760 \text{ мм}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c_{15} = \sqrt{725^2 + 375^2} = 816 \text{ мм}; c_{16} = \sqrt{175^2 + 300^2} = 347 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \beta_{np}^{15} = \frac{725}{816} = 0,888; \cos \beta_{np}^{16} = \frac{175}{347} = 0,504$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$l_{15} = \sqrt{760^2 + 816^2} = 1115 \text{ мм}; l_{16} = \sqrt{760^2 + 347^2} = 835 \text{ мм}$$

$$\cos d = \frac{c}{l}$$

$$\cos d^{15} = \frac{816}{1115} = 0,732; \cos d^{16} = \frac{347}{835} = 0,416$$

$$\sin d = \frac{h}{l}$$

$$\sin d^{15} = \frac{760}{1115} = 0,682; \sin d^{16} = \frac{760}{835} = 0,91$$

$$R_p^{15,16} = \frac{2,05}{(0,55 \times 0,682 + 0,732 \times 0,888) + (0,55 \times 0,91 + 0,416 \times 0,504)} = \frac{2,05}{1,735} = 1,18 \text{ тс}$$

Усилия в растяжках 17, 18 от 1^{го} сочетания сил:

$$R_p^{17,18} = \frac{\Delta F_{np}}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_{np})}$$

$$a_{17} = 650 \text{ мм}; b_{17} = 400 \text{ мм}$$

$$a_{18} = 125 \text{ мм}; b_{18} = 300 \text{ мм}$$

$$h = 760 \text{ мм}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c_{17} = \sqrt{650^2 + 400^2} = 763 \text{ мм}; c_{18} = \sqrt{125^2 + 300^2} = 325 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \beta_{np}^{17} = \frac{650}{763} = 0,852; \cos \beta_{np}^{18} = \frac{125}{325} = 0,385$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$l_{17} = \sqrt{760^2 + 763^2} = 1077 \text{ мм}; \quad l_{18} = \sqrt{760^2 + 325^2} = 826 \text{ мм}$$

$$\cos d = \frac{c}{l}$$

$$\cos d^{17} = \frac{763}{1077} = 0,708 \quad \cos d^{18} = \frac{325}{826} = 0,393$$

$$\sin d = \frac{h}{l}$$

$$\sin d^{17} = \frac{760}{1077} = 0,706 \quad \sin d^{18} = \frac{760}{826} = 0,92$$

$$R_p^{np} = \frac{2,05}{(0,55 \times 0,706 + 0,708 \times 0,852) + (0,55 \times 0,92 + 0,393 \times 0,385)} = \frac{2,05}{1,648} = 1,24 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 19; 20 от 1^{го} сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_{np}'}{\Sigma (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_{np}^i)}$$

$$a_{19} = 650 \text{ мм}; \quad b_{19} = 375 \text{ мм}$$

$$a_{20} = 200 \text{ мм}; \quad b_{20} = 400 \text{ мм}$$

$$h = 760 \text{ мм}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c_{19} = \sqrt{650^2 + 375^2} = 750 \text{ мм}; \quad c_{20} = \sqrt{200^2 + 400^2} = 447 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \beta_{np}^{19} = \frac{650}{750} = 0,867 \quad \cos \beta_{np}^{20} = \frac{200}{447} = 0,447$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$l_{19} = \sqrt{760^2 + 750^2} = 1068 \text{ мм}; \quad l_{20} = \sqrt{760^2 + 447^2} = 882 \text{ мм}$$

$$\cos d = \frac{c}{l}$$

$$\cos d^{19} = \frac{750}{1068} = 0,702; \quad \cos d^{20} = \frac{447}{882} = 0,507$$

$$\sin d = \frac{h}{l}$$

$$\sin d^{19} = \frac{760}{1068} = 0,712; \quad \sin d^{20} = \frac{760}{882} = 0,862$$

$$R_p^{np} = \frac{2,05}{(0,55 \times 0,712 + 0,702 \times 0,867) + (0,55 \times 0,862 + 0,507 \times 0,447)} = \frac{2,05}{1,702} = 1,2 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 21; 22 от 1^{го} сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_{np}}{\Sigma (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_{np}^i)}$$

$$a_{21} = 200 \text{ мм}; \quad b_{21} = 300 \text{ мм}$$

$$a_{22} = 275 \text{ мм}; \quad b_{22} = 400 \text{ мм}$$

$$h = 760 \text{ мм}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c_{21} = \sqrt{200^2 + 300^2} = 360 \text{ мм}; \quad c_{22} = \sqrt{275^2 + 400^2} = 485 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \beta_{np}^{21} = \frac{200}{360} = 0,556; \quad \cos \beta_{np}^{22} = \frac{275}{485} = 0,567$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$l_{21} = \sqrt{760^2 + 360^2} = 841 \text{ мм}; \quad l_{22} = \sqrt{760^2 + 485^2} = 902 \text{ мм}$$

$$\cos d = \frac{c}{l}$$

$$\cos d^{21} = \frac{360}{841} = 0,428; \quad \cos d^{22} = \frac{485}{902} = 0,538$$

$$\sin d = \frac{h}{l}$$

$$\sin d^{21} = \frac{760}{841} = 0,904; \quad \sin d^{22} = \frac{760}{902} = 0,842$$

$$R_p^{np} = \frac{2,05}{(0,55 \times 0,904 + 0,428 \times 0,556) + (0,55 \times 0,842 + 0,538 \times 0,567)} = \frac{2,05}{1,503} = 1,36 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 23; 24 от 1^{го} сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_{np}}{\Sigma (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_{np}^i)}$$

$$a_{23} = 325 \text{ мм}; \quad b_{23} = 400 \text{ мм}$$

$$a_{24} = 250 \text{ мм}; \quad b_{24} = 325 \text{ мм}$$

$$h = 760 \text{ мм}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c_{23} = \sqrt{325^2 + 400^2} = 515 \text{ мм}; \quad c_{24} = \sqrt{250^2 + 325^2} = 410 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \beta_{np}^{23} = \frac{325}{515} = 0,631; \quad \cos \beta_{np}^{24} = \frac{250}{410} = 0,61$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$l_{23} = \sqrt{760^2 + 515^2} = 918 \text{ мм}; \quad l_{24} = \sqrt{760^2 + 410^2} = 864 \text{ мм}$$

$$\cos d = \frac{c}{l}$$

$$\cos d^{23} = \frac{515}{918} = 0,561; \quad \cos d^{24} = \frac{410}{864} = 0,474$$

$$\sin d = \frac{h}{l}$$

$$\sin d^{23} = \frac{760}{918} = 0,828; \quad \sin d^{24} = \frac{760}{864} = 0,88$$

$$R_p^{np} = \frac{2,05}{(0,55 \times 0,828 + 0,561 \times 0,631) + (0,55 \times 0,88 + 0,474 \times 0,61)} = \frac{2,05}{1,582} = 1,3 \text{ тс}$$

Усилия в растяжках 13; 15 от 2^{го} сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n^n}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_n^i)}$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_n^{13} = \frac{325}{596} = 0,545; \quad \cos \beta_n^{15} = \frac{375}{816} = 0,46$$

$$R_p^n = \frac{0,46}{(0,55 \times 0,787 + 0,617 \times 0,545) + (0,55 \times 0,682 + 0,732 \times 0,46)} = \frac{0,46}{1,481} = 0,31 \text{ тс}$$

Усилия в растяжках 14; 16 от 2^{го} сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n^n}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_n^i)}$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_n^{14} = \frac{400}{437} = 0,915; \quad \cos \beta_n^{16} = \frac{300}{347} = 0,864$$

$$R_p^n = \frac{0,46}{(0,55 \times 0,866 + 0,498 \times 0,915) + (0,55 \times 0,91 + 0,416 \times 0,864)} = \frac{0,46}{1,791} = 0,26 \text{ тс}$$

Усилия в растяжках 17; 19 от 2^{го} сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n^n}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_n^i)}$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_n^{17} = \frac{400}{763} = 0,524; \quad \cos \beta_n^{19} = \frac{375}{750} = 0,5$$

$$R_p^n = \frac{0,46}{(0,55 \times 0,706 + 0,708 \times 0,524) + (0,55 \times 0,712 + 0,702 \times 0,5)} = \frac{0,46}{1,502} = 0,31 \text{ тс}$$

Усилия в растяжках 18; 20 от 2^{го} сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n^n}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_n^i)}$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_n^{18} = \frac{300}{325} = 0,923; \quad \cos \beta_n^{20} = \frac{400}{447} = 0,895$$

$$R_p^n = \frac{0,46}{(0,55 \times 0,92 + 0,393 \times 0,923) + (0,55 \times 0,862 + 0,507 \times 0,895)} = \frac{0,46}{1,797} = 0,26 \text{ тс}$$

Усилия в растяжках 21; 23 от 2^{го} сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n^n}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_n^i)}$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_n^{21} = \frac{300}{360} = 0,833; \quad \cos \beta_n^{23} = \frac{400}{515} = 0,777$$

$$R_p^n = \frac{0,46}{(0,55 \times 0,904 + 0,428 \times 0,833) + (0,55 \times 0,828 + 0,561 \times 0,777)} = \frac{0,46}{1,744} = 0,26 \text{ тс}$$

Усилия в растяжках 22; 24 от 2^{го} сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n^n}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_n^i)}$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_n^{22} = \frac{400}{485} = 0,825$$

$$\cos \beta_n^{24} = \frac{325}{410} = 0,793$$

$$R_p^0 = \frac{0,46}{(0,55 \times 0,842 + 0,538 \times 0,825) + (0,55 \times 0,88 + 0,474 \times 0,793)} = \frac{0,46}{1,767} = 0,26 \text{ тс}$$

VII Определение усилий, действующих на косоуры нижнего яруса

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила действующая на три косоура, верхнего, среднего и нижнего яруса:

$$F_{np} = a_{np} \times a_{\text{кр}}$$

$$a_{np} = a_{22} - \frac{a_{\text{кр}} \times (a_{22} - a_{25})}{63}$$

$$a_{22} = 1,2; \quad a_{\text{кр}} = 34,2 \text{ т}; \quad a_{25} = 1,0$$

$$a_{np} = 1,2 - \frac{34,2 \times (1,2 - 1,0)}{63} = 1,09 \text{ тс/т}$$

$$F_{np} = 1,09 \times 11,4 = 12,43 \text{ тс}$$

Сила трения:

$$F_{\text{тр}}^{np} = a_{\text{кр}} \times \mu$$

$$\mu = 0,55; \quad a_{\text{кр}} = 11,4 \text{ тс}$$

$$F_{\text{тр}}^{np} = 11,4 \times 0,55 = 6,27 \text{ тс}$$

Продольное усилие, воспринимаемое креплением трех косоуров:

$$\Delta F_{np}^0 = F_{np} - F_{\text{тр}}^{np}$$

$$\Delta F_{np}^0 = 12,43 - 6,27 = 6,16 \text{ тс}$$

Продольное усилие, приходящееся на крепление косоура нижнего яруса:

$$\Delta F_{np}^0 = \Delta F_{np}^0 - \Delta F_{np}^0 - \Delta F_{np}^0$$

$$\Delta F_{np}^0 = 6,16 - 2,05 - 2,05 = 2,05 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила, действующая на косоуры верхнего, среднего и нижнего яруса:

$$F_n = a_n \times a_{\text{кр}}$$

$$a_n = 0,33 \text{ тс/т}$$

$$F_n = 0,33 \times 11,4 = 3,76 \text{ тс}$$

Вертикальная инерционная сила:

$$F_b = a_b \times a_{\text{кр}}$$

$$a_n = 250 + k \times l_{\text{кр}} + \frac{2140}{a_{\text{кр}}^2}$$

$$k = 5; \quad l_{\text{кр}} = 0$$

$$a_n = 250 + 5 \times 0 + \frac{2140}{34,2} = 313 \text{ кгс/кг}$$

$$F_b = 0,313 \times 11,4 = 3,57 \text{ тс}$$

Ветровая нагрузка:

$$W_n = 50 \times S_n$$

$$W_n = 50 \times 14,68 = 734 \text{ кгс} = 0,73 \text{ тс}$$

Сила трения

$$F_{\text{тр}}^0 = a_{\text{кр}} \times \mu \times (1000 - a_b)$$

$$F_{\text{тр}}^0 = 11,4 \times 0,55 \times (1000 - 313) = 4307 \text{ кгс} = 4,31 \text{ тс}$$

Поперечное усилие, воспринимаемое креплением косоуров верхнего, среднего и нижнего яруса:

$$\Delta F_n^0 = n(F_n + W_n) - F_{\text{тр}}^0$$

$$n = 1,25$$

$$\Delta F_n^0 = 1,25(3,76 + 0,73) - 4,31 = 1,3 \text{ тс}$$

Поперечное усилие, приходящееся на крепление косоура нижнего яруса:

$$\Delta F_n^0 = \Delta F_n^0 - \Delta F_n^0 - \Delta F_n^0$$

$$\Delta F_n^0 = 1,3 - 0,42 - 0,46 = 0,42 \text{ тс}$$

IX Определение усилий в растяжках косоуров нижнего яруса

Усилие в растяжках 25; 26 от 1^{ого} сочетания сил.

$$R_{np}^0 = \frac{\Delta F_{np}^0}{\sum (\mu \times \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \times \cos \beta_{np})}$$

$$a_{25} = 475 \text{ мм}; \quad b_{25} = 375 \text{ мм}$$

$$a_{26} = 125 \text{ мм}; \quad b_{26} = 375 \text{ мм}$$

$$h = 380 \text{ мм}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c_{25} = \sqrt{475^2 + 375^2} = 530 \text{ мм};$$

$$c_{26} = \sqrt{125^2 + 375^2} = 395 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \beta_{np}^{25} = \frac{475}{530} = 0,896$$

$$\cos \beta_{np}^{26} = \frac{125}{395} = 0,316$$

$$l = \sqrt{R^2 + C^2}$$

$$l_{25} = \sqrt{380^2 + 530^2} = 652 \text{ мм}; \quad l_{26} = \sqrt{380^2 + 395^2} = 548 \text{ мм}$$

$$\cos d = \frac{C}{l}$$

$$\cos d^{25} = \frac{530}{652} = 0,813; \quad \cos d^{26} = \frac{395}{548} = 0,721$$

$$\sin d = \frac{h}{l}$$

$$\sin d^{25} = \frac{380}{652} = 0,583; \quad \sin d^{26} = \frac{380}{548} = 0,693$$

$$R_p^{np} = \frac{2,05}{(0,55 \times 0,583 + 0,813 \times 0,896) + (0,55 \times 0,693 + 0,721 \times 0,316)} = \frac{2,05}{1,658} = 1,24 \text{ тс}$$

Усилия в растяжках 27, 28 от 1^{го} сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F'_{np}}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_{np})}$$

$$a_{27} = 300 \text{ мм}; \quad b_{27} = 325 \text{ мм}$$

$$a_{28} = 100 \text{ мм}; \quad b_{28} = 475 \text{ мм}$$

$$h = 380 \text{ мм}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c_{27} = \sqrt{300^2 + 325^2} = 442 \text{ мм}; \quad c_{28} = \sqrt{100^2 + 475^2} = 485 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \beta_{np}^{27} = \frac{300}{442} = 0,679; \quad \cos \beta_{np}^{28} = \frac{100}{485} = 0,206$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$l_{27} = \sqrt{380^2 + 442^2} = 583 \text{ мм}; \quad l_{28} = \sqrt{380^2 + 485^2} = 616 \text{ мм}$$

$$\cos d = \frac{C}{l}$$

$$\cos d^{27} = \frac{442}{583} = 0,758; \quad \cos d^{28} = \frac{485}{616} = 0,787$$

$$\sin d = \frac{h}{l}$$

$$\sin d^{27} = \frac{380}{583} = 0,652; \quad \sin d^{28} = \frac{380}{616} = 0,617$$

$$R_p^{np} = \frac{2,05}{(0,55 \times 0,652 + 0,758 \times 0,679) + (0,55 \times 0,617 + 0,787 \times 0,206)} = \frac{2,05}{1,375} = 1,49 \text{ тс}$$

Усилия в растяжках 29; 30 от 1^{го} сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F'_{np}}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_{np})}$$

$$a_{29} = 475 \text{ мм}; \quad b_{29} = 375 \text{ мм}$$

$$a_{30} = 138 \text{ мм}; \quad b_{30} = 400 \text{ мм}$$

$$h = 380 \text{ мм}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c_{29} = \sqrt{475^2 + 375^2} = 605 \text{ мм}; \quad c_{30} = \sqrt{138^2 + 400^2} = 429 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \beta_{np}^{29} = \frac{475}{605} = 0,785; \quad \cos \beta_{np}^{30} = \frac{138}{429} = 0,322$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$l_{29} = \sqrt{380^2 + 605^2} = 714 \text{ мм}; \quad l_{30} = \sqrt{380^2 + 429^2} = 573 \text{ мм}$$

$$\cos d = \frac{C}{l}$$

$$\cos d^{29} = \frac{605}{714} = 0,847; \quad \cos d^{30} = \frac{429}{573} = 0,749$$

$$\sin d = \frac{h}{l}$$

$$\sin d^{29} = \frac{380}{714} = 0,532; \quad \sin d^{30} = \frac{380}{573} = 0,663$$

$$R_p^{np} = \frac{2,05}{(0,55 \times 0,532 + 0,847 \times 0,785) + (0,55 \times 0,663 + 0,749 \times 0,322)} = \frac{2,05}{1,564} = 1,31 \text{ тс}$$

Усилия в растяжках 31; 32 от 1^{го} сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F'_{np}}{\sum (\mu \times \sin d_i + \cos d_i \times \cos \beta_{np})}$$

$$a_{31} = 350 \text{ мм}; \quad b_{31} = 450 \text{ мм}$$

$$a_{32} = 75 \text{ мм}; \quad b_{32} = 300 \text{ мм}$$

$$h = 380 \text{ мм}$$

2539-11.01.01

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c_{31} = \sqrt{350^2 + 450^2} = 570 \text{ мм} ; c_{32} = \sqrt{75^2 + 300^2} = 309 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \beta_{np}^{31} = \frac{350}{570} = 0.614 ; \cos \beta_{np}^{32} = \frac{75}{309} = 0.243$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$l_{31} = \sqrt{380^2 + 570^2} = 685 \text{ мм} ; l_{32} = \sqrt{380^2 + 309^2} = 490 \text{ мм}$$

$$\cos \alpha = \frac{c}{l}$$

$$\cos \alpha^{31} = \frac{570}{685} = 0.832 ; \cos \alpha^{32} = \frac{309}{490} = 0.631$$

$$\sin \alpha = \frac{h}{l}$$

$$\sin \alpha^{31} = \frac{380}{685} = 0.555 ; \sin \alpha^{32} = \frac{380}{490} = 0.776$$

$$R_p^{np} = \frac{2,05}{(0,55 \times 0,555 + 0,832 \times 0,614) + (0,55 \times 0,776 + 0,631 \times 0,243)} = \frac{2,05}{1,396} = 1,47 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 33; 34 от 1^{го} сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_{np}}{\sum (\mu \times \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \times \cos \beta_{np}^i)}$$

$$a_{33} = 200 \text{ мм} ; b_{33} = 400 \text{ мм}$$

$$a_{34} = 200 \text{ мм} ; b_{34} = 375 \text{ мм}$$

$$h = 380 \text{ мм}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c_{33} = \sqrt{200^2 + 400^2} = 447 \text{ мм} ; c_{34} = \sqrt{200^2 + 375^2} = 425 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \beta_{np}^{33} = \frac{200}{447} = 0,447 ; \cos \beta_{np}^{34} = \frac{200}{425} = 0,47$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$l_{33} = \sqrt{380^2 + 447^2} = 587 \text{ мм} ; l_{34} = \sqrt{380^2 + 425^2} = 570 \text{ мм}$$

$$\cos \alpha = \frac{c}{l}$$

$$\cos \alpha^{33} = \frac{447}{587} = 0,761 ; \cos \alpha^{34} = \frac{425}{570} = 0,746$$

$$\sin \alpha = \frac{h}{l}$$

$$\sin \alpha^{33} = \frac{380}{587} = 0,647 ; \sin \alpha^{34} = \frac{380}{570} = 0,667$$

$$R_p^{np} = \frac{2,05}{(0,55 \times 0,647 + 0,761 \times 0,447) + (0,55 \times 0,667 + 0,746 \times 0,47)} = \frac{2,05}{1,414} = 1,45 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 35; 36 от 1^{го} сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F_{np}}{\sum (\mu \times \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \times \cos \beta_{np}^i)}$$

$$a_{35} = 100 \text{ мм} ; b_{35} = 300 \text{ мм}$$

$$a_{36} = 175 \text{ мм} ; b_{36} = 475 \text{ мм}$$

$$h = 380 \text{ мм}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c_{35} = \sqrt{100^2 + 300^2} = 316 \text{ мм} ; c_{36} = \sqrt{175^2 + 475^2} = 506 \text{ мм}$$

$$\cos \beta_{np} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \beta_{np}^{35} = \frac{100}{316} = 0,316 ; \cos \beta_{np}^{36} = \frac{175}{506} = 0,346$$

$$l = \sqrt{h^2 + c^2}$$

$$l_{35} = \sqrt{380^2 + 316^2} = 494 \text{ мм} ; l_{36} = \sqrt{380^2 + 506^2} = 633 \text{ мм}$$

$$\cos \alpha = \frac{c}{l}$$

$$\cos \alpha^{35} = \frac{316}{494} = 0,64 ; \cos \alpha^{36} = \frac{506}{633} = 0,799$$

$$\sin \alpha = \frac{h}{l}$$

$$\sin \alpha^{35} = \frac{380}{494} = 0,769 ; \sin \alpha^{36} = \frac{380}{633} = 0,6$$

$$R_p^{20} = \frac{2,05}{(0,55 \times 0,769 + 0,64 \times 0,316) + (0,55 \times 0,6 + 0,799 \times 0,346)} = \frac{2,05}{1,231} = 1,66 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 25; 27 от 2²⁰ сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{b}{\sum (\mu \times \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \times \cos \beta_n^i)}$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_n^{25} = \frac{375}{530} = 0,708 ; \quad \cos \beta_n^{27} = \frac{325}{442} = 0,735$$

$$R_p^n = \frac{0,42}{(0,55 \times 0,583 + 0,813 \times 0,708) + (0,55 \times 0,652 + 0,758 \times 0,679)} = \frac{0,42}{1,771} = 0,24 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 26; 28 от 2²⁰ сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n^n}{\sum (\mu \times \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \times \cos \beta_n^i)}$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_n^{26} = \frac{375}{395} = 0,949 ; \quad \cos \beta_n^{28} = \frac{475}{485} = 0,979$$

$$R_p^n = \frac{0,42}{(0,55 \times 0,693 + 0,721 \times 0,949) + (0,55 \times 0,617 + 0,787 \times 0,979)} = \frac{0,42}{2,174} = 0,19 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 29; 31 от 2²⁰ сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n^n}{\sum (\mu \times \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \times \cos \beta_n^i)}$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_n^{29} = \frac{375}{605} = 0,62 ; \quad \cos \beta_n^{31} = \frac{450}{570} = 0,789$$

$$R_p^n = \frac{0,42}{(0,55 \times 0,532 + 0,847 \times 0,62) + (0,55 \times 0,555 + 0,832 \times 0,789)} = \frac{0,42}{1,779} = 0,236$$

Усилие в растяжках 30; 32 от 2²⁰ сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n^n}{\sum (\mu \times \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \times \cos \beta_n^i)}$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_n^{30} = \frac{400}{429} = 0,932 ; \quad \cos \beta_n^{32} = \frac{300}{309} = 0,971$$

$$R_p^n = \frac{0,42}{(0,55 \times 0,663 + 0,749 \times 0,932) + (0,55 \times 0,776 + 0,631 \times 0,971)} = \frac{0,42}{2,103} = 0,2 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 33; 35 от 2²⁰ сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n^n}{\sum (\mu \times \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \times \cos \beta_n^i)}$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_n^{33} = \frac{400}{447} = 0,895 ; \quad \cos \beta_n^{35} = \frac{300}{316} = 0,949$$

$$R_p^n = \frac{0,42}{(0,55 \times 0,647 + 0,761 \times 0,895) + (0,55 \times 0,769 + 0,64 \times 0,949)} = \frac{0,42}{2,067} = 0,2 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 34; 36 от 2²⁰ сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n^n}{\sum (\mu \times \sin \alpha_i + \cos \alpha_i \times \cos \beta_n^i)}$$

$$\cos \beta_n = \frac{b}{c}$$

$$\cos \beta_n^{34} = \frac{375}{425} = 0,882 ; \quad \cos \beta_n^{36} = \frac{475}{506} = 0,939$$

$$R_p^n = \frac{0,42}{(0,55 \times 0,667 + 0,746 \times 0,882) + (0,55 \times 0,6 + 0,799 \times 0,939)} = \frac{0,42}{2,105} = 0,2 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки ф6мм по 6 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку 1,86 тс.

II Определение количества гвоздей, необходимых для прикрепления подкладки к полу платформы.

Т.к. коэффициент трения (μ) дерева по дереву меньше коэффициента трения железобетона по дереву, то необходимо подкладки прикрепить к полу.

2539-11.01.01

Лист

15

$$F_{rp}^{pp} = Q_{\text{в}}^{\text{в}} \cdot \mu$$

$$F_{rp0,55}^{pp} = 4,2 \times 0,55 = 18,81 \text{ тс}$$

$$F_{rp0,45}^{pp} = 3,2 \times 0,45 = 15,39 \text{ тс}$$

$$\Delta F_{rp}^{pp} = F_{rp0,55}^{pp} - F_{rp0,45}^{pp}$$

$$\Delta F_{rp}^{pp} = 18,81 - 15,39 = 3,42 \text{ тс}$$

$$F_{rp}^n = G_{\text{в.о.}} \cdot \mu \cdot (1000 - a_{\text{в}})$$

$$a_{\text{в}} = 250; \quad k = 0,3; \quad \frac{2140}{Q_{\text{в}}^{\text{в}}}$$

$$k = 5; \quad \ell_{\text{в}} = 0$$

$$\gamma_{\text{в}} = 250 - 5 \times 0 + \frac{2140}{3,42} = 313$$

$$F_{rp0,55}^n = 3,2 \times 0,55 \times (1000 - 313) = 12920 \text{ кгс} = 12,92 \text{ тс}$$

$$F_{rp0,45}^n = 3,2 \times 0,45 \times (1000 - 313) = 10570 \text{ кгс} = 10,57 \text{ тс}$$

$$\Delta F_{rp}^n = F_{rp0,55}^n - F_{rp0,45}^n$$

$$\Delta F_{rp}^n = 12,92 - 10,57 = 2,35 \text{ тс}$$

Расчет крепления производится на наибольшее усилие: $\Delta F_{rp}^{pp} = 3,42 \text{ тс}$

$$n = \frac{\Delta F}{N}$$

$$N = 108 \text{ кгс}$$

$$n = \frac{3420}{108} = 32 \text{ шт}$$

Принимаем 32 гвоздя $d=6 \text{ мм}$, длиной $150 \div 200 \text{ мм}$

XI Определение размеров подкладок

Высота принята конструктивно $h_0 = 120 \text{ мм}$

Проверка на устойчивость

$$b_0 \geq \frac{2(1,25 \cdot N_0 \cdot h_0 - R_{\text{в}} \cdot h_0)}{N_0}$$

$$h_0 = 0$$

$$b_0 \geq 2 \times 1,25 \times 0,55 \times 0,12 = 0,165 \text{ м}$$

Принято: $h_0 = 180 \text{ мм}$

XII Расчет прокладок на смятие

Напряжение в прокладках при смятии по 1-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^{pp}}{S_0}$$

$$N_0^{pp} = \frac{Q_{\text{в}}}{2} + \sum [R_p^{\text{в}} \times \sin \alpha_i]$$

$$N_0^{pp1} = \frac{11,4}{2} + (1,06 \times 0,547 + 1,03 \times 0,832 + 0,76 \times 1,08 + 1,26 \times 0,787 + 1,24 \times 0,92 + 1,36 \times$$

$$\times 0,904 + 1,24 \times 0,583 + 1,31 \times 0,663 + 1,45 \times 0,647) = 13,85 \text{ тс}$$

$$N_0^{pp2} = \frac{11,4}{2} + (1,06 \times 0,916 + 1,03 \times 0,588 + 0,866 \times 1,08 + 1,26 \times 0,866 + 1,24 \times 0,706 + 1,36 \times 0,842 +$$

$$+ 1,24 \times 0,055 + 1,31 \times 0,532 + 1,45 \times 0,667) = 13,85 \text{ тс}$$

$$N_0^{pp3} = \frac{11,4}{2} + (1,07 \times 0,759 + 1,13 \times 0,974 + 1,17 \times 0,954 + 1,18 \times 0,682 + 1,2 \times 0,862 + 1,3 \times 0,828 +$$

$$+ 1,49 \times 0,652 + 1,47 \times 0,776 + 1,66 \times 0,769) = 15,03 \text{ тс}$$

$$N_0^{pp4} = \frac{11,4}{2} + (1,07 \times 0,802 + 1,13 \times 0,541 + 1,17 \times 0,73 + 1,18 \times 0,91 + 1,2 \times 0,712 + 1,3 \times 0,88 +$$

$$+ 1,49 \times 0,617 + 1,47 \times 0,555 + 1,66 \times 0,6) = 13,82 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{15,03}{0,18 \times 0,35} = 238 \text{ т/м}^2 = 23,8 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2]$$

Напряжение в прокладках при смятии по 1-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^n + F_{\text{в}}}{S_0}$$

$$N_0^n = \frac{Q_{\text{в}}}{2} + \sum [R_p^{\text{в}} \times \sin \alpha_i]$$

$$N_0^{n1} = \frac{11,4}{2} + (0,4 \times 0,547 + 0,28 \times 0,832 + 0,29 \times 0,76 + 0,31 \times 0,787 + 0,26 \times 0,92 + 0,26 \times$$

$$\times 0,904 + 0,24 \times 0,583 + 0,2 \times 0,663 + 0,2 \times 0,647) = 7,49 \text{ тс}$$

$$N_0^{\alpha} = \frac{11,4}{2} + (0,26 \times 0,916 + 0,4 \times 0,588 + 0,28 \times 0,866 + 0,26 \times 0,866 + 0,51 \times 0,706 + 0,26 \times 0,842 +$$

$$+ 0,19 \times 0,693 + 0,236 \times 0,532 + 0,2 \times 0,667 = 7,46 \text{ тс}$$

$$N_0^{\beta} = \frac{11,4}{2} + (0,4 \times 0,759 + 0,25 \times 0,974 + 0,29 \times 0,954 + 0,31 \times 0,682 + 0,26 \times 0,862 + 0,26 \times 0,828 +$$

$$+ 0,24 \times 0,652 + 0,2 \times 0,776 + 0,2 \times 0,769 = 7,64 \text{ тс}$$

$$N_0^{\gamma} = \frac{11,4}{2} + (0,26 \times 0,802 + 0,4 \times 0,541 + 0,28 \times 0,73 + 0,26 \times 0,91 + 0,31 \times 0,712 + 0,26 \times 0,88 +$$

$$+ 0,19 \times 0,617 + 0,236 \times 0,555 + 0,2 \times 0,6 = 7,39 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{7,64 + 7,39}{0,18 \times 0,35} = 178 \text{ тс/м}^2 = 17,8 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Условия выполняются

III Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{\text{пр}} = \frac{l}{(h_{yT} - h_y^{\text{пр}})} \geq 1,25$$

$$h_{yT} = 0,51 \text{ м} \quad h_y^{\text{пр}} = 0$$

$$l = 3,53 \text{ м}$$

$$\eta_{\text{пр}} = \frac{3,53}{0,51} = 6,92 > 1,25$$

XIV Проверка устойчивости груза поперек платформы

а).

$$\eta_n = \frac{a_{\text{пр}} \times b_n^{\circ}}{F_n \times (h_{yT} - h_y^{\circ}) + W_n \times (h_{n0}^{\circ} - h_y^{\circ})} \geq 1,25$$

$$a_{\text{пр}} = 3,8 \text{ т} \quad b_n^{\circ} = 0,175 \text{ м}$$

$$F_n = 1,25 \text{ тс} \quad h_{yT} = 0,13 \text{ м} \quad h_y^{\circ} = 0$$

$$W_n = 0,25 \text{ тс} \quad h_{n0}^{\circ} = 0,13 \text{ м}$$

$$\eta_n = \frac{3,8 \times 0,175}{1,25 \times 0,13 + 0,25 \times 0,13} = 3,44 > 1,25$$

б).

$$\eta_n = \frac{a_{\text{пр}} \times b_n^{\circ}}{F_n \times (h_{yT} - h_y^{\circ}) + W_n \times (h_{n0}^{\circ} - h_y^{\circ})} \geq 1,25$$

$$a_{\text{пр}} = 34,2 \text{ т} \quad b_n^{\circ} = 0,975 \text{ м}$$

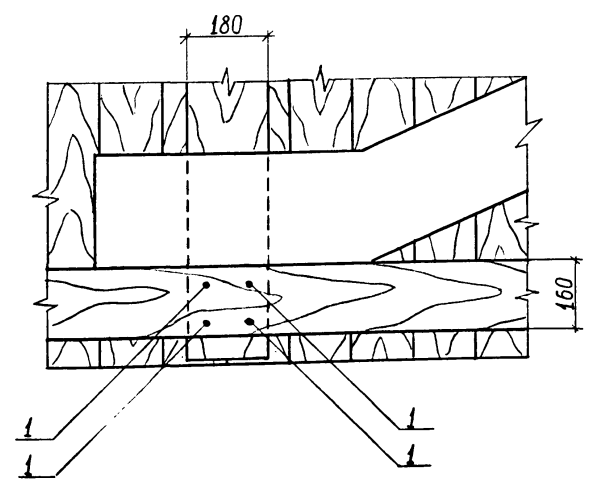
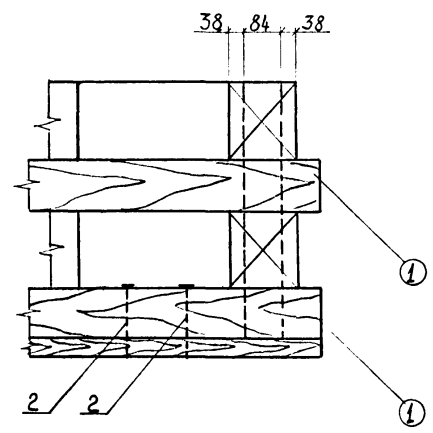
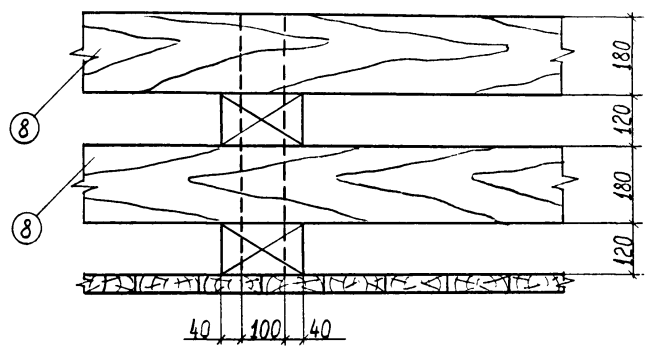
$$F_n = 0,35 \times 34,2 = 11,29 \text{ тс}$$

$$h_{yT} = 0,51 \text{ м} \quad h_{n0}^{\circ} = 0,51 \text{ м}$$

$$W_n = 0,24 \text{ тс} \quad h_y^{\circ} = 0$$

$$\eta_n = \frac{34,2 \times 0,975}{1,25 \times 0,13 + 0,24 \times 0,13} = 5,44 > 1,25$$

I



Характеристика схемы погрузки.

№ п/п	Наименование	Едм.	Величина
1	Высота ц.т. груза относительно пола платформы	мм	360
2	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно ц.т.р	мм	1100
3	Масса груза	т	14
4	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
5	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы.	мм	0

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт	Объем, м ³		Материал	Примечание
					ед.	общ.		
1	Подкладка (прокладка)	12×18	287	14	0,052	0,87	Сосна, ель	ГОСТ
2	Прокладка	12×18	270	2	0,058	0,12		
3	— " —	12×18	205	2	0,044	0,09		
4	— " —	12×18	140	2	0,03	0,06		
5	— " —	12×12	76	2	0,016	0,03	не ниже	
6	Упор	18×16	360	4	0,104	0,42	3 сорта	886-66**
7	— " —	18×25	210	12	0,094	1,13		
8	— " —	18×16	890	4	0,256	1,02		
Итого лесоматериалов:						3,74		

Спецификация металла креплений

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт	Масса, кг		Материал	Примечание
					ед.	общ.		
1	Штырь	φ12	600	92	0,153	12,2	Ст 3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2590-71
2	Гвоздь	д-6	150×200	132	0,044	5,8	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 228-76 ГОСТ 4028-68
Итого металла :						18		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4-осной платформе железобетонных одномаршевых косоуров К-7 пешеходных мостов, изготовленных по типовому проекту инв. №728/1. Блоки К-8; К-9, подобные по конструкции блоку К-7, перевозятся аналогично. Платформа принята грузоподъемностью 62-66т, постройки с 1965г на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Косоуры размещаются на платформе в семь штабелей по два яруса в каждом. При этом общий Ц.Т. груза в плане лежит на пересечении продольной и поперечной осей платформы.
- Косоуры устанавливаются на подкладки и прокладки, представляющие собой брусья 120×180мм. Подкладки прибиваются к полу вагона гвоздями d6мм.
- Для предотвращения поперечного и продольного смещений косоуров устанавливаются упорные брусья сечениями 180×160мм и 180×250мм. В местах пересечения подкладок /прокладок/ и упоров брусья крепятся штырями d12мм.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанные косоуры на платформе вписываются в габарит погрузки.
- Торцовые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1987г.

2539-11.02.01

Лист

3

Расчет к погрузке

I Характеристика груза

Груз-однопролетные железобетонные косоуры

Количество косоуров - 14 шт

Длина косоура - 5,95 м

Высота косоура - 0,18 м

Вес косоура - 1,0 т

Общая высота груза - 0,6 м

Общий вес груза - 14 т

II Характеристика платформы

Платформа четырехосная

База - 9,72 м

Вес платформы - 22 т

Положение Ц.Т. от У.Г.Р. - 0,8 м

Продольное усилие, воспринимаемое креплением:

$$\Delta F_{np}^a = F_{np} - F_{np}^{no}$$

$$\Delta F_{np}^a = 1,16 - 0,55 = 0,61 \text{ тс}$$

2^{ое} сочетание сил

Поперечная инерционная сила:

$$F_n = a_n \times Q_{1p} = 0,5 \times 1 = 0,5 \text{ тс}$$

$$a_n = a_c + \frac{2 \times (a_{\omega} - a_c)}{l_b} \cdot l_{cp} = 0,33 + \frac{2 \times (0,55 - 0,33)}{9,72} \times 3,88 = 0,5 \text{ тс/т}$$

$$a_c = 0,33 \text{ тс/т}; a_{\omega} = 0,55 \text{ тс/т}; l_b = 9,72 \text{ м}; l_{cp} = 3,88$$

Вертикальная инерционная сила:

$$F_b = a_b \times Q_{1p}$$

$$a_b = 250 + k \times l_{cp} + \frac{2140}{Q_{1p}^2} \quad k=5 \quad l_{cp}=0$$

$$a_b = 250 + 5 \times 0 + \frac{2140}{14} = 403 \text{ кгс/кг}$$

$$F_b = 0,403 \times 1 = 0,4 \text{ тс}$$

Ветровая нагрузка:

$$W_n = 50 \times S_n$$

$$W_n = 50 \times 4 = 200 \text{ кгс} = 0,2 \text{ тс}$$

Сила трения:

$$F_{np}^n = Q_{1p} \times \mu = (1000 - a_b)$$

$$F_{np}^n = 1 \times 0,55 \times (1000 - 403) = 328 \text{ кгс} = 0,33 \text{ тс}$$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n^a = n(F_n + W_n) - F_{np}^n$$

$$n = 1,25$$

$$\Delta F_n^a = 1,25 \times (0,5 + 0,2) - 0,33 = 0,54 \text{ тс}$$

V Определение усилий, действующих на нижний косоур

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила, действующая на два косоура верхнего и нижнего ярусов:

$$F_{np} = a_{np} \times Q_{1p}$$

$$a_{np} = a_{22} - \frac{Q_{1p}^2 (a_{22} - a_{85})}{63}$$

$$a_{22} = 1,2; Q_{1p} = 14 \text{ т}; a_{85} = 1,0$$

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно У.Г.Р.:

$$r_{o.ц.т} = \frac{Q_{1p} \times r_{1p} + Q_{пл} \times r_{пл}}{Q_{1p} + Q_{пл}} \leq 2,3 \text{ м}$$

$$r_{пл} = 0,8 \text{ м}; r_{1p} = H_{пл} + H_{1p}^{ax}; r_{1p} = 1,302 + 0,36 = 1,662 \text{ м}$$

$$H_{пл} = 1,302 \text{ м}; H_{1p}^{ax} = 0,36 \text{ м}$$

$$r_{o.ц.т} = \frac{14 \times 1,662 + 22 \times 0,8}{14 + 22} = 1,1 \text{ м} < [2,3 \text{ м}]$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{пл} + S_{1p} \leq 50 \text{ м}^2 \quad S_{пл} = 13 \text{ м}^2$$

$$S = 13 + 7,8 = 21 < [50 \text{ м}^2] \quad S_{1p} = 8,0 \text{ м}^2$$

Следовательно, условие общей поперечной устойчивости соблюдается.

IV Определение усилий, действующих на верхний косоур

1^{ое} сочетание сил

Продольная инерционная сила:

$$F_{np} = a_{np} \times Q_{1p}$$

$$a_{np} = a_{22} - \frac{Q_{1p}^2 (a_{22} - a_{85})}{63}$$

$$a_{22} = 1,2; Q_{1p} = 14 \text{ т}; a_{85} = 1,0$$

$$a_{np} = 1,2 - \frac{14 \times (1,2 - 1,0)}{63} = 1,16 \text{ тс/т}$$

$$F_{np} = 1,16 \times 1,0 = 1,16 \text{ тс}$$

Сила трения:

$$F_{np}^{no} = Q_{1p} \times \mu$$

$$\mu = 0,55; Q_{1p} = 1,0 \text{ т}$$

$$F_{np}^{no} = 0,55 \times 1,0 = 0,55 \text{ тс}$$

2539-11.02.01

$$a_{np} = 1,2 - \frac{14(1,2-1,0)}{63} = 1,16 \text{ тс/т}$$

$$F_{np} = 1,16 \times 2 = 2,32 \text{ тс}$$

Сила трения:

$$F_{тр}^{np} = a_{np} \times \mu$$

$$\mu = 0,55 ; a_{np} = 2 \text{ т}$$

$$F_{тр}^{np} = 0,55 \times 2 = 1,1 \text{ тс}$$

Продольное усилие, воспринимаемое креплением:

$$\Delta F_{np}^o = F_{np} - F_{тр}^{np}$$

$$\Delta F_{np}^o = 2,32 - 1,1 = 1,22 \text{ тс}$$

Продольное усилие, воспринимаемое креплением, от косоура нижнего яруса:

$$\Delta F_{np}^n = \Delta F_{np}^o - \Delta F_{тр}^{np}$$

$$\Delta F_{np}^n = 1,22 - 0,61 = 0,61 \text{ тс}$$

2^е сочетание сил.

Поперечная инерционная сила, действующая на два косоура верхнего и нижнего ярусов:

$$F_n = a_n \times a_{np}$$

$$a_n = 0,5 \text{ тс/т}$$

$$F_n = 0,5 \times 2 = 1,0 \text{ тс}$$

Вертикальная инерционная сила:

$$F_b = a_b \times a_{np}$$

$$a_b = 250 \times k \times v_{cr} + \frac{2140}{a_{np}}$$

$$k = 5 ; v_{cr} = 0$$

$$a_b = 250 \times 5 \times 0 + \frac{2140}{14} = 403 \text{ кгс/кг}$$

$$F_b = 0,403 \times 2 = 0,8 \text{ тс}$$

Ветровая нагрузка:

$$W_n = 50 \times S_n$$

$$W_n = 50 \times 8 = 400 \text{ кгс} = 0,4 \text{ тс}$$

Сила трения:

$$F_{тр}^n = a_{np} \times \mu \times (1000 - a_b)$$

$$F_{тр}^n = 2 \times 0,55 \times (1000 - 403) = 657 \text{ кгс} = 0,66 \text{ тс}$$

Поперечное усилие, воспринимаемое креплением:

$$\Delta F_n^o = n(F_n + W_n) - F_{тр}^n$$

$$n = 1,25$$

$$\Delta F_n^o = 1,25(1,0 + 0,4) - 0,66 = 1,09 \text{ тс}$$

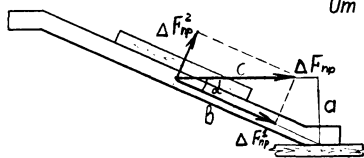
Поперечное усилие, воспринимаемое креплением, от косоура нижнего яруса:

$$\Delta F_n^n = \Delta F_n^o - \Delta F_{тр}^n$$

$$\Delta F_n^n = 1,09 - 0,54 = 0,55 \text{ тс}$$

V Определение усилий, действующих на упоры.

От продольного усилия



а) косоура верхнего яруса

$$a = 1125 \text{ мм}$$

$$c = 2550 \text{ мм}$$

$$b = \sqrt{a^2 + c^2}$$

$$b = \sqrt{1125^2 + 2550^2} = 2787 \text{ мм}$$

$$\cos \alpha = \frac{c}{b}$$

$$\cos \alpha = \frac{2550}{2787} = 0,915$$

$$\sin \alpha = \frac{a}{b}$$

$$\sin \alpha = \frac{1125}{2787} = 0,404$$

$$\Delta F_{np}^i = \Delta F_{np}^o \times \cos \alpha$$

$$\Delta F_{np}^i = 0,61 \times 0,915 = 0,56 \text{ тс}$$

$$\Delta F_{np}^o = \Delta F_{np}^o \times \sin \alpha$$

$$\Delta F_{np}^o = 0,61 \times 0,404 = 0,25 \text{ тс}$$

б) двух косоуров верхнего и среднего ярусов:

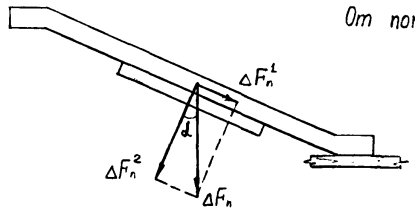
$$\Delta F_{np}^i = \Delta F_{np}^o \times \cos \alpha$$

$$\Delta F_{np}^i = 1,22 \times 0,915 = 1,12 \text{ тс}$$

$$\Delta F_{np}^o = \Delta F_{np}^o \times \sin \alpha$$

$$\Delta F_{np}^o = 1,22 \times 0,404 = 0,49 \text{ тс}$$

От поперечного усилия



а) косозуба верхнего яруса:

$$\Delta F_n^1 = \Delta F_n \times \sin \alpha$$

$$\Delta F_n^1 = 0,54 \times 0,404 = 0,22 \text{ тс}$$

$$\Delta F_n^2 = \Delta F_n \times \cos \alpha$$

$$\Delta F_n^2 = 0,54 \times 0,915 = 0,49 \text{ тс}$$

б) двух косозубов верхнего и среднего яруса.

$$\Delta F_n^1 = \Delta F_n \times \sin \alpha$$

$$\Delta F_n^1 = 1,09 \times 0,404 = 0,44 \text{ тс}$$

$$\Delta F_n^2 = \Delta F_n \times \cos \alpha$$

$$\Delta F_n^2 = 1,09 \times 0,915 = 1,0 \text{ тс}$$

Расчет крепления упорных брусьев ведется на максимальные усилия:

$$\Delta F^1 = 1,12 \text{ тс} ; \quad \Delta F^2 = 1,0 \text{ тс}$$

VI Расчет крепления упорных брусьев.

Определение необходимого количества нагелей для крепления продольных брусьев:

$$F = K_d \times K_n \times a \times d \quad (\text{в более тонком элементе})$$

$$K_d = 0,7 ; \quad K_n = 41 ; \quad a = 12 \text{ см} ; \quad d = 1,2 \text{ см}$$

$$F = 0,7 \times 41 \times 12 \times 1,2 = 413 \text{ кгс}$$

$$n = \frac{\Delta F}{F}$$

$$n = \frac{1,12}{0,413} = 2,71 \text{ шт}$$

$$F = K_d \times 0,35 \times c \times d \quad (\text{в более толстом элементе})$$

$$K_d = 0,7 \quad c = 18 \text{ см} , \quad d = 1,2 \text{ см}$$

$$F = 0,7 \times 35 \times 18 \times 1,2 = 529 \text{ кгс}$$

$$n = \frac{\Delta F}{F}$$

$$n = \frac{1,12}{0,529} = 2,1 \text{ шт}$$

Принято: 4 нагеля d=12 мм.

Определение необходимого количества нагелей для крепления поперечных брусьев.

$$n = \frac{\Delta F}{F}$$

$$F = 0,413 \text{ тс}$$

$$n = \frac{1,0}{0,4} = 2,5 \text{ шт}$$

Принято: крепление первого и последнего (крайних) брусьев производится шестью нагелями, а крепление промежуточных — четырьмя.

VII Определение размеров подкладок и прокладок

Высота принята конструктивно h₀ = 120 мм

$$b_0 \gg \frac{2(1,25 \times N_0 \times \mu \times h_0 - P_0 \times h_0)}{N_0}$$

$$h_0 = 0$$

$$b_0 \gg 2 \times 1,25 \times 0,55 \times 0,12 = 0,165 \text{ м}$$

Принято b₀ = 180 мм

VIII Расчет крепления подкладок к полу вагона

Расчет ведется на наибольшее усилие

$$\Delta F = \Delta F_{np}^0 + \Delta F_{np}^{pp}$$

$$\Delta F_{np}^{pp} = (\mu_{0,55} - \mu_{0,45}) \times Q_{1p}$$

$$\Delta F_{np}^{pp} = (0,55 - 0,45) \times 2 = 0,2 \text{ тс}$$

$$\Delta F = 1,22 + 0,2 = 1,42 \text{ тс}$$

$$\Delta F = \Delta F_n^0 + \Delta F_{1p}^{pp}$$

$$\Delta F_{1p}^{pp} = (\mu_{0,55} - \mu_{0,45}) \times (1000 - a_0) \times Q_{1p}$$

$$\Delta F_{1p}^{pp} = (0,55 - 0,45) \times (1000 - 403) \times 2 = 119 \text{ кгс} = 0,12 \text{ тс}$$

$$\Delta F = 1,09 + 0,12 = 1,2 \text{ тс}$$

$$n = \frac{\Delta F}{N}$$

N = 108 кгс

$$n = \frac{1,42}{0,108} = 13,1 \text{ шт}$$

Принято: каждая подкладка прибавается к полу вагона звездами $\phi 6$ мм в количестве 14 штук.

РАЗДЕЛ 12. ПОГРУЗКА, РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ Ж.-Б. БЛОКОВ ФУНДАМЕНТОВ ОПОР
ПЕШЕХОДНЫХ МОСТОВ / ТИПОВОЙ ПРОЕКТ ИНВ. № 728/1 /
НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМАХ.

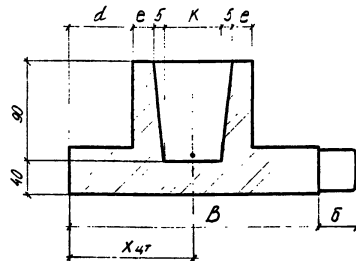
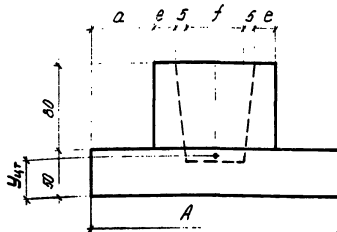
СОСТАВ РАЗДЕЛА

№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
1	2	3	4
1	2539-12.01.01.	Ж.-Б. блоки фундаментов стоечных опор пешеходных мостов / проект инв. № 728/1 / Основные характеристики блоков.	251
2	2539-12.02.01.	Размещение и крепление блоков Ф-1 на ж.-д. платформе.	252÷255
3	2539-12.03.01.	Размещение и крепление блоков Ф-2 на ж.-д. платформе.	256÷259
4	2539-12.04.01.	Размещение и крепление блоков Ф-3 на ж.-д. платформе.	260÷263
5	2539-12.05.01.	Размещение и крепление блоков Ф-4 на ж.-д. платформе.	264÷267
6	2539-12.06.01.	Размещение и крепление блоков Ф-5 на ж.-д. платформе.	268÷271

				2539-12.00.00			
Нач. отд.	Гродзенский			Состав раздела 12.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский				РП	1	1
Нар. кон.	Новолодский				Гипротранспуть		
Рук. пр.	Гуревич						
Инженер	Нодь						

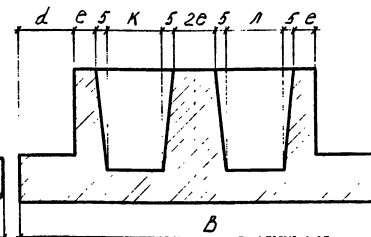
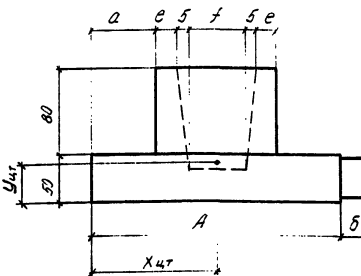
Основные характеристики фундаментов стоечных опор Ф-1, Ф-3, Ф-5.

	Х _{4т} см	У _{4т} см	А см	В см	а см	д см	f см	К см	е см	δ см	Масса т
Ф-1	135	36	240	270	70	70	50	80	20	-	9.0
Ф-3	100	43	170	200	35	40	50	70	20	-	5.8
Ф-5	132	37	230	260	60	80	60	70	20	77	9

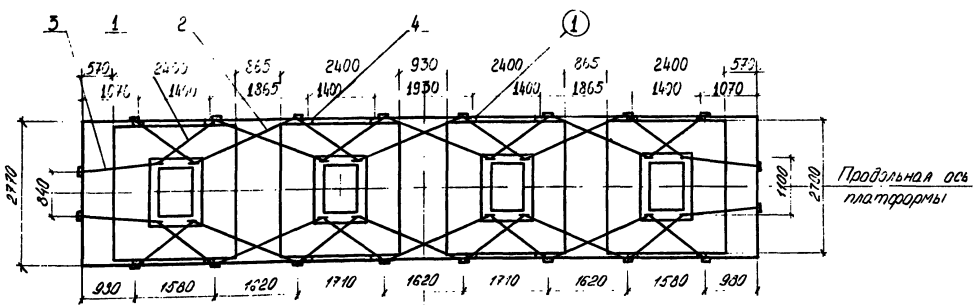
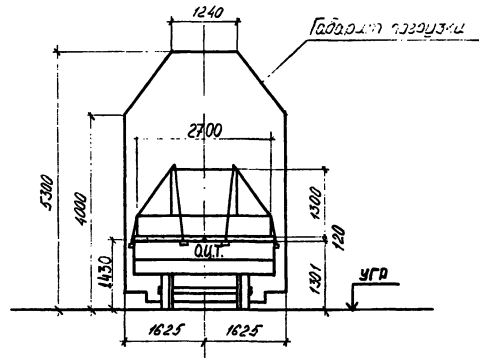
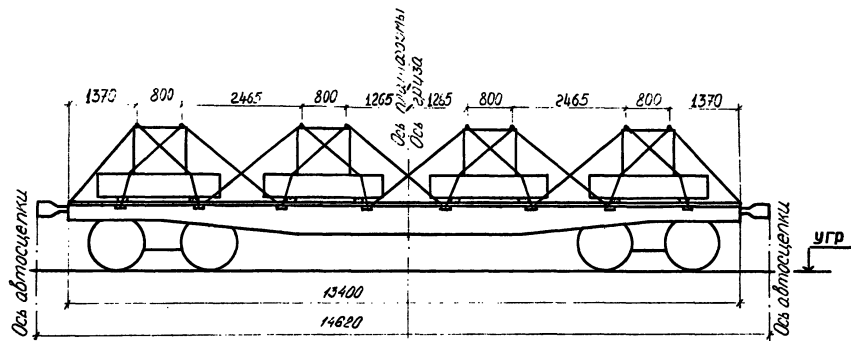


Основные характеристики фундаментов стоечных опор Ф-4, Ф-2

	Х _{4т} см	У _{4т} см	А см	В см	а см	д см	f см	К см	л см	е см	δ см	Масса т
Ф-4	129	43	255	270	75	35	70	50	50	20	77	11.5
Ф-2	135	46	240	270	70	35	50	50	50	20	-	10.8



			2539-120101.		
Исполн	Проверен	Утвержден	Ж.б. блоки фундаментов стоечных опор пешеходных мостов (проект шп № 720/1) Основные характеристики блоков.	Листов	№ 1
Г.И.П.	Г.И.П.			В.П.	1
И. контр.	И. контр.			Генпротра	С.П.
Рук. отд.	Инженер	Инженер			



		2539-12.02.01.			
Исполнитель	Г.И.П.	Проверенный	И.И.И.	Лист	1
Н.контр.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	РП	1
В.м.зуп.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	Гипотранспусть	
И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.		

Размещение и крепление
блоков Ф-1 на м.д.
платформе.

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	ЦЗМ	Величина
1	Высота ц.т. блока относительно центра блока	мм	360
2	Высота обреза ц.т. платформы с грузом относительно ЦГР.	мм	1430
3	База блока	мм	1400
4	Масса блока	т	9,9
5	Масса груза	т	39,2
6	Смещение цт. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
7	Смещение цт. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4х-осной платформе железобетонных блоков фундаментов стоечных опор Ф-1. Платформа принята грузоподъемностью 62±6т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
2. Груз состоит из 4х железобетонных блоков Ф-1. Общий центр тяжести платформы с грузом находится на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы. Каждый блок укладывается на деревянные брусья, закрепленные к полу платформы гвоздями.
3. Для предотвращения поперечного и продольного смещений груз крепится к стоечным скобам платформы при помощи растяжек из проволочных скруток.
4. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный груз на платформе вписывается в габарит погрузки.
5. Торцовые и боковые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки	6 ф63	13370	16	3,49	54,40	Сталь по ГОСТ 3232-74	
2	— " —	— " —	16390	12	4,02	48,24		
3	— " —	— " —	12360	4	3,03	12,12		
4	Гвоздь	д6	150	80	0,044	3,52		
Итого металла:						118		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Брус	12×18	277	8	0,06	0,48	Сосна, ель/не ниже 3 сорта.	ГОСТ 8486-66**
Итого лесоматериалов:						0,5		

2539-12.02.01.

Расчет к погрузке

Характеристика груза

Груз - 4 м.б. блока Ф-1
 Длина блока - 2,7 м
 Ширина блока - 2,4 м
 Высота блока - 1,3 м
 Вес груза - $2,3 \times 4 = 39,2$
 Положение Ц.Т. от подошвы фундамента - 0,36 м

Характеристика платформ

Платформа - четырехосная
 База - 9,72 м
 Вес платформы - 22 т
 Положение Ц.Т. от УГР - 0,8 м

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости

Наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом не должна превышать 50 м^2 :

$$S_{\text{наветр}} = S_{\text{пл}} + S_{\text{гр}}$$

$$S_{\text{пл}} = 13 + (0,5 \times 2,4 + 0,8 \times 1) \times 4 = 21 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$\eta_{\text{ц.т.}} = \frac{Q_{\text{г}} \cdot h_{\text{г}} + Q_{\text{п}} \cdot h_{\text{п}}}{Q_{\text{г}} + Q_{\text{п}}} \leq 2,3 \text{ м} \quad [\text{§ 34 ТУ}]$$

$$\eta_{\text{ц.т.}} = \frac{39,2 \times 0,36 + 0,12 \times 1,301 + 22 \times 0,8}{39,2 + 22} = 1,43 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Следовательно, общая поперечная устойчивость соблюдается.

Определение усилий действующих на груз

1^е сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = Q_{\text{г}} \times a_{\text{пр}}$

$$a_{\text{пр}} = 2 \times \frac{Q_{\text{п}}(2,3 - Q_{\text{г}})}{63} \quad a_{\text{пр}} = 1200 - \frac{39,2(1200 - 1200)}{63} = 1,08 \text{ г/г}$$

$$F_{\text{пр}} = 9,8 \times 1,08 = 10,58 \text{ тс}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}} = Q_{\text{г}} \times \mu$ $\mu = 0,45$ $F_{\text{тр}} = 9,8 \times 0,45 = 4,41 \text{ тс}$

Продольные усилия, передающиеся на крепления:

$$\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}} \quad \Delta F_{\text{пр}} = 10,58 - 4,41 = 6,17 \text{ тс}$$

2^е сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_{\text{п}} = Q_{\text{г}} \times a_{\text{п}} = 9,8 \times 0,55 = 5,39 \text{ тс}$

$$a_{\text{п}} = 0,33 + 2 \times \frac{(0,55 - 0,33)}{9,72} \times 4,93 = 0,55 \text{ г/г}$$

Вертикальная инерционная сила: $F_{\text{з}} = a_{\text{з}} \times Q_{\text{г}} = 0,329 \times 9,8 = 3,22 \text{ тс}$

$$a_{\text{з}} = 250 + K_{\text{з}} \cdot \frac{2140}{Q_{\text{г}}} \quad a_{\text{з}} = 250 + 5 \times \frac{4,93}{39,2} = 0,329 \text{ г/г}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}} = Q_{\text{г}} \times \mu (1000 - a_{\text{з}}) = 9,8 \times 0,45 (1000 - 329) = 2,96 \text{ тс}$

Ветробой на грузку: $W_{\text{н}} = 50 S = 50 \times (2,4 \times 0,5 + 0,8 \times 1) = 0,1 \text{ тс}$

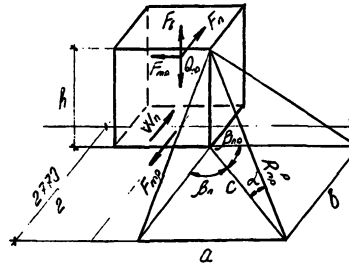
Поперечное усилие, передающееся на крепления:

$$\Delta F_{\text{п}} = n \times (F_{\text{п}} + W) - F_{\text{тр}} \quad n = 1,25 \quad \Delta F_{\text{п}} = 1,25(5,39 + 0,1) - 2,96 = 3,9 \text{ тс}$$

Определение усилий в растяжках

Усилия в растяжке от 1^{го} сочетания сил:

$$R_{\text{п}}^{1\text{о}} = \frac{\Delta F_{\text{пр}}}{n(\mu \sin \alpha + \cos \alpha + \cos \beta_{\text{пр}})}$$



Продольная ось платформы

от 2^{го} сочетания сил:

$$R_{\text{п}}^{2\text{о}} = \frac{\Delta F_{\text{п}}}{n(\mu \sin \alpha + \cos \alpha + \cos \beta_{\text{п}})}$$

Для 1^е растяжки

$$\tan \beta_{\text{п}} = \frac{a}{b} = \frac{50}{33} = 1,43 \quad \beta_{\text{п}} = 55,01^\circ \quad \beta_{\text{пр}} = 34,99^\circ$$

$$c = \frac{a}{\sin \beta_{\text{п}}} = \frac{50}{0,8193} = 61$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{c} = \frac{620}{61} = 10,1639 \quad \alpha = 84,38^\circ$$

$$\sin \alpha = 0,9952 \quad \cos \alpha = 0,0979$$

$$\cos \beta_{\text{п}} = 0,5734 \quad \cos \beta_{\text{пр}} = 0,8193$$

Для 2^е растяжки

$$\tan \beta_{\text{п}} = \frac{a}{b} = \frac{2075}{835} = 2,435 \quad \beta_{\text{п}} = 60,00^\circ \quad \beta_{\text{пр}} = 29,92^\circ$$

$$c = \frac{a}{\sin \beta_{\text{п}}} = \frac{2075}{0,9277} = 2237$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{c} = \frac{1420}{2237} = 0,6348 \quad \alpha = 32,41^\circ$$

$$\sin \alpha = 0,5359 \quad \cos \alpha = 0,8442$$

$$\cos \beta_{\text{п}} = 0,3733 \quad \cos \beta_{\text{пр}} = 0,9277$$

Для 3^е растяжки

$$\tan \beta_{\text{п}} = \frac{a}{b} = \frac{1370}{130} = 10,5385 \quad \beta_{\text{п}} = 84,58^\circ \quad \beta_{\text{пр}} = 5,42^\circ$$

$$c = \frac{a}{\sin \beta_{\text{п}}} = \frac{1370}{0,9935} = 1376$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{c} = \frac{1430}{1376} = 1,0319 \quad \alpha = 45,9^\circ$$

$$\sin \alpha = 0,7181 \quad \cos \alpha = 0,6959$$

$$\cos \beta_{\text{п}} = 0,0944 \quad \cos \beta_{\text{пр}} = 0,9955$$

$$R_{\text{п}}^{3\text{о}} = \frac{6,17}{2(0,45 \times 0,9952 + 0,0979 + 0,8193) + 2(2,45 \times 0,7181 + 0,6959 + 0,9955)} = 2,01 \text{ тс}$$

$$R_{\text{п}}^{1\text{о}} = \frac{3,9}{2(0,45 \times 0,9952 + 0,0979 + 0,5734) + (0,45 \times 0,5359 + 0,8442 + 0,3733) + (0,45 \times 0,7181 + 0,6959 + 0,9955)} = 1,25 \text{ тс}$$

Получено: растяжки из проволоки Ø 6,3 мм по 6 нитей в каждой с допуском усилием на одну растяжку по продольному усилию 2,0 тс

2539-120201

Расчет подкладок по смятению.

Напряжения смятия подкладки по 1^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0}{S_0} \quad N_0^{1-2} = \frac{Q_{30} + R_p^{1-2} \times 2 \times \rho_r^{1-2} \times \sin \alpha}{2}$$

$$S_0 = 18 \times 270 \times 2 = 9720 \text{ см}^2 \quad N_0^{1-2} = \frac{90 + 2.01 \times 2 \times (2 \times 0.9952 + 2 \times 0.7101)}{2} = 11.79 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{11790}{9720} = 1.21 \text{ кгс/см}^2 < 30 \text{ кгс/см}^2$$

Напряжения смятия подкладки по 2^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0 + F_0}{S_0} \quad N_0 = \frac{Q_{30} + R_p^{1-2} \times 2 \times \rho_r^{1-2} \times \sin \alpha}{2}$$

$$F_0 = \frac{F_2}{2} = 1.61 \text{ тс} \quad N_0 = \frac{90 + 1.99 \times 2 \times (2 \times 0.9952 + 0.5359 + 0.7101)}{2} = 11.35 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{11350 + 1610}{9720} = 1.3 \text{ кгс/см}^2 < 30 \text{ кгс/см}^2$$

проверка устойчивости груза вдоль платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$n = \frac{e_{02}}{h_{02} - h_{01}} = \frac{0.26}{0.41} \cdot 2.1 > 1.25 \quad [\text{§ 40 ТУ}]$$

$$e_{01} = 0.06 \text{ м} \quad h_{01} = 0$$

проверка устойчивости груза поперек платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы

$$n = \frac{Q_{30} \times \rho_n}{F_n (h_{01} - h_{02}) + W_n (h_{01} - h_{02})} = \frac{90 \times 1.35}{3.39 \times 0.40 + 0.1 \times 0.63} = 4.99 > 1.25$$

$$h_{01} = 0.63 \text{ м} \quad h_{02} = 0 \quad \rho_n = 1.35 \text{ м}$$

Условие устойчивости выполняется

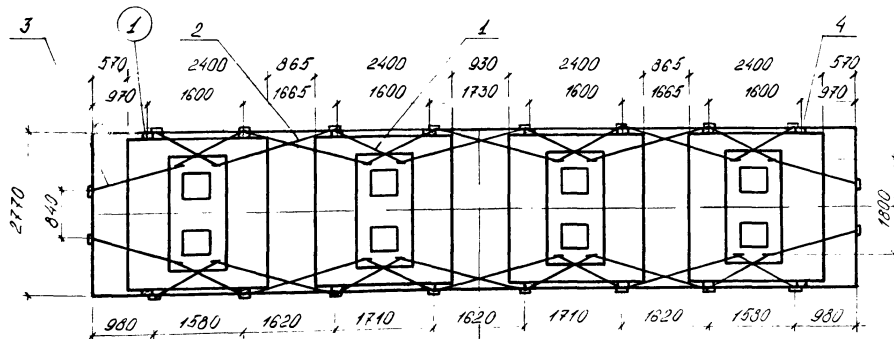
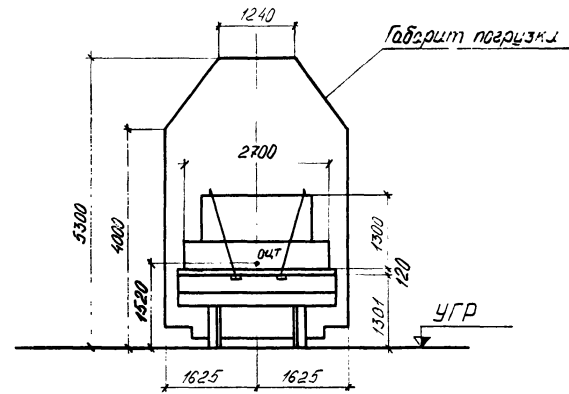
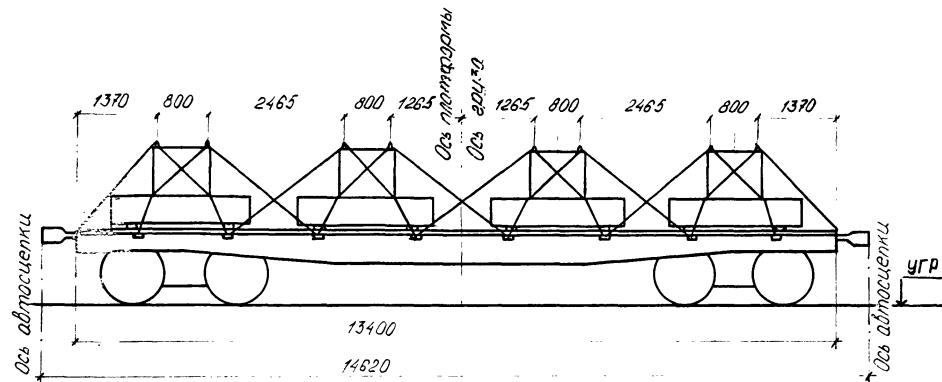
Проверка устойчивости подкладок

$$b_0 \geq \frac{2 \times (1.25 \times N_0 \times \mu \cdot h_0 - P_0 \cdot h_0)}{N_0}$$

$$h_0 = 0; \quad P_0 = 0.12 \text{ м}$$

$$b_0 \geq 2 \times 1.25 \times \mu \cdot h_0 = 2 \times 1.25 \times 0.55 \times 0.12 = 0.165$$

Принято: подкладки сечением 120 × 180 мм



Поперечная ось платформы

2539-12.0301.					
Исполн.	В.И.Сидорова	Провер.	В.И.Сидорова		
Г.И.П.	В.И.Сидорова	Провер.	В.И.Сидорова		
Начальник	В.И.Сидорова	Провер.	В.И.Сидорова		
Выполнил	В.И.Сидорова	Провер.	В.И.Сидорова		
Изменен	Ноль	Провер.	В.И.Сидорова		
Размещение и крепление блоков Ф-2 на ж.д. платформе.			Листов	1	1
			РП	1	4
			Гипотранспорт		

ОСНОВНЫЕ ПОДРОБЕНИЯ

Характеристика схемы погрузки

№ п/п	Наименование	Ед.изм.	Величина
1	Высота цт. блока относительно центра низа блока	мм	460
2	Высота обшивки цт. платформы с грузом относительно центра УГР	мм	1520
3	Высота блока	мм	1600
4	Масса блока	т	10,8
5	Масса груза	т	43,2
6	Смещение цт. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
7	Смещение цт. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4х-осной платформе железобетонных блоков фундаментов стоечных опор Ф-2. Платформа принята грузоподъемностью 62±6т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Груз состоит из 4х железобетонных блоков Ф-2. Общий центр тяжести платформы с грузом находится на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы. Каждый блок укладывается на деревянные брусья, закрепленные к полу платформы гвоздями.
- Для предотвращения поперечного и продольного смещений груз крепится к стоечным скобам платформы при помощи растяжек из проволоочных скруток.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный груз на платформе вписывается в габарит погрузки.
- Торцовые и боковые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Спецификация металла

№ п/п	Наименование	Сечение мм	Длина м	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки	7φ6	14440	16	3,21	51,36	Сталь по ГОСТ 3282-74	
2	"	"	18100	12	4,02	48,24		
3	"	"	14770	4	3,28	13,12		
4	Гвоздь	d=6	150	80	0,044	3,52	Ст 2 по ГОСТ 380-77*	ГОСТ 89-78, ГОСТ 4028-68
Итого металла:						116		

Спецификация лесоматериала

№ п/п	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Брус	12*18	278	80	0,06	0,48	Доска ель/бер. (или ильм. 3000г)	ГОСТ 6436-66*
Итого лесоматериала:						0,5		

2539-120301

Расчет к нагрузке

Характеристика груза.

Груз - 4 мб аккумулятора Ф-2
 Длина блока - 2,7 м
 Ширина блока - 2,4 м
 Высота блока - 1,3 м
 Вес груза $10,8 \times 4 = 43,2$ т
 Положение ЦТ от поверхности фунда-
 мента - 0,45 м

Характеристика платформы.

Платформа четырехосная
 Базис - 9,72 м
 Вес платформы - 2,2 т
 Положение ЦТ от
 УГР - 0,8 м

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом че дальнма превышает 50 м²

$$S_{\text{ветр.}} = S_{\text{пл.}} + S_{\text{гр}}$$

$$S_{\text{пл.}} = 13 + (0,5 \times 2,4 + 0,3 \times 10) \times 4 = 21 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$R_{\text{цт}} = \frac{Q_{\text{гр}} R_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}} R_{\text{пл.}}}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}}} \leq 2,3 \text{ м} \quad [834 \text{ ТУ}]$$

$$R_{\text{цт}} = \frac{43,2 \times (1,30 + 0,12 \times 0,46) + 2,2 \times 0,8}{43,2 + 2,2} = 1,52 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Вывод: общая поперечная устойчивость соблюдается

Определенные усилия, действующих на груз.

1^я сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{\text{пр}} = Q_{\text{гр}} \times a_{\text{пр}}$

$$a_{\text{пр}} = a_{\text{з}} - \frac{Q_{\text{гр}} (a_{\text{з}} - a_{\text{пл}})}{Q_{\text{гр}} + Q_{\text{пл}}} \quad a_{\text{пр}} = 1,20 - \frac{43,2 \times (1,20 - 1,020)}{43,2 + 2,2} = 1,06 \text{ м/с}^2$$

$$F_{\text{пр}} = 10,8 \times 1,06 = 11,45 \text{ тс}$$

Сила трения: $F_{\text{тр}} = Q_{\text{гр}} \times \mu \quad \mu = 0,45 \quad F_{\text{тр}} = 10,8 \times 0,45 = 4,86 \text{ тс}$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{пр}} = F_{\text{пр}} - F_{\text{тр}} \quad \Delta F_{\text{пр}} = 11,45 - 4,86 = 6,59 \text{ тс}$$

2^е сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_{\text{п}} = Q_{\text{гр}} \times a_{\text{п}} = 10,8 \times 0,55 = 5,94 \text{ тс}$

$$a_{\text{п}} = 0,33 + \frac{2 \times (0,55 - 0,33)}{0,72} = 0,55 \text{ м/с}^2$$

Вертикальная инерционная сила: $F_{\text{в}} = Q_{\text{гр}} \times a_{\text{в}} = 0,324 \times 10,8 = 3,5 \text{ тс}$

$$a_{\text{в}} = 250 + K_{\text{в}} \times \frac{2140}{Q_{\text{гр}}} \quad a_{\text{в}} = 250 + 5 \times 4,93 + \frac{2140}{43,2} = 0,324 \text{ м/с}^2$$

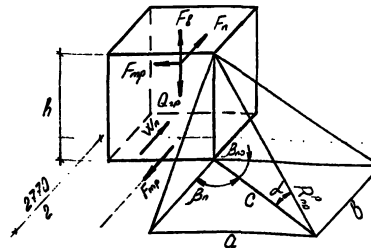
Сила трения: $F_{\text{тр}} = Q_{\text{гр}} \times \mu \times (1000 - a_{\text{в}}) = 10,8 \times 0,45 \times (1000 - 324) = 3,29 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_{\text{в}} = 50,8 \times 50 \times (2,4 \times 0,5 + 0,8 \times 10) = 0,1 \text{ тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{\text{п}} = \mu \times (F_{\text{в}} + W) - F_{\text{тр}} \quad \mu = 1,25 \quad \Delta F_{\text{п}} = 1,25 \times (3,94 + 0,1) - 3,29 = 4,26 \text{ тс}$$

Определение числлы в растяжках.



Усилия в растяжке от 1^{го} сочетания сил:

$$R_{\text{пр}}^{\text{пр}} = \frac{\Delta F_{\text{пр}}}{\mu (\mu \times \sin \alpha + \cos \alpha \times \cos \beta \sin \gamma)}$$

Продольная ось платформы

от 2^{го} сочетания сил:

$$R_{\text{п}}^{\text{п}} = \frac{\Delta F_{\text{п}}}{\mu (\mu \times \sin \alpha + \cos \alpha \times \cos \beta \sin \gamma)}$$

Для 1^й растяжки

$$\tan \beta_{\text{пр}} = \frac{F_{\text{пр}}}{F_{\text{п}}} = \frac{10,8}{3,5} = 3,0857 \quad \beta_{\text{пр}} = 72,04^\circ \quad \beta_{\text{пр}} = 17,96^\circ$$

$$\cos \alpha = \frac{Q}{S_{\text{п}} \times \beta_{\text{пр}}} = \frac{10,8}{0,9513} = 11,4$$

$$\sin \alpha = 0,9835 \quad \cos \alpha = 0,1009$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{c} = \frac{620}{114} = 5,4386 \quad \alpha = 79,58^\circ$$

$$\cos \beta_{\text{пр}} = 0,3084 \quad \cos \beta_{\text{пр}} = 0,9513$$

Для 2^й растяжки

$$\tan \beta_{\text{п}} = \frac{Q}{F_{\text{п}}} = \frac{2,2}{4,85} = 4,5361 \quad \beta_{\text{п}} = 76,43^\circ \quad \beta_{\text{п}} = 13,57^\circ$$

$$\cos \alpha = \frac{Q}{S_{\text{п}} \times \beta_{\text{п}}} = \frac{2,2}{0,3721} = 2,068$$

$$\sin \alpha = 0,5659 \quad \cos \alpha = 0,8244$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{c} = \frac{1420}{2068} = 0,6866 \quad \alpha = 34,47^\circ$$

$$\cos \beta_{\text{п}} = 0,2346 \quad \cos \beta_{\text{п}} = 0,9721$$

Для 3^й растяжки

$$\tan \beta_{\text{п}} = \frac{Q}{F_{\text{п}}} = \frac{13,70}{4,80} = 2,8542 \quad \beta_{\text{п}} = 70,69^\circ \quad \beta_{\text{п}} = 19,31^\circ$$

$$\cos \alpha = \frac{Q}{S_{\text{п}} \times \beta_{\text{п}}} = \frac{13,70}{0,9433} = 14,52$$

$$\sin \alpha = 0,699 \quad \cos \alpha = 0,715$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{c} = \frac{1420}{1452} = 0,9780 \quad \alpha = 44,36^\circ$$

$$\cos \beta_{\text{п}} = 0,3337 \quad \cos \beta_{\text{п}} = 0,9437$$

$$R_{\text{пр}}^{\text{пр}} = \frac{6,59}{2(0,45 \times 0,9835 \times 0,1009 \times 0,9513) + 2(0,45 \times 0,699 \times 0,715 \times 0,9437)} = 2,05 \text{ тс}$$

$$R_{\text{п}}^{\text{п}} = \frac{4,26}{2(0,45 \times 0,9835 \times 0,1009 \times 0,3084) + (0,45 \times 0,5659 \times 0,8244 \times 0,2346) + (0,45 \times 0,699 \times 0,715 \times 0,3337)} = 2,13 \text{ тс}$$

Примечание: растяжки из проволоки Ø6 мм по 7 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку по продольному усилию - 2,17 т

2539-120301

Расчет подкладок по смятию.

Напряжения смятия подкладки по 1^{му} сочетанию сил

$$\sigma_c = \frac{M_c}{S_c} \quad N_c^{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}} + R_p^{\text{пр}} \times 2 \times N_p^{\text{пр}} \times \sin \alpha}{2}$$

$$S_c = 12 \times 270 \times 2 = 6480 \quad N_c^{\text{пр}} = \frac{10.0 + 2.05 \times 2 \times (2 \times 0.9035 + 2 \times 0.699)}{2} = 12.29 \text{ т}$$

$$\sigma_c = \frac{12290}{6480} = 1.9 \text{ кгс/см}^2 \leq R = 30 \text{ кгс/см}^2$$

Напряжения смятия подкладки по 2^{му} сочетанию сил

$$\sigma_c = \frac{F_c^* + F_c^{\text{в}}}{S_c} \quad N_c^* = \frac{Q_{\text{пр}} + R_p^* \times 2 \times N_p^* \times \sin \alpha}{2}$$

$$F_c^* = \frac{F_c}{2} = 1.75 \text{ т} \quad N_c^* = \frac{10.0 + 2.13 \times 2 \times (2 \times 0.9035 + 0.5653 + 0.699)}{2} = 12.28 \text{ т}$$

$$\sigma_c = \frac{12280 + 1750}{6480} = 2.16 \text{ кгс/см}^2 \leq R = 30 \text{ кгс/см}^2$$

Проверка устойчивости груза ободья платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания ободья платформы:

$$\eta_{\text{пр}} = \frac{L_{\text{об}}}{h_{\text{об}} - h_{\text{г}}} = \frac{0.86}{0.50} = 1.40 > 1.25 \quad L \text{ } 340 \text{ ТУ } 1$$

$$L_{\text{пр}} = 0.86 \text{ м} \quad h_{\text{г}}^{\text{пр}} = 0$$

Проверка устойчивости груза поперек платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы:

$$\eta_{\text{пр}} = \frac{2 \times L_{\text{об}} \times h_{\text{г}}^{\text{пр}}}{F_{\text{н}}(h_{\text{об}} - h_{\text{г}}^{\text{пр}}) + W_{\text{н}}(h_{\text{об}} - h_{\text{г}}^{\text{пр}})} = \frac{10.0 \times 1.35}{5.94 \times 0.50 + 0.1 \times 0.63} = 4.15 > 1.25$$

$$h_{\text{об}} = 0.56 \text{ м} \quad h_{\text{г}}^{\text{пр}} = 0 \quad h_{\text{г}}^{\text{пр}} = 1.35 \text{ м}$$

Устойчивость груза выполняется

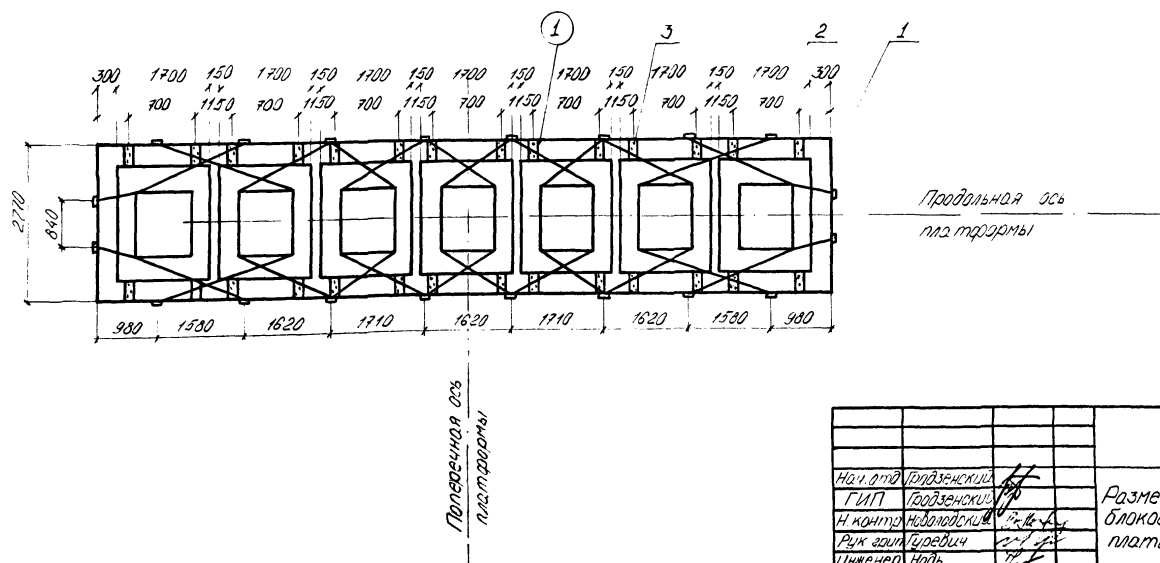
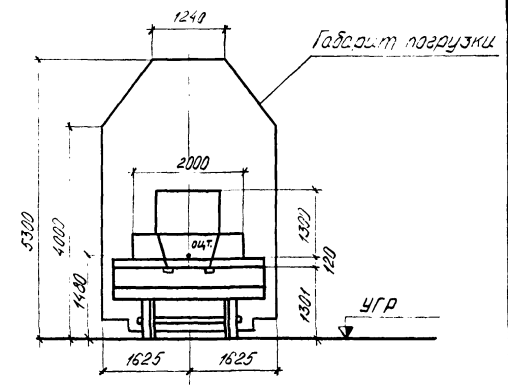
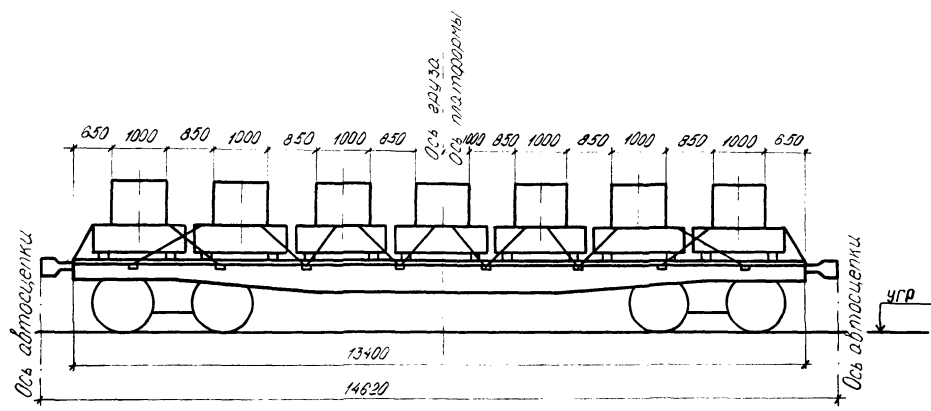
Проверка устойчивости подкладок.

$$\sigma_c > \frac{2 \times (1.25 \times N_c \times h_c - P_y h_y)}{N_c}$$

$$h_y = 0 \quad h_c = 0.12 \text{ м}$$

$$\sigma_c > 2 \times 1.25 \times \mu \times h_c = 2 \times 1.25 \times 0.55 \times 0.12 = 0.165$$

Принято: подкладки сечением 120 × 100 мм



2539-120401.		Лист	1	Листов	4
Нач. отд.	Горьковский	Размещение и крепление			
ГИП	Горьковский	блоков Ф-3 на жд.			
Н. контр.	Невлянский	платформе.			
Рук. отд.	Бурбич				
Инженер	Нодь				
		Гипротранспуть			

Характеристика схемы погрузки

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

№ п/п	Наименование	Едм	Величина
1	Высота ц.т. блока относительно низа блока	мм	430
2	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно ЦГР	мм	1480
3	База блока	мм	700
4	Масса блока	т	5,8
5	Масса груза	т	40,6
6	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
7	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

- В настоящем подразделе разработана перевозка на 4х-осной платформе железобетонных блоков фундаментов стоечных опор Ф-3. Платформа принята грузоподъемностью 62±66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
- Груз состоит из 7ми железобетонных блоков Ф-3. Общий центр тяжести платформы с грузом находится на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы. Каждый блок укладывается на деревянные брусья, закрепленные к полу платформы гвоздями.
- Для предотвращения поперечного и продольного смещений груз крепится к стоечным скобам платформы при помощи обвязок из проволочных скруток.
- При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный груз на платформе вписывается в габарит погрузки.
- Торцовые и боковые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Спецификация металла

№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Обвязка из проволоки	7 ф 7,5	37550	12	13,10	157,2	Сталь по ГОСТ 3282-74	
2	— " —	— " —	40600	2	14,17	28,34	14035-79	
3	Гвоздь	d=6	150	140	0,044	6,16	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75; ГОСТ 4028-68
Итого металла:						192		

Спецификация лесоматериалов

№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м ³		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
①	Брус	12×12	277	14	0,06	0,84	Сосна, ель (на лижне ЭСОСТ)	ГОСТ 8486-68
Итого лесоматериалов:						0,8		

2539-12.04.01.

Расчет к погрузке.

Характеристика груза.

Груз - 7мб фундамента Ф-3
 Длина блока - 2,0м
 Ширина блока - 1,7м
 Высота блока - 1,3м
 Вес груза - 5,8 * 7 = 40,6 т
 Положение ЦТ от подошвы фундамента - 0,43м

Характеристика п.п. проорамы.

Платформа четырехосная
 База - 27,2м
 Вес платформы - 22т
 Положение ЦТ от УГР - 0,8м

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом не должна превышать 50м²

$S_{наветр} = S_{пл} + S_{гр}$

$S_{пл} = 13 * (0,5 * 1,7 + 10 * 0,8) * 7 = 24,6 м^2 < 50 м^2$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$R_{цт} = \frac{Q_{гр} R_{цг} + Q_{п} R_{цп}}{Q_{гр} + Q_{п}} \leq 2,3 м \quad [634 ТУ]$

$R_{цт} = \frac{40,6 * (0,43 + 0,12 + 13,01) + 22 * 0,8}{40,6 + 22} = 1,10 м < 2,3 м$

Вывод: общая поперечная устойчивость соблюдается.

Определение усилий, действующих на груз.

1^я сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = Q_{гр} * a_{пр}$

$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{гр}(a_{22} - a_{лев})}{Q_{22}} \quad a_{пр} = 1200 - \frac{40,6(1200 - 1000)}{63} = 107,7 м/с^2$

$F_{пр} = 5,8 * 107,7 = 6,21 тс$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} * \mu \quad \mu = 0,45 \quad F_{тр} = 5,8 * 0,45 = 2,61 тс$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр} \quad \Delta F_{пр} = 6,21 - 2,61 = 3,6 тс$

2^я сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_n = Q_{гр} * a_n = 5,8 * 0,59 = 3,36 тс$

$a_n = 0,33 + 2 * \frac{(0,55 - 0,33)}{0,72} * 5,55 = 0,59 м/с^2$

Вертикальная инерционная сила: $F_z = a_z * Q_{гр} = 0,33 * 5,8 = 1,91 тс$

$a_z = 250 + K_1 * \frac{2140}{0,72} \quad a_z = 250 + 5 * 5,55 * \frac{2140}{40,6} = 0,33 м/с^2$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} * \mu (1000 - a_z) = 5,8 * 0,45 (1000 - 330) = 1,75 тс$

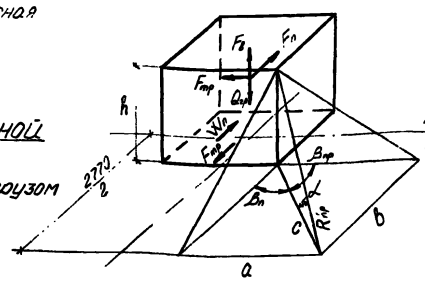
Ветровая нагрузка: $W_n = 50,5 * 50 * (1,7 * 0,5 + 0,8 * 1) = 0,083 тс$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_n = N * (F_n + W) - F_{тр} \quad N = 1,25 \quad \Delta F_n = 1,25 (3,36 + 0,083) - 1,75 = 2,55 тс$

Определение усилий в растяжках.

Усилие в растяжке от 1^{ого} сочетания сил:
 $R_{пр}^{1го} = \frac{\Delta F_{пр}^{1го}}{N_p (M * \sin \alpha + \cos \alpha + \cos \beta_{пр})}$



Продольная ось платформы от 2^{ого} сочетания сил:
 $R_{пр}^{2го} = \frac{\Delta F_{пр}^{2го}}{2 * N_p * \sin \alpha}$

Для 1^я растяжки

$\tan \beta_n = \frac{a}{b} = \frac{300}{37} \quad \beta_n = 83^\circ$

$\beta_{пр} = 7^\circ$

$C = \frac{a}{\sin \beta_n} = \frac{300}{0,9925} = 302$

$\tan \alpha = \frac{h}{C} = \frac{620}{302} = 2,053$

$\alpha = 64^\circ$

$\sin \alpha = 0,8988$

$\cos \alpha = 0,4384$

$\cos \beta_n = 0,1219$

$\cos \beta_{пр} = 0,9925$

Для 2^я растяжки

$\tan \beta_n = \frac{a}{b} = \frac{1047}{465} = 2,2527 \quad \beta_n = 65^\circ 6'$

$\beta_{пр} = 24^\circ 54'$

$C = \frac{a}{\sin \beta_n} = \frac{1047}{0,907} = 1154$

$\tan \alpha = \frac{h}{C} = \frac{620}{1154} = 0,5373$

$\alpha = 28^\circ 12'$

$\sin \alpha = 0,4726$

$\cos \alpha = 0,8824$

$\cos \beta_n = 0,4210$

$\cos \beta_{пр} = 0,907$

$R_{пр}^{1го} = \frac{3,6}{2 * (0,45 * 0,4726 + 0,8824 * 0,907)} = 1,76 тс$

$R_{пр}^{2го} = \frac{2,55}{2 * 0,45 * 0,4726} = 2,39 тс$

Принято: обвязки из проволоки $\phi 7,5 мм$ по 7 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну обвязку по продольному усилию 3,395 тс

2539-120401

Расчет подкладок по смятию.Напряжения смятия под грузом по 1^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_c}{S_c} \quad N_c = \frac{2x_1 + 2x_2 + 2 \cdot N_0 + S_{\text{сн}}}{2}$$

$$S_c = 12 \cdot 200 \cdot 2 = 4800 \text{ см}^2 \quad N_c = \frac{5.0 + 1.75 \cdot 2 + 2 \cdot 728}{2} = 3.73 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{3.730}{4800} = 0.776 \text{ кгс/см}^2 \leq [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Напряжения смятия подкладки по 2^{му} сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_c + F_{\text{в}}}{S_c} \quad N_c = \frac{4x_1 + R_0 + 2 \cdot N_0 + S_{\text{сн}}}{2}$$

$$F_{\text{в}} = \frac{F_1}{2} = 0.96 \text{ тс} \quad N_c = \frac{5.0 + 2.25 \cdot 2 + 2 \cdot 0.4728}{2} = 5.23 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{5.230 + 0.960}{4800} = 1.39 \text{ кгс/см}^2 \leq [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Проверка устойчивости груза вдоль платформы.Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания
вдоль платформы:

$$\eta = \frac{2x_0}{h_{\text{оп}} - h_{\text{в}}^*} = \frac{0.76}{0.53} = 1.30 > 1.25 \quad [0.40 \text{ ТЧ}]$$

$$e_{\text{до}} = 0.76 \quad h_{\text{в}}^* = 0$$

Проверка устойчивости груза поперек платформы.Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания
поперек платформы:

$$\eta = \frac{Q_0 \cdot x_0}{F_n (h_{\text{оп}} - h_{\text{в}}^*) + W_n (h_{\text{до}} - h_{\text{в}}^*)} = \frac{5.0 \cdot 1.0}{1.6035 \cdot 0.53 + 2.003 \cdot 0.605} = 3.04 > 1.25$$

$$h_{\text{оп}} = 0.6035 \text{ м} \quad h_{\text{в}}^* = 0 \quad h_{\text{до}} = 1.00 \text{ м}$$

Условие устойчивости выполняется

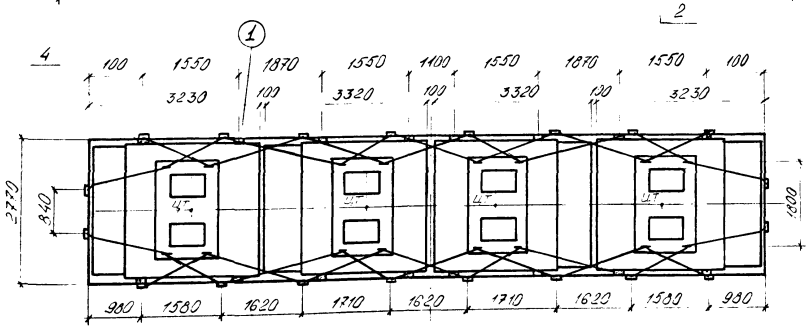
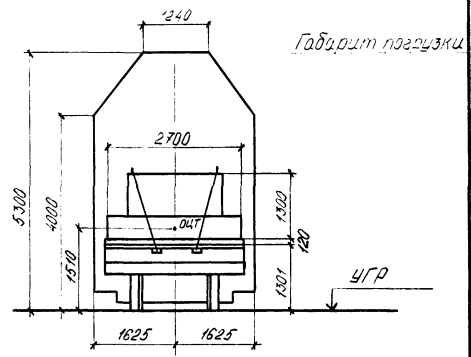
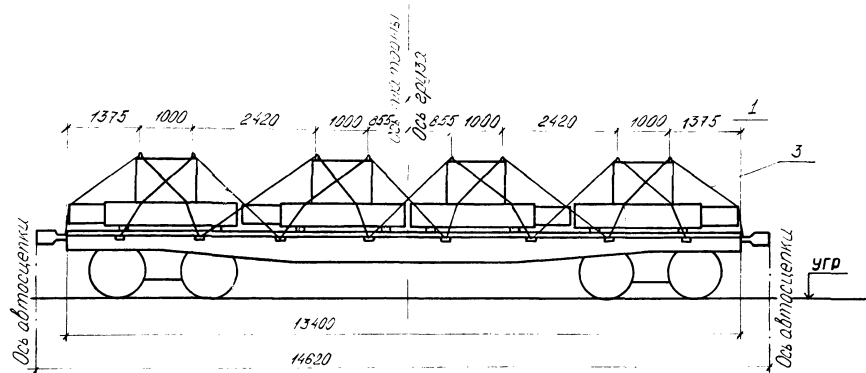
Проверка устойчивости подкладок.

$$\sigma_{\text{в}} = \frac{2 \cdot (1.25 \cdot N_0 + M \cdot h_{\text{в}} - P_{\text{в}} h_{\text{в}})}{N_0}$$

$$h_{\text{в}} = 0 \quad h_{\text{в}} = 0.12 \text{ м}$$

$$\sigma_{\text{в}} \geq 2 \cdot 1.25 \cdot M \cdot h_{\text{в}} = 2 \cdot 1.25 \cdot 0.55 \cdot 0.12 = 0.165 \text{ тс}$$

Принято: подкладки сечением 120 × 100 мм.



Передняя ось платформы

2539-120501			Лист	1	4
Изм	№	Деталь	РП	1	4
Изм 01	000	Платформа	Размещение и крепление		
Изм 02	000	Платформа	блоков Ф-4 на жд		
Изм 03	000	Платформа	платформе.		
Изм 04	000	Платформа	Гиперотомонт		

Характеристика схемы погрузки

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

№ п/п	Наименование	Ед.изм.	Величина
1	Высота ст. блока от основания до верхнего бруса	мм	430
2	Высота общего ст. платформы с грузом от основания УГР	мм	1510
3	Базис блока	мм	1550
4	Масса блока	т	11.5
5	Масса груза	т	46
6	Смещение ст. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
7	Смещение ст. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4х-осной платформе железобетонных блоков фундаментов стоечных опор Ф-4.
Платформа принята грузоподъемностью 62÷66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
2. Груз состоит из 4х железобетонных блоков Ф-4. Общий центр тяжести платформы с грузом находится на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы. Каждый блок укладывается на деревянные брусья, закрепленные к полу платформы гвоздями.
3. Для предотвращения поперечного и продольного смещений груз крепится к стоечным скобам платформы при помощи растяжек из проволочных скруток.
4. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный груз на платформе вписывается в габарит погрузки.
5. Торцовые и боковые борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Спецификация металла

№ п/п	Наименование	Сечение	Длина	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Растяжка из проволоки	3ф 7,5	14100	16	4.92	78.72	Сталь 10	ГОСТ 3292-74
2	"	"	13735	8	4.78	38.24	"	"
3	"	"	16400	4	5.72	22.88	"	"
4	Гвоздь	d=6	150	80	0.044	3.52	Ст 2 по ГОСТ 330-71*	ГОСТ 283-74 ГОСТ 4028-68
Итого металла:						143		

Спецификация лесоматериала

№ п/п	Наименование	Сечение	Длина	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим.
					ед.	общ.		
1	Брус	12*18	277	8	0.06	0.48	Сосна, ель (лиственница, ясень)	ГОСТ 4186-68
Итого лесоматериала:						0.5		

Расчет к нагрузке

Характеристика э.э.з.

Груз - 4 мб фундамента Ф-4
 Длина блока - 27.
 Ширина блока - 2,55 м
 Высота блока - 1,3 м
 Вес груза - 11,5 * 4 = 46 т
 Положение ЦТ от подошвы фундамента - 0,43 м

Характеристика платформы

Платформа - четырехкошная
 Длина - 3,72 м
 Вес платформы - 22 т
 Положение ЦТ от УГР - 3,0 м

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Наклонная поверхность четырехкошной платформы с грузом не должна превышать 50°.

$S_{наб} = S_{пл} + S_{го}$
 $S_{пл} = 13 * (0,5 * 2,55 + 0,8 * 1,2) * 4 = 22 м^2 < 50 м^2$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$R_{наб} = \frac{Q_{го} \cdot l_{го} + Q_{пл} \cdot l_{пл}}{2 \cdot Q_{го} + 2 \cdot Q_{пл}} \leq 2,3 м$ [534 ТУ]
 $R_{наб} = \frac{46 * (0,43 + 0,12 + 1,301) + 22 * 0,0}{46 + 22} = 1,51 м < 2,3 м$

Вывод: общая поперечная устойчивость обеспечивается.

Определение усилий, действующих на э.э.з.

1° сочетание сил

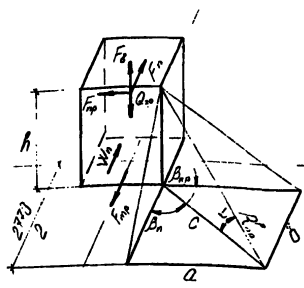
Поперечная инерционная сила: $F_{по} = Q_{го} * Q_{пл}$
 $Q_{го} = Q_{с2} - \frac{Q_{с1} * (Q_{с2} - Q_{с1})}{Q_3}$ $Q_{пл} = 1200 - \frac{46 * (1200 - 105)}{63} = 105 тс/т$
 $F_{по} = 11,5 * 1,25 = 12,00 тс$
 Сила трения: $F_{тр} = Q_{с1} * \mu$ $\mu = 0,45$ $F_{тр} = 11,5 * 0,45 = 5,10 тс$
 Поперечное усилие, передающееся на крепление:
 $\Delta F_{по} = F_{по} - F_{тр}$ $\Delta F_{по} = 12,00 - 5,10 = 6,9 тс$

2° сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_{по} = Q_{с1} * Q_{с2} = 11,5 * 0,54 = 6,21 тс$
 $Q_{с1} = 0,33 + \frac{2 * (0,55 - 0,33)}{0,72} * 4,61 = 0,54 тс/т$
 Вертикальная инерционная сила: $F_3 = Q_{с1} * Q_3 = 11,5 * 0,319 = 3,60 тс$
 $Q_3 = 250 + K_3 * Q_{с1} + \frac{2140}{Q_{с1}}$ $Q_3 = 250 + 5 * 0,54 + \frac{2140}{46} = 0,319 тс/т$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{с1} * \mu * (1000 - Q_3) = 11,5 * 0,45 * (1000 - 310) = 3,52 тс$
 Ветровая нагрузка: $W_n = 50,5 = 50 * (2,55 * 0,5 + 0,8 * 1,2) = 0,11 тс$
 Поперечное усилие, передающееся на крепление:
 $\Delta F_n = \mu * (F_{по} + W) - F_{тр}$ $\mu = 1,25$ $\Delta F_n = 1,25 * (6,21 + 0,11) - 3,52 = 4,30 тс$

Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке от 1°о сочетания сил:
 $R_{по} = \frac{\Delta F_{по}}{l_n * (\mu * \sin \alpha + \cos \alpha * \cos \beta_n)}$

Поперечная ось платформы
 от 2°о сочетания сил
 $R_{по} = \frac{\Delta F_{по}^2}{l_n * (\mu * \sin \alpha + \cos \alpha * \cos \beta_n)}$

Для 1° растяжки

$\tan \beta_n = \frac{Q}{F} = \frac{112}{35} = 3,2$ $\beta_n = 72,65^\circ$ $\beta_{по} = 17,35^\circ$
 $C = \frac{2}{\sin \beta_n} = \frac{112}{0,9545} = 117$ $\tan \alpha = \frac{h}{C} = \frac{620}{117} = 5,73$ $\alpha = 80,09^\circ$
 $\sin \alpha = 0,9851$ $\cos \alpha = 0,1721$ $\cos \beta_n = 0,2902$ $\cos \beta_{по} = 0,2545$

Для 2° растяжки

$\tan \beta_n = \frac{Q}{F} = \frac{74}{35} = 2,114$ $\beta_n = 64,69^\circ$ $\beta_{по} = 25,31^\circ$
 $C = \frac{2}{\sin \beta_n} = \frac{74}{0,904} = 82$ $\tan \alpha = \frac{h}{C} = \frac{620}{82} = 7,56$ $\alpha = 83,02^\circ$
 $\sin \alpha = 0,9926$ $\cos \alpha = 0,1215$ $\cos \beta_n = 0,4275$ $\cos \beta_{по} = 0,904$

Для 3° растяжки

$\tan \beta_n = \frac{Q}{F} = \frac{10}{3} = 3,333$ $\beta_n = 73,3^\circ$ $\beta_{по} = 16,7^\circ$
 $C = \frac{2}{\sin \beta_n} = \frac{10}{0,9570} = 10$ $\tan \alpha = \frac{h}{C} = \frac{620}{10} = 62$ $\alpha = 89,14^\circ$
 $\sin \alpha = 0,9999$ $\cos \alpha = 0,015$ $\cos \beta_n = 0,2074$ $\cos \beta_{по} = 0,9570$

2539-120501

$$R_{np}^* = \frac{6.9}{2(0.45 \cdot 0.9951 + 0.1721 \cdot 0.9545) + 2(0.45 \cdot 0.9999 + 0.015 \cdot 0.9570)} = 3.22 \text{ тс}$$

$$R_n^* = \frac{4.39}{2(0.45 \cdot 0.9951 + 0.1721 \cdot 0.2982) + 2(0.45 \cdot 0.9999 + 0.015 \cdot 0.2874) + (0.45 \cdot 99.26 + 0.1215 \cdot 0.4275)} = 2.26 \text{ тс}$$

Принята: усиления из расчета с 7.5 мм по 7 мм и из 8 мм по 8 мм с допуском в том числе на длину расстояния по проекту 3.395 тс.

Расчет подкладки по смятию.

Напряжение смятия подкладки по 1-й сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_c}{S_c} \quad N_c^{np} = \frac{G_{np} + R_{np}^* \times 2 \times N_0^{np} \times \sin \alpha}{2}$$

$$S_c = 12 \times 270 \times 2 = 6480 \quad N_c^{np} = \frac{11.5 + 3.22 \times 2 \times 2 \times (0.9951 + 0.9999)}{2} = 15.31 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{15.310}{6480} = 2.36 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Напряжение смятия подкладки по 2-й сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_c^{np} + F_2^*}{S_c} \quad N_c^{np} = \frac{G_{np} + 2P_2^* \times 2 \times N_0^{np} \times \sin \alpha}{2}$$

$$F_2^* = \frac{F_2}{2} = 1.84 \text{ т} \quad N_c^{np} = \frac{11.5 + 2.26 \times 2 \times 2 \times (0.9951 + 0.9999 + 0.9926)}{2} = 14.7 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{14.700 + 1.840}{6480} = 2.55 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Проверка устойчивости груза валь при деформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания валь платформе:

$$K_{np} = \frac{e_{np}}{h_{np} - h_y^{np}} = \frac{0.535}{0.535} = 1.52 > 1.25 \quad [540 \text{ тч}]$$

$$e_{np} = 1.52 \text{ м} \quad h_y^{np} = 0$$

Проверка устойчивости груза поперек платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы:

$$K_n = \frac{a_{np} \times b_n}{F_n (h_{np} - h_y^{np}) + W_n (h_{np} - h_y^{np})} = \frac{11.5 \times 1.35}{6.21 \times 0.43 + 0.11 \times 0.67} = 5.1 \text{ м} > 1.25$$

$$h_{np} = 0.67 \text{ м} \quad h_y^{np} = 0 \quad b_n = 1.35 \text{ м}$$

Условие устойчивости выполняется.

Проверка устойчивости подкладок

$$b_c = 2 \cdot (1.25 \cdot m \cdot h_c + N_c - P_y \cdot h_y)$$

$$h_y = 0 \quad h_c = 0.12 \text{ м}$$

$$b_c = 2 \cdot 1.25 \cdot m \cdot h_c = 2 \cdot 1.25 \cdot 0.55 \cdot 0.12 = 0.165 \text{ м}$$

Принята: подкладки, сечением 120 × 100 мм.

Характеристика схемы погрузки

№ п/п	Наименование	ЦЗ	Величина
1	Высота от блока стн.ч. тельно к.з.з. блока	мм	370
2	Высота эбцева от. плат. формы с эбутом отн.си. тельно УГЗ	мм	1340
3	Баз. блока	мм	1600
4	Масса блока	т	9
5	Масса эбуца	т	36
6	Смещение от груза стн.ч. тельно поперечной оси платформы	мм	0
7	Смещение от груза ст-о. сительно продольной оси платформы	мм	0

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4х-осной платформе железобетонных блоков фундаментов стоечных опор Ф-5. Платформа принята грузоподъемностью 62+66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ
2. Груз состоит из 4х железобетонных блоков Ф-5. Общий центр тяжести платформы с грузом находится на пересечении вертикальных плоскостей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы. Каждый блок укладывается на деревянные брусья, закрепленные к полу платформы гвоздями.
3. Для предотвращения поперечного и продольного смещения груз крепится к стоечным скобам платформы при помощи обвязок из проволочных скруток.
4. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный груз на платформе вписывается в габарит погрузки.
5. Торцовые и боковые борты платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Спецификация металла

№ п.з.	Наименование	Сеч. мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Поз.ч.
					вз.	сум.		
1	Обвязка из проволоки	8 ф 7,5	38360	4	13,56	54,25	Сталь по ГОСТ	ГОСТ 3232-74
2	Гвозди	—	42330	4	14,73	59,16	14035-79	
3	Гвозди	d=6	150	81	6,044	3,52	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 243-75, ГОСТ 4028-63
Итого металла:					117			

Спецификация лесоматериалов

№ п.з.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Объем, м³		Материал	Поз.ч.
					вз.	сум.		
1	Брус	12x18	277	8	0,06	0,48	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-66
Итого лесоматериалов:					0,5			

2539-1206.01.

Расчёт к погрузке

Характеристика груза.

Груз - 4 ж.-б. фундамента Ф-5
 Длина блока - 2,6 м + 0,77 м
 Ширина блока - 2,3 м
 Высота блока - 1,3 м
 Вес груза - 9 т × 4 = 36 т
 Положение ЦТ от подошвы фундамента - 0,37 м

Характеристика платформеры.

Платформа четырехосная
 База - 9,72 м
 Вес платформы - 2,2 т
 Положение ЦТ от ЗПР - 0,8 м

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Наветренная поверхность четырехосной платформеры с грузом не должна превышать 50 м²

$S_{наветр} = S_{на} + S_{сп}$

$S_{на} = 13 + (0,5 \times 2,6 + 0,8 \times 1,0) \times 4 = 21,4 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$

Положение общего центра тяжести платформеры с грузом относительно ЦГР:

$R_{цт} = \frac{Q_{гр} R_{цг} + Q_{пл} R_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leq 2,3 \text{ м} \quad [934 \text{ ТУ}]$

$R_{цт} = \frac{35 \times (1,30 + 0,37) + 2,2 \times 0,8}{36 + 2,2} = 1,34 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$

Вывод: общая поперечная устойчивость обеспечивается

Определение усилий, действующих на груз.

1^е сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = Q_{гр} \times a_{пр}$

$a_{пр} = a_{ст} - \frac{Q_{гр} (a_{ст} - a_{ос})}{G}$ $a_{пр} = 1,200 - \frac{36 (1,200 - 1,000)}{63} = 1,00 \text{ гс/т}$

$F_{пр} = 9 \times 1,00 = 9,72 \text{ тс}$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu$ $\mu = 0,45$ $F_{тр} = 9 \times 0,45 = 4,05 \text{ тс}$

Продольное усилие, передающееся на крепления:

$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр}$ $\Delta F_{пр} = 9,72 - 4,05 = 5,67 \text{ тс}$

2^е сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_n = Q_{гр} \times a_n = 9 \times 0,55 = 4,95 \text{ тс}$

$a_n = 0,33 + \frac{2(0,55 - 0,33)}{9,72} \times 4,69 = 0,55 \text{ гс/т}$

Вертикальная инерционная сила: $F_v = Q_{гр} \times a_v = 0,333 \times 9 = 3,00 \text{ тс}$

$a_v = 0,50 + K_3 \times \frac{2 \times 1,40}{Q_{гр}}$ $a_v = 0,50 + 5 \times 4,69 + \frac{2 \times 1,40}{36} = 0,333 \text{ гс/т}$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu$ $\mu = 0,45$ $F_{тр} = 9 \times 0,45 (1,00 - 0,33) = 2,7 \text{ тс}$

Зетровая перегрузка: $W_n = 50\% = 0,50 \times (2,6 \times 0,5 + 0,8 \times 1,0) = 0,1 \text{ тс}$

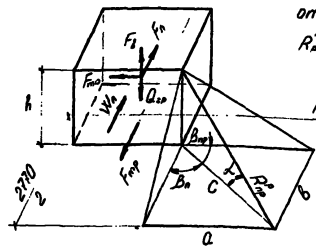
Поперечное усилие, передающееся на крепления:

$\Delta F_n = n(F_n + W) - F_{тр}$ $n = 1,25$ $\Delta F_n = 1,25(4,95 + 0,1) - 2,7 = 3,61 \text{ тс}$

Определение усилий в растяжках.

Усилие в растяжке от 1^{ого} сочетания сил:

$R_{1с} = \frac{F_{пр}}{n_p (\mu \sin \alpha + \cos \alpha \times \cos \beta_{пр})}$



Продольная ось платформеры

от 2^{ого} сочетания сил:

$R_{2с} = \frac{\Delta F_n}{2 \times n_p \sin \alpha}$

Для 1^й растяжки

$\tan \beta_n = \frac{Q}{G} = \frac{204}{233} = 1,2005$

$\beta_n = 50,39^\circ$ $\beta_{пр} = 39,61^\circ$

$C = \frac{a}{\sin \beta_n} = \frac{204}{0,7734} = 269$

$\tan \alpha = \frac{h}{C} = \frac{620}{369} = 1,6002$ $\alpha = 59,24^\circ$

$\sin \alpha = 0,8593$ $\cos \alpha = 0,5114$ $\cos \beta_n = 0,6376$ $\cos \beta_{пр} = 0,7704$

Для 2^й растяжки

$\tan \beta_n = \frac{Q}{G} = \frac{431}{233} = 1,84$

$\beta_n = 61,1^\circ$ $\beta_{пр} = 28,6^\circ$

$C = \frac{a}{\sin \beta_n} = \frac{431}{0,878} = 490$

$\tan \alpha = \frac{h}{C} = \frac{620}{490} = 1,2653$ $\alpha = 51,60^\circ$

$\sin \alpha = 0,8746$ $\cos \alpha = 0,6201$ $\cos \beta_n = 0,4707$ $\cos \beta_{пр} = 0,878$

$R_{1с} = \frac{5,67}{2(0,45 \times 0,8593 + 0,5114 \times 0,7704)} = 3,63 \text{ тс}$

$R_{2с} = \frac{3,61}{2 \times 2 \times 0,45 \times 0,8593} = 2,33 \text{ тс}$

Принято: обвязки из проволочки Ø7,5 мм по 8 витков в каждой с допусковым усилием на одну обвязку по продольному усилию 3,80 тс

2539-120601

Расчет подкладок по СНиП-110.

Напряжение сжатия подкладки по 1-й соеетачию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_c}{S_c} = \frac{N_c^0 + Q_c + R_c \cdot 2 \times 10^6 \times \sin \alpha}{2}$$

$$S_c = 12 \times 330 + 2 \times 5520 \quad N_c^0 = \frac{9 + 3.63 \times 2 \times 2 \times 0.8593}{2} = 10.74 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{10740}{3520} = 3.05 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Напряжение сжатия подкладки по 2-й соеетачию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_c^0 + F_c}{S_c} \quad N_c^0 = \frac{Q_c + R_c \cdot 2 \times 10^6 \times \sin \alpha}{2}$$

$$F_c = \frac{F_c}{2} = 1.5 \text{ т} \quad N_c^0 = \frac{9 + 2.33 \times 2 \times 2 \times 0.8593}{2} = 0.5 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{0.500 + 1500}{3520} = 1.01 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$\eta_{\text{доп}} = \frac{G_{\text{доп}}}{K_{\text{доп}} - K_{\text{доп}}^0} = \frac{0.96}{0.42} = 2.1 > 1.25 \quad [640 \text{ ТУ}]$$
$$e_{\text{доп}} = 0.86 \text{ м} \quad K_{\text{доп}}^0 = 0$$

Проверка устойчивости груза поперек платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы:

$$\eta_{\text{доп}} = \frac{Q_{\text{доп}} \cdot b_{\text{доп}}}{F_{\text{доп}}(h_{\text{доп}} - h_{\text{доп}}^0) + W_{\text{доп}}(h_{\text{доп}} - h_{\text{доп}}^0)} = \frac{9 \times 1.15}{4.95 \times 0.49 + 0.1 \times 0.65} = 4.15 > 1.25$$
$$h_{\text{доп}} = 0.65 \text{ м} \quad h_{\text{доп}}^0 = 0 \quad b_{\text{доп}} = 1.15 \text{ м}$$

Условия устойчивости выполняются

Проверка устойчивости подкладок.

$$b_c = \frac{2 \times (1.25 \times \text{м} \times h_c \times N_c - P_c b_c)}{N_c}$$

$$h_c = 0.12 \text{ м} \quad h_c^0 = 0$$

$$b_c = 2 \times 1.25 \times \text{м} \times h_c = 2 \times 1.25 \times 0.55 \times 0.12 = 0.165 \text{ м}$$

Принято: подкладки сечением 120 × 100 мм.

2539-120501