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 К. Д. Савин

Начальник отдела строительства мостов
главный инженер проекта 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.

gost.e-ecolog.ru

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.№ 821/1; 821/2; 821/III⟩ на ж.-д. платформах.	56 ÷ 78
4.	Погрузка, размещение и крепление инвентарных пакетных металлических пролётных строений ⟨типовой проект серии 3.501.2-127⟩ на ж.-д. платформах.	79 ÷ 106
5.	Погрузка, размещение и крепление инвентарных пакетных металлических пролётных строений с мостовым полотном ⟨типовой проект серии 3.501.2-127⟩ 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/III⟩ 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, 1973г⟩ на ж.-д. платформах.	198 ÷ 202
I0.	Погрузка, размещение и крепление ж.-б. пролётных строений пешеходных мостов ⟨типовой проект инв.№728/III⟩ на ж.-д. платформах.	203 ÷ 224
II.	Погрузка, размещение и крепление ж.-б. блоков косоуров пешеходных мостов ⟨типовой проект инв.№728/I⟩ на ж.-д. платформах.	225 ÷ 249
I2.	Погрузка, размещение и крепление ж.-б. блоков фундаментов опор пешеходных мостов ⟨типовой проект инв.№728/I⟩ на ж.-д. платформах.	250 ÷ 271

Нач.отд	Градзенский		11.11 83
ГИП	Градзенский		
Норм.конт.	Новолодский		
Рук.группы	Гуревич		
Инженер	Данков		

2539-00.00.01.

Состав проекта

Литер	Лист	Листов
РП	1	1

Гипротранспуть

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 $4\frac{X}{}$-осной платформы грузоподъёмностью 62,63 и 66т постройки позднее 1965г. с тележками ЦНИИ-Х3.

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 ССР" №246).

Зам.гл.инж.	Савин		2539-00.00.02.
Нач.отд.	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		Основные положения.
Норм.конт.	Новаторский		Литер. РП; Лист 1; Листов 1
Рук.группы	Гуревич		Гипротранспуть
Инженер	Титова		

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

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

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q^{o}_{гр}(a_{22} - a_{85})}{63};$$

$Q^{o}_{гр}$ – 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 1т груза принимается по таблице 20 ТУ, если $ЦТ_{гр}$ находится в вертикальных поперечных плоскостях, проходящих через серединку вагона a_c или шкворневую балку $a_ш$. ($ЦТ_{гр}$ – центр тяжести грузов).
При расположении $ЦТ_{гр}$ в других вертикальных плоскостях:

$$a_n = a_c + \frac{2(a_ш - a_c)}{\ell_в} \times \ell_{гр},$$

$\ell_в$ – база вагона, м; $\ell_{гр}$ – расстояние от $ЦТ_{гр}$ до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось вагона, м.

3. Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в \times Q_{гр}$,
a_n – удельная вертикальная сила, кгс, на 1т веса груза.
Для четырехосных вагонов на тележках ЦНИИ-Х3 и скорости движения 100 $\frac{км}{ч}$:

$$a_{в(100)} = 250 + K\ell_{гр} + \frac{2140}{Q^{o}_{гр}};$$

К – коэффициент, принимается при погрузке с опорой на один вагон – 5.

4. Ветровая нагрузка: $W_n = 50 \times S_n$,
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 сочетании (в продольном направлении) для грузов, размещенных с опорой на один вагон:

$$F^{пр}_{гр} = Q_{гр} \times \mu;$$

Сила трения при втором сочетании (в поперечном направлении) для грузов, размещенных с опорой на один вагон:

$$F^{n}_{гр} = Q_{гр} \times \mu \times (1000 - a_в),$$

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: $B_в = B_г - 2f_в$;
для частей груза, расположенных снаружи пятниковых сечений вагона (за пределами базы вагона) и смещающихся наружу кривой: $B_н = B_г - 2f_н$,
$B_г$ – ширина габарита погрузки на данной высоте от головки рельса, мм;
$f_в$ – ограничение ширины груза с учетом его смещения внутрь кривой, мм;
$f_н$ – ограничение ширины груза с учетом его смещения наружу кривой, мм.

$$f_в = \frac{500}{R}(\ell_в - n_в) \times n_в - 105; \qquad f_н = \frac{500}{R}(\ell_в + n_н) \times n_н - 105 + K;$$

500 – коэффициент, 105 – часть уширения габарита приближения строений и междупутий в расчетной кривой; R – радиус расчетной кривой, м;
К – дополнительное смещение, мм, концевых сечений груза вследствие перекоса вагона в рельсовой колее, для вагонов на тележках ЦНИИ-Х3:

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

$\ell_в$ – база вагона, $n_в$ – расстояние от рассматриваемой части груза, расположенной за пределами базы вагона, до ближайшего пятникового сечения вагона, $n_н$ – расстояние от рассматриваемой части груза, расположенной за пределами базы вагона, до ближайшего пятникового сечения. Для грузов, имеющих одинаковые поперечные размеры по всей длине: $n_в = 0{,}5\ell_в$; $n_н = 0{,}5(L - \ell_в)$, 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	Наволодский				Гипротранспуть		
Рук. гр.	Гуревич						
Ст. инж.	Кабанов						

7. Высота общего ЦТ вагона с грузом:

$$h_{цт} = \frac{Q'_{гр} \times h'_{цт} + Q^2_{гр} \times h^2_{цт} + \cdots + Q^n_{гр} \times h^n_{цт} + Q_т \times h_в}{Q'_{гр} + Q^2_{гр} + \cdots + Q^n_{гр} + Q_т},$$

$Q'_{гр}, Q^2_{гр}, \ldots Q^n_{гр}$ – вес единицы груза, кг; $Q_т$ – тара вагона, кг; $h'_{цт}, h^2_{цт}, \ldots h^n_{цт}$ – высота ЦТ груза над уровнем верха головки рельсов, мм (УГР); $h_в$ – высота ЦТ порожнего вагона, мм.

8. Поперечная устойчивость груженого вагона:

$$\frac{P_ц + P_в}{P_с} \leqslant 0{,}5,$$

$P_с$ – статическая нагрузка от колеса на рельс, т

$$P_с = \frac{1}{n_к}\left[n_в \times Q_т + Q_{гр} \times \left(1 - \frac{b - b_о}{S + 0{,}5 f_{ок}}\right)\right];$$

$n_к$ – числа колес грузонесущих вагонов; b – поперечное смещение ЦТ груза от вертикальной плоскости, в которой лежит продольная ось вагона, м, $b_о$ – дополнительное поперечное смещение ЦТ длинномерного груза на сцепе при прохождении кривых, м; $f_{ок}$ – увеличение ширины опорного контура вагонов сцепа при прохождении кривых расчетного радиуса.

$P_ц$ – дополнительная вертикальная нагрузка на колесо от действия центробежных сил, тс.

$P_в$ – дополнительная вертикальная нагрузка на колесо от действия ветровой нагрузки, тс.

$$P_ц + P_в = \frac{2}{n_к \times (2S + f_{ок})}\left[0{,}075\,(n_в \times Q_т + Q_{гр}) \times H_{цт} + W \times h + n_в p - q\right],$$

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; p – коэффициент, тм, учитывающий ветровую нагрузку на кузов и тележки грузонесущих вагонов и поперечное смещение ЦТ груза за счет деформации рессор; q – коэффициент, тм, учитывающий увеличение ширины опорного контура вагонов сцепа и смещение ЦТ длинномерного груза при прохождении кривых участков пути.

9. Продольное усилие, воспринимаемое креплением: $\Delta F_{пр} = F_{пр} - F^{пр}_{тр}$;

Поперечное усилие, воспринимаемое креплением: $\Delta F_п = n(F_п + W_п) - F^п_{тр}$, 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:

$$R^{пр}_р = \frac{\Delta F^р_{пр}}{n^{пр}_р\,(M \times \sin\alpha + \cos\alpha \times \cos\beta_{пр})},$$

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:

$$R^п_р = \frac{\Delta F^р_п}{n^п_р\,(M \times \sin\alpha + \cos\alpha \times \cos\beta_п)},$$

$n^{пр}_р, n^п_р$ – количество растяжек, работающих одновременно в одном направлении; α – угол наклона растяжки к полу вагона; $\beta_{пр}, \beta_п$ – углы между проекцией растяжки на горизонтальную плоскость и продольной и поперечной осями вагона.

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

$$n_{гв} = \frac{\Delta F^б_{пр}}{n^{пр}_б \times R_{гв}};$$

Количество гвоздей для крепления бруска, расположенного поперек вагона:

$$n_{гв} = \frac{\Delta F^б_п}{n^{пр}_б \times R_{гв}},$$

$n^{пр}_б, n^п_б$ – количество упорных или распорных брусков, одновременно работающих в одном направлении; $R_{гв}$ – допускаемая нагрузка на один гвоздь;

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

$$R_{об} = \frac{\Delta F^{об}_{пр}}{2 \times n_{об} \times M \times \sin\alpha},$$

$n_{об}$ – количество обвязок.

13. Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль вагона:

$$h_{пр} = \frac{\ell^о_{пр}}{(h_{цт} - h^{пр}_у)} \geqslant 1{,}25$$

$\ell^о_{пр}$ – 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; $h^{пр}_у$ – высота продольного упора от пола вагона или плоскости подкладок, мм.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек вагона:

$$\eta_n = \frac{Q_{zp} \times b_n^o}{F_n(h_{ut} - h_y^n) + W_n \times (h_{mn}^n - h_y^n)} \geqslant 1{,}25$$

h_y^n – высота поперечного упора от пола вагона или плоскости подкладок, мм; h_{mn}^n – 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:

$$n_{gv} = \frac{Q_{ep}(ctg\alpha - M)}{n_6^{np} \times R_{gv}}.$$

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

$$n_{gv} = \frac{Q_{ep}(ctg\alpha - M)}{n_6^{np} \times R_{gv}}$$

15. Высота подкладок при перевозке длинномерных грузов:

$$h_o = a_n \times tg\gamma + h_n + f_g + h_3 + h_6;$$

a_n – расстояние от возможной точки касания груза с полом вагона до оси крайней колесной пары грузонесущего вагона, мм;
γ – угол между продольными осями груза и вагона сцепа, тангенс которого принимается по таблице 27 ТУ.
h_n – разность в уровнях полов смежных вагонов сцепа, мм;
h_3 – предохранительный зазор, мм;
f_g – упругий прогиб груза, мм;
h_6 – высота торцевого порога полувагона, мм;

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

$$b_o \geqslant \frac{2(1{,}25 N_o M \times h_o - P_y \times h_y)}{N_o}$$

N_o – 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

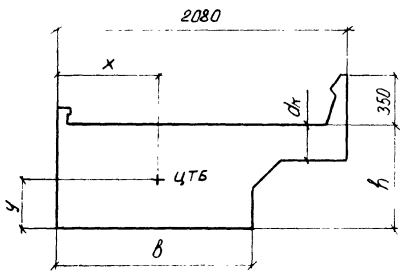
№№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
I	2	3	4
I	2539-0I.0I.0I.	Ж.-б. плитные пролетные строения / проект инв. №557/II /. Основные характеристики блоков.	8
2	2539-0I.0I.02.	Ж.-б. плитные пролетные строения / проект инв. № 557/II /. Закладные детали для закрепления блоков на ж.-д. платформе.	9÷10
3	2539-0I.02.0I.	Размещение и крепление блоков плитного пролетного строения ℓ_n= 9,85 / 9,3 /м на ж.-д. платформе.	11÷15
4	2539-0I.03.0I.	Размещение и крепление блока плитного пролетного строения ℓ_n= I2,2 / II,5 /м на ж.-д. платформе.	16÷19
5	2539-0I.04.0I.	Размещение и крепление блока плитного пролетного строения ℓ_n= I3,5м на ж.-д. платформе.	20÷23
6	2539-0I.05.0I.	Размещение и крепление блока плитного пролетного строения ℓ_n= I4,3м на ж.-д. платформе.	24÷27

		2539-01.00.00
Нач.отд	Грабовский	
ГИП	Грабовский	Состав раздела 1
Норм.кон.	Наволоцкий	
Рук.груп.	Гуревич	
Инженер	Ходь	

Литер	Лист	Листов
РП	1	1

Гипротранспуть

Основные характеристики блоков плитных пролётных строений ℓ_n = 9,3 – 14,3 м



N п/п	Полная длина ℓ_n м	Высота блока h см	Ширина плиты в см	Толщина консоли d см	Положение ц.т. блока x мм	Положение ц.т. блока y мм	Вес блока с изоляцией т
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

Нач отд	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		
Н контр.	Новолодский		
Рук группы	Гуревич		
Инженер	Титова		

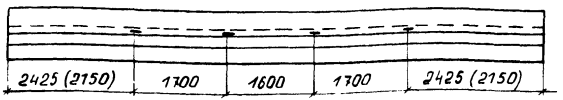
2539-01.01.01.

Ж.-б. плитные пролётные строения (проект инв. №557/11). Основные характеристики блоков.

Литер	Лист	Листов
РП	1	1

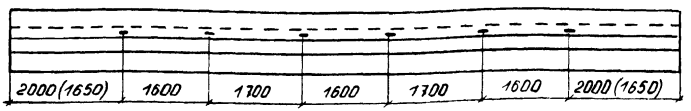
Гипротранспуть

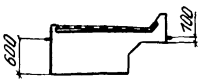
$\ell_п$ = 9,85м (9,3 м)



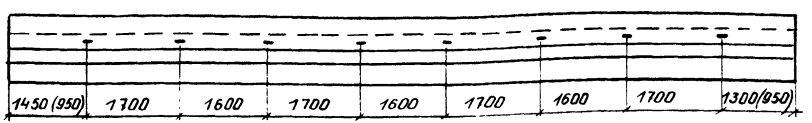


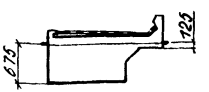
$\ell_п$ = 12,2м (11,5 м)





$\ell_п$ = 14,3 (13,5 м)





Ведомость закладных деталей на один блок

Полная длина блока пролётного строения м	ЗД-1 при металлической опалубке			ЗД-2 при деревянной опалубке		
	Колич.	Масса, кг		Колич.	Масса, кг	
	шт.	ед	общ.	шт.	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 пролётных строений используется один из типов закладных деталей — ЗД-1 или ЗД-2.
Конструкцию закладных деталей см на листе № 2.

Нач.отд.	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		
Н.контр	Новолодский		
Рук.группы	Гуревич		
Инженер	Гитова		

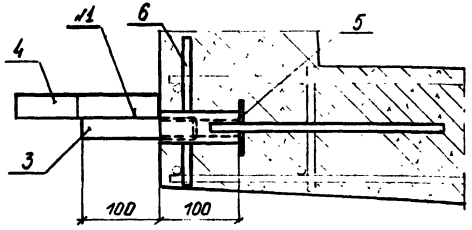
2539-0101.02.

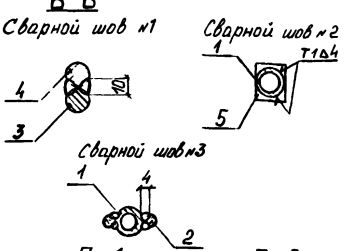
Ж.-д. плитные пролетные строения (проект инв. № 557/11). Закладные детали для закрепления блоков на ж.-д. платформе.

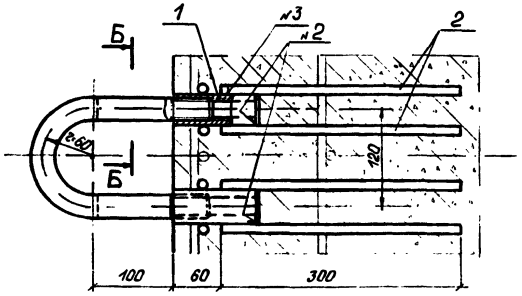
Литер	Лист	Листов
РП	1	2

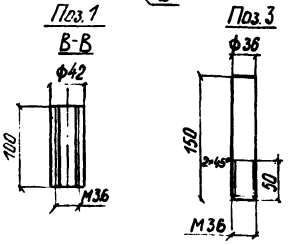
Гипротранспуть

Конструкция закладной детали ЗД-1 при бетонировании блока в металлической опалубке



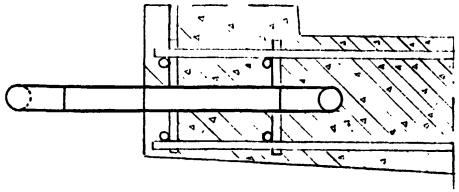


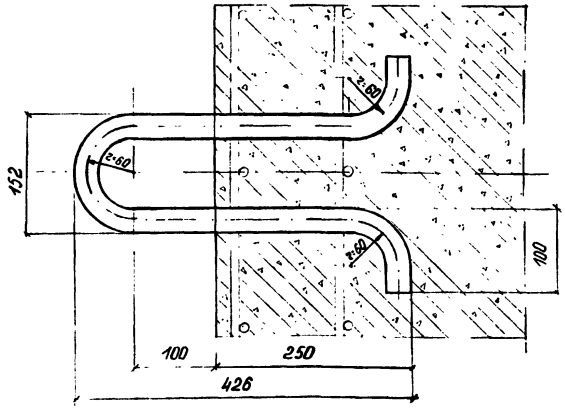






Конструкция закладной детали ЗД-2 при бетонировании блока в деревянной опалубке.



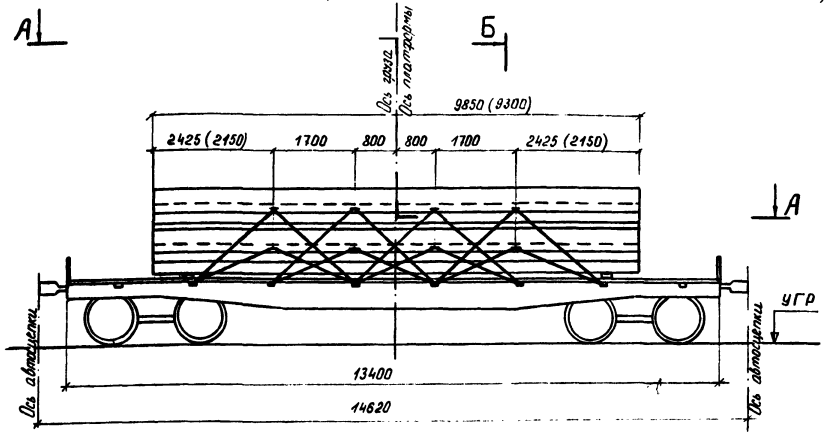


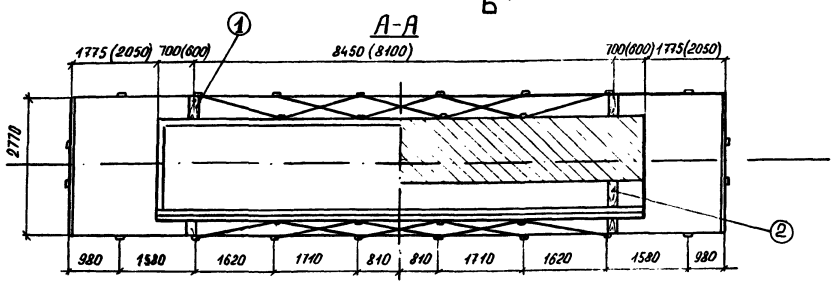
1. Стержни №6 приварить по месту.
2. Все размеры даны в мм.

Спецификация металла

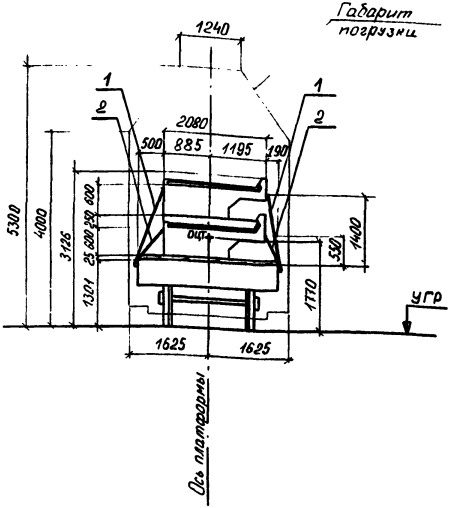
Марка	№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал Обычное исполнение	Материал Северное исполнение	Прим.
ЗД-1	1	Труба	Тр.42×5	100	2	0,41	0,82	Сталь Ст20 по ГОСТ 1050-74	09Г2С по ГОСТ 19282-73	ГОСТ 8732-78
	2	Стержень	12 А II	300	4	0,27	1,08	ВСт5сп2 по ГОСТ 380-71*	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 19281-73	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	ВСт5сп2 по ГОСТ 380-71*	Сталь 10ГТ	ГОСТ 5781-75
	Итого со сварными швами:						7,7			
ЗД-2	—	Петля	32 А I	1040	1	6,56	6,6	ВСт3сп2 по ГОСТ 380-71*	ВСт3сп2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5781-75

Фасад (продольные борта платформы условно не показаны)





Б-Б



1. Все размеры даны в мм
2. Размеры в скобках даны для пролётного строения $L_п$=9,3м

Условные обозначения:

1 — металл

① — дерево

Нач.отд.	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		
Норм.контр.	Новолодский		
Конструктор	Гуревич		
Инженер	Титова		

2539-01.02.01.

Размещение и крепление блоков плитного пролётного строения $L_п$=9,85(9,3)м на ж.-д. платформе.

Литер	Лист	Листов
РП	1	5

Гипротранспуть

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм	Величина	
			Блок $\ell_п$=9,85г.	Блок $\ell_п$=9,3
1	База груза	мм	8450	8100
2	Высота ц.т блока относительно низа блока	мм	402	402
3	Высота общего ц.т 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 ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0	0
7	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0	0

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим
1	Растяжка из проволоки	6 ф 6	1410	16	3,73	59,1	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
2	— " — " —	6 ф 6	1160	16	2,57	41,1		
	Гвоздь	d=4	10	20	0,01	0,2	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75, ГОСТ 4028-63
	Итого металла:					92		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объём, м³ ед.	Объём, м³ общ.	Материал	Прим
①	Подкладка	20×2,5	277	2	0,014	0,03	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 9486-60**
2	Прокладка	20×20	190	2	0,076	0,15		
	Итого лесоматериалов:					0,2		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на $4\frac{X}{}$ -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-Х3.
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", 1981г.

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 - 0,402м
Положение ЦТ от низкого бортика блока по горизонтали — 0,885 м

II Характеристика платформы

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

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР

$$h_{общ} = \frac{Q^{o}_{гр} \cdot h_{гр} + Q_{пл} \cdot h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} = \frac{2 \cdot 27,9 \cdot (1,301 + 0,025 + 0,927) + 22 \cdot 0,8}{2 \cdot 27,9 + 22} = 1,77 м < 2,3 м$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{пл} + S_{гр} = 13 + 9,85 \times 1,80 = 13 + 17,7 = 30,7 м^2 < 50 м^2$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена

IV Определение усилий, действующих на верхний блок

1ое сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F'_{пр} = a_{пр} \cdot Q_1 = 1,023 \times 27,9 = 28,5$ тс

$$a_{пр.} = a_{вв} - \frac{Q^{o}_{гр} \cdot (a_{вв} - a_{в5})}{63} = 1,2 - \frac{55,8 \cdot (1,2 - 1,0)}{63} = 1,023 \text{ тс/т}$$

$a_{пр.}$ — удельная величина продольной инерционной силы

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

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

Продольное усилие, передающееся на крепление

$$\Delta F'_{пр.} = F_{пр} - F^{пр}_{тр.}{}' = 28,5 - 15,3 = \underline{13,2 \text{ тс}}$$

2ое сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F'_{п} = a_{п} \cdot Q_1 = 0,33 \cdot 27,9 = 9,2$ тс

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

Вертикальная инерционная сила: $F'_{в} = a_{в} \cdot Q_1 = 0,288 \cdot 27,9 = 8,0$ тс

$$a_{в(100)} = 250 + \kappa \cdot \ell_{гр} + \frac{2140}{Q^{o}_{гр}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{55,8} = 288 \text{ кгс/т}$$

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

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

$\ell_{гр} = 0$ — расстояние от $ЦТ_{гр}$ до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы

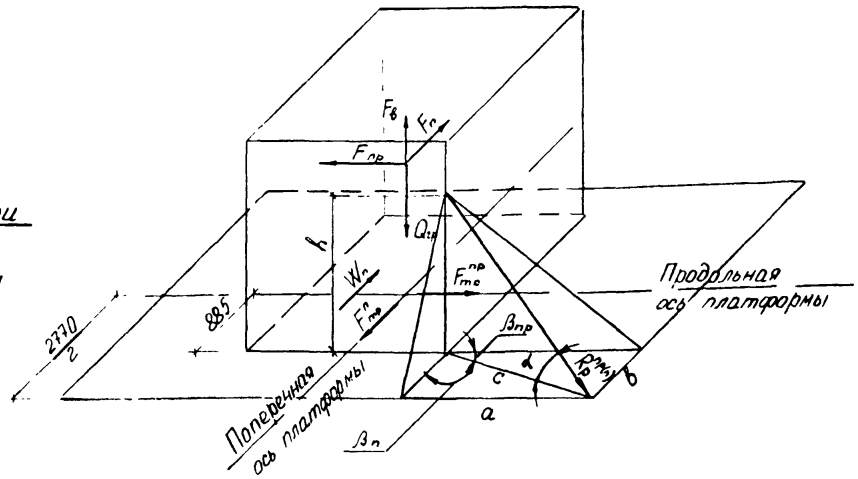
Сила трения: $F^{п}_{тр}{}' = Q_1 \cdot \mu_1 \cdot (1000 - a_{в}) = 27,9 \cdot 0,55 \cdot (1,0 - 0,288) = 10,9$ тс

Ветровая нагрузка: $W'_{п} = 50 \cdot S_{п} = 0,05 \times 9,85 \times 0,95 = 0,47$ тс

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F'_{п} = n \cdot (F'_{п} + W'_{п}) - F^{п}_{тр}{}' = 1,25 \cdot (9,2 + 0,47) - 10,9 = \underline{1,2 \text{ тс}}$$

V Определение усилий в растяжках



Усилие в растяжке от 1ого сочетания сил:

$$R^{пр}_{р} = \frac{\Delta F'_{пр}}{n^{пр}_{р} (\mu_1 \sin\alpha_1 + \cos\alpha_1 \cos\beta_{пр})}$$

$n^{пр}_{р} = 8$ — количество растяжек, работающих одновременно в одном направлении

$tg\,\beta_п = \frac{a}{b} = \frac{1,61}{0,5} = 3,22 \rightarrow \beta_п = 72°45'$

$b = \frac{2,770}{2} - 0,885 = 0,50$м

$a = 1,61$м — наименьшая проекция растяжки на продольную ось

$\beta_{пр} = 90° - 72°45' = 11°15'$

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

$tg\,\alpha_1 = \frac{h_1}{c} = \frac{1,4}{1,69} = 0,8284 \rightarrow \alpha = 39°38'$

$\sin\alpha_1 = \sin 39°38' = 0,6378$

$\cos\alpha_1 = \cos 39°38' = 0,7701$

$\cos\beta_{пр} = \cos 11°15' = 0,9550$

$\cos\beta_п = \cos 72°45' = 0,2966$

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

Усилие в растяжке от 2 ого сочетания сил:

$$R_p^{n'} = \frac{\Delta F_n^{e'}}{n_p^n \cdot (\mu_1 \sin\alpha_1 + \cos\alpha_1 \cos\beta_n)}$$

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

Принято: растяжки из проволоки ф6,0 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

1ое сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{np}'' = a_{np} \cdot Q_{2p}^o = 1,023 \cdot 55,8 = 57,1\ тс$

$Q_{up}^o = Q_1 + Q_2 = 27,9 + 27,9 = 55,8\ т$ – общий вес груза

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

$$F_{mp}^{np\,n''} = (Q_{up}^o + R_p^{np} \cdot 2 \cdot n_p^n \cdot \sin\alpha) \cdot \mu_2 = (55,8 + 1,52 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,6378) \cdot 0,45 = 32,1\ тс$$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

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

2ое сочетание сил

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

Вертикальная инерционная сила: $F_B'' = a_B \cdot Q_{up}^o = 0,288 \cdot 55,8 = 16,1\ тс$

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

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

Ветровая нагрузка: $W_n'' = 50 \cdot S_n = 0,05 \cdot 9,85 \cdot 1,8 = 0,89\ тс$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

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

VII Определение креплений нижнего блока к платформе

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

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

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

$$tg\,\alpha_2 = \frac{h_2}{c} = \frac{0,55}{1,69} = 0,3254 \rightarrow \alpha_2 = 18°02'$$

$\sin\alpha_2 = \sin 18°02' = 0,3096$

$\cos\alpha_2 = \cos 18°02' = 0,9509$

$\cos\beta_{np} = \cos 17°15' = 0,9550$

$\cos\beta_n = \cos 72°45' = 0,2966$

$$R_p^{np\,n''} = \frac{11,8}{8 \cdot (0,45 \cdot 0,3096 + 0,9509 \cdot 0,9550)} = \frac{11,8}{8,4} = \underline{1,4\ тс}$$

Нескомпенсированное поперечное усилие: $\Delta F_n^{H} = \Delta F_n'' - \Delta F_n' = 5,4 - 1,2 = \underline{4,2\ тс}$

Усилие в растяжке в поперечном направлении (от 2 ого сочетания сил):

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

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

Принято: растяжки из проволоки d=6,0мм 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: $\sigma_c = \frac{N_o^{np\,n'}}{S_o}$

$$N_o^{np\,n'} = \frac{Q_{up}^o + R_p^{n'} \cdot 2 \cdot n_p^n \cdot \sin\alpha_1 + R_p^{np\,n''} \cdot 2 \cdot n_p^{np} \cdot \sin\alpha_2}{2} = \frac{55,8 + 1,52 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,6378 + 1,4 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,3096}{2} = \frac{55,8 + 15,5 + 6,9}{2} = 39,1\ тс$$

$S_o = 130 \cdot 20 = 2600\ см^2$

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

Напряжение смятия подкладки по 2 ому сочетанию сил

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

$$N_o^{n'} = \frac{Q_{up}^o + R_p^{n'} \cdot 2 \cdot n_p^n \cdot \sin\alpha_1 + R_p^{n\,n''} \cdot 2 \cdot n_p^n \cdot \sin\alpha_2}{2} = \frac{55,8 + 0,26 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,6378 + 1,24 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,3096}{2} = \frac{55,8 + 2,6 + 6,1}{2} = 32,25\ тс$$

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

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

VIII Расчёт прокладок по смятию

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

$$N_o^{np\,n''} = \frac{Q_1 + R_p^{np'} \cdot 2 \cdot n_2^{np} \cdot \sin\alpha_1}{2} = \frac{27,9 + 1,52 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,6378}{2} = \frac{27,9 + 15,5}{2} = 21,7\ тс$$

$S_o = 130 \cdot 20 = 2600\ см^2$

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

Напряжение смятия прокладки по 2 ому сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_3^{n''} + F_B^{n''}}{S_o}$$

$N_o'' = \frac{Q_1 + R_p' \cdot 2 \cdot n_2^o \cdot \sin\alpha_1}{2} = \frac{27,9 + 0,26 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,6378}{2} = \frac{27,9 + 2,6}{2} = 15,25$ тс

$F_в'' = \frac{F_в'}{2} = \frac{8,0}{2} = 4,0$ тс

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

IX Проверка устойчивости груза вдоль платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы: $\eta_{пр} = \frac{\ell_{пр}^o}{h_{цт} - h_y^{пр}} = \frac{4,225}{0,827} = 5,1 > [1,25]$

$\ell_{пр}^o = \frac{9,85 - 2 \cdot 0,7}{2} = \frac{8,45}{2} = 4,225$

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

$h_y^{пр} = 0$

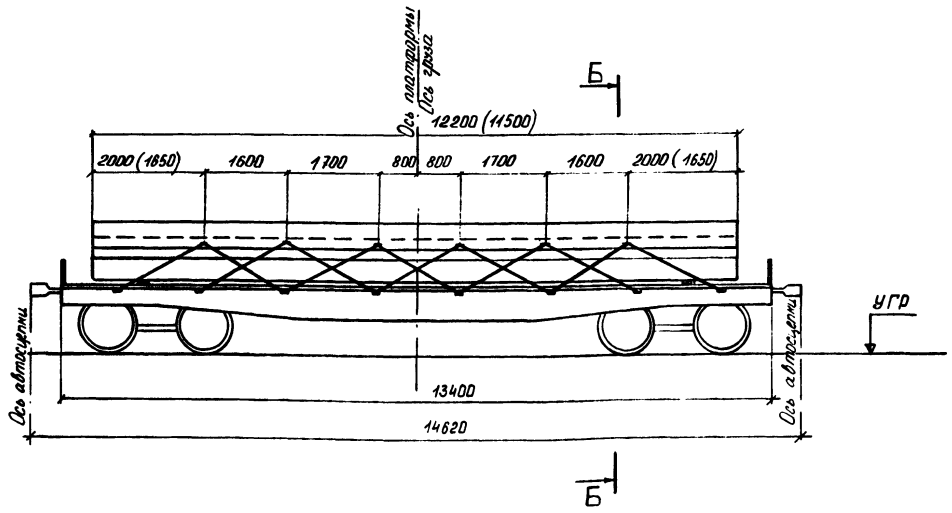
X Проверка устойчивости груза поперёк платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперёк платформы $\eta_п = \frac{Q_{гр}^o \cdot b_п^o}{F_п''(h_{цт} - h_y'') + W_п''(h_{пп}^o - h_y'')} = \frac{55,8 \cdot 0,415}{18,4 \cdot 0,827 + 0,89 \cdot 0,9} = \frac{23,2}{16,0} = 1,45 > [1,25]$

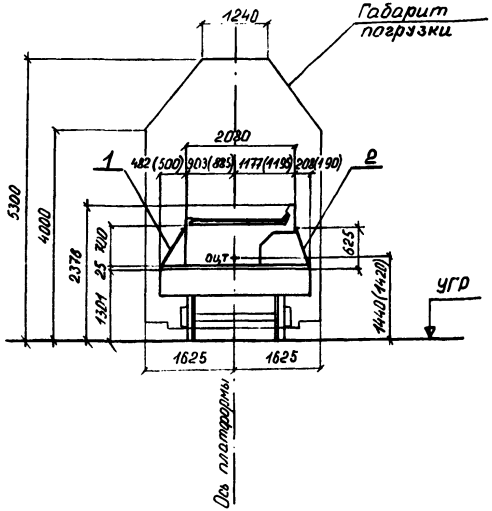
$b_п^o = 1,3 - 0,885 = 0,415$ м $\quad h_y'' = 0 \quad h_{пп}^o = \frac{0,6 \cdot 0,25 + 0,95}{2} = \frac{1,8}{2} = 0,9$ м

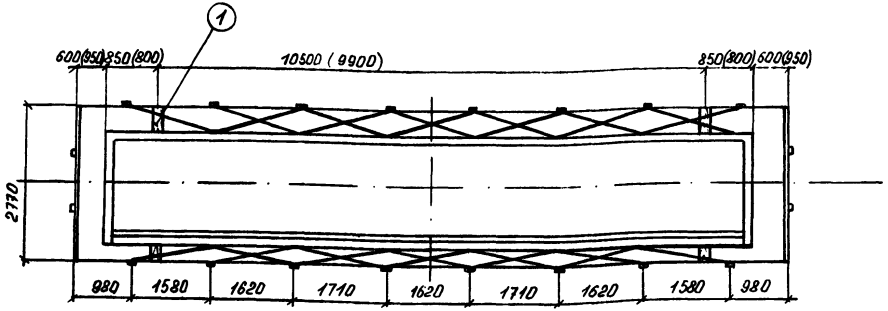
Подкладка пришивается к полу платформы 10 мм гвоздями $d = 4$ мм $\ell = 100$мм, поставленными конструктивно

Фасад (продольные борта платформы условно не показаны)



Б-Б





1 Все размеры даны в мм

2. Размеры в скобках даны для пролётного строения l_p=11,5 м

				2539-01.03.01.		
Нач.отд	Гродзенский				Литер.	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский			Размещение и крепление блока плитного пролётного строения l_p=12,2 (11,5) м на ж.д. платформе.	РП	1	4
Н.контр.	Новолодский				Гипротранспуть		
Рук.группы	Гуревич						
Инженер	Титова						

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина	
			Блок $\ell_п$=12,2 м	Блок $\ell_п$=11,5м
1	База груза	мм	10500	9900
2	Высота ц.т. блока относительно низа блока	мм	450	457
3	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно УГР	мм	1440	—
4	Вес груза (1 блок)	т	41,1	37,5
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 см	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим.
1	Растяжка из проволоки	8 ф 6	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 4028-63
Итого металла:						85		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Объём, м³ ед	Объём, м³ общ.	Материал	Прим.
(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^{X} -осной платформе блоков железобетонных плитных пролётных строений длиной 12,2м или 11,5м, изготовленных по типовому проекту №557/11.
   Платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.
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 350м 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", 1981г.

Расчёт к погрузке

I Характеристика груза

Груз — ж.б. блок пролётного 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 низкого 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:

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

$$h_{общ} = \frac{41{,}1 \times (1{,}301 + 0{,}025 + 0{,}450) + 22 \times 0{,}8}{41{,}1 + 22} = 1{,}44\ м < 2{,}3\ м$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$S \leq S_{пл} + S_n \leq 50\ м^2$ $\qquad S_n = 12{,}8\ м^2$

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

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

IV Определение усилий, действующих на груз.

1 ое сочетание сил

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

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q^{o}_{гр} \cdot (a_{22} - a_{65})}{63} = 1{,}2 - \frac{41{,}1 \times (1{,}2 - 1{,}0)}{63} = 1{,}070\ тс/т$$

Сила трения: $F^{пр}_{тр} = Q_{гр} \times \mu = 41{,}1 \times 0{,}45 = 18{,}5$ тс

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

Продольное усилие, передающееся на крепление:

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

2 ое сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_n = a_n \times Q_{гр} = 0{,}33 \times 41{,}1 = 13{,}6$ тс

$a_n = 0{,}33\ тс/т$ — по таблице

Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в \times Q_{гр} = 0{,}302 \times 41{,}1 = 12{,}4$ тс

$$a_{в(тех)} = 250 + K \cdot l_{гр} + \frac{2140}{Q^{o}_{гр}} = 250 + 5{\cdot}0 + \frac{2140}{41{,}1} = 302\ кгс/т$$

$K = 5$ — по табл. $\qquad l_{гр} = 0$

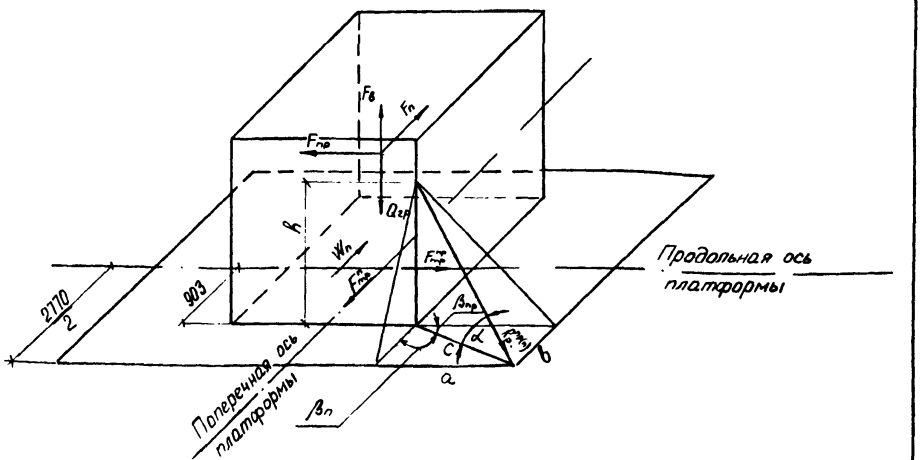
Сила трения: $F^{п}_{тр} = Q_{гр} \times \mu \times (1000 - a_в) = 41{,}1 \times 0{,}45 \times (1000 - 302) = 12{,}9$ тс

Ветровая нагрузка: $W_n = 50 \cdot S_n = 0{,}050 \times 12{,}2 \times 1{,}05 = 0{,}64$ тс

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F^{п} = n^{п} \cdot (F_n + W_n) - F^{п}_{тр} = 1{,}25 \times (13{,}6 + 0{,}64) - 12{,}9 = \underline{4{,}9\ тс}$$

V Определение усилий в растяжках



Усилие в растяжке от 1 ого сочетания сил:

$$R^{пр}_{р} = \frac{\Delta F_{пр}}{n^{пр}_{р} \cdot (\mu \cdot \sin\alpha + \cos\alpha \cdot \cos\beta_{пр})}$$

$\mu = 0{,}45$
$n^{пр}_{р} = 12$
$\sin\alpha = \sin 20°45' = 0{,}3543$
$\cos\alpha = \cos 20°45' = 0{,}9351$
$\cos\beta_{пр} = \cos 16°58' = 0{,}9565$
$\cos\beta_n = \cos 73°02' = 0{,}2918$

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

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

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

$\beta_{пр} = 90° - \beta_n = 90° - 73°02' = 16°58'$

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

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

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

Усилие в растяжке от 2-ого сочетания сил:

$$R_p^{п} = \frac{\triangle F_п}{n_p^{п} \cdot (\mu \cdot \sin\alpha + \cos\alpha \cdot \cos\beta_п)}$$

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

Принято: растяжки из проволоки ф 8,0 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:

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

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

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

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

Напряжение смятия подкладки по 2-ому сочетанию сил.

$$\sigma_c = \frac{N_0^{п} + F_в^{п}}{S_0} \leq [30 \text{ кгс/см}^2]$$

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

$$F_в^{п} = \frac{F_в}{2} = \frac{12,4}{2} = 6,2 \text{ тс} \qquad S_0 = 140 \cdot 20 = 2800 \text{ см}^2$$

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

Подкладка пришивается к полу платформы 10-ью гвоздями $d = 4$ мм $\ell = 100$ мм, поставленными конструктивно.

VII Проверка устойчивости груза от опрокидывания

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы: $\eta_{пр} = \frac{\ell_{пр}^{о}}{h_{цт} - h_y^{пр}} = \frac{5,25}{0,450} = 11,7 > [1,25]$

$\ell_o = \frac{12,2 - 2 \cdot 0,85}{2} = 5,25$ м $\qquad h_{цт} = 0,450$ м $\qquad h_y^{пр} = 0$

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперёк платформы: $\eta_п = \frac{Q_{гр} \cdot b_п^{о}}{F_п (h_{цт} - h_y^{п}) + W_п (h_{шп}^{п} - h_y^{п})} > [1,25]$

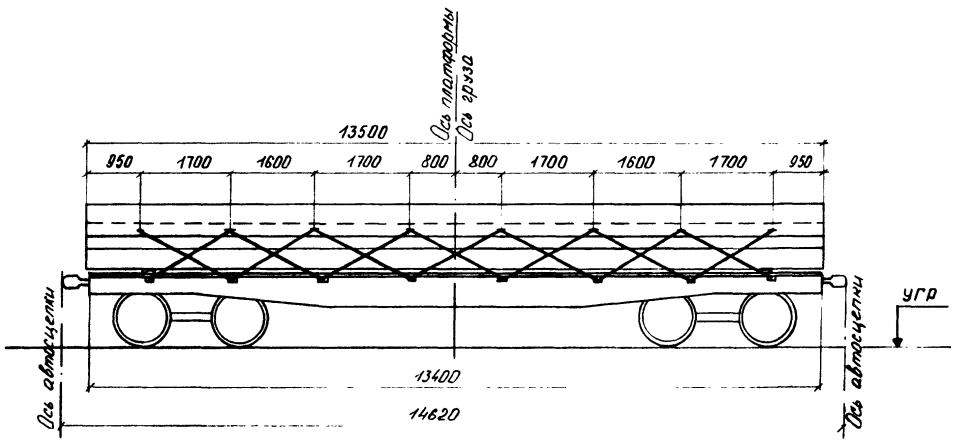
$b_п^{о} = 1,4 - 0,903 = 0,497$ м

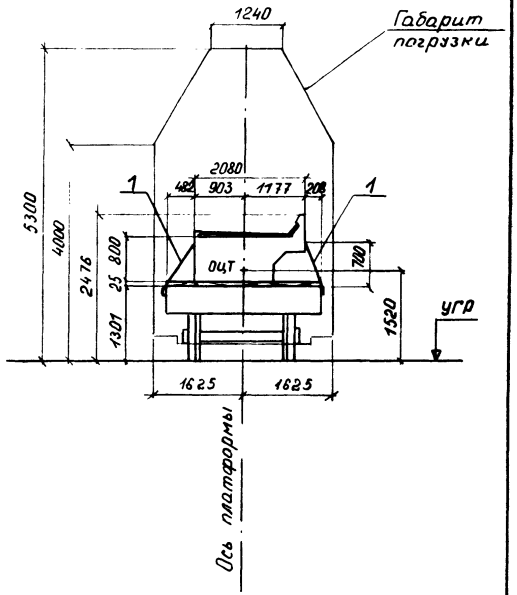
$h_{шп}^{п} = \frac{1,05}{2} = 0,525$ м

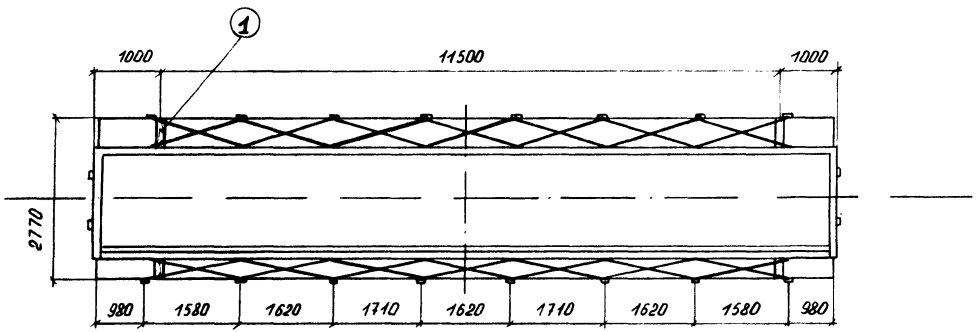
$h_y^{п} = 0$

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

Фасад (борта платформы условно не показаны).







				2539-01.04.01.		
Нач.отд	Гродзенский			Размещение и крепление блока плитного пролётного строения ℓ_n = 13,5 м на ж.д. платформе.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский				РП	1	4
Н.контр	Новолодский				Гипротранспуть		
Рук.группы	Гуревич						
Инженер	Титова						

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	51,4
5	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина проволоки см	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим.
1	Растяжка из проволоки	8 ф 6	1600	28	3,55	99,4	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 4028-63
Итого металла:						100		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объём, м³ ед.	Объём, м³ общ.	Материал	Прим.
(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.

I. В настоящем подразделе разработана перевозка на $4\frac{X}{}$ -осной платформе блока железобетонных плитных пролётных строений длиной I3,5м, изготовленных по типовому проекту №557/II.
Платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т, постройки с I965г. на тележках ЦНИИ-Х3.

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.
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", I98Iг.

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 — 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:

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

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

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

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

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

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена

IV Определение усилий, действующих на груз

1ое сочетание сил

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

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q^{o}_{гр}(a_{22} - a_{85})}{63} = 1{,}2 - \frac{51{,}4 \cdot (1{,}2 - 1{,}0)}{63} = 1{,}037\ тс/т$$

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

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

Продольное усилие, передающееся на крепление:

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

2ое сочетание сил

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

$a_{п} = 0{,}33$ тс/т — по таблице

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

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

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

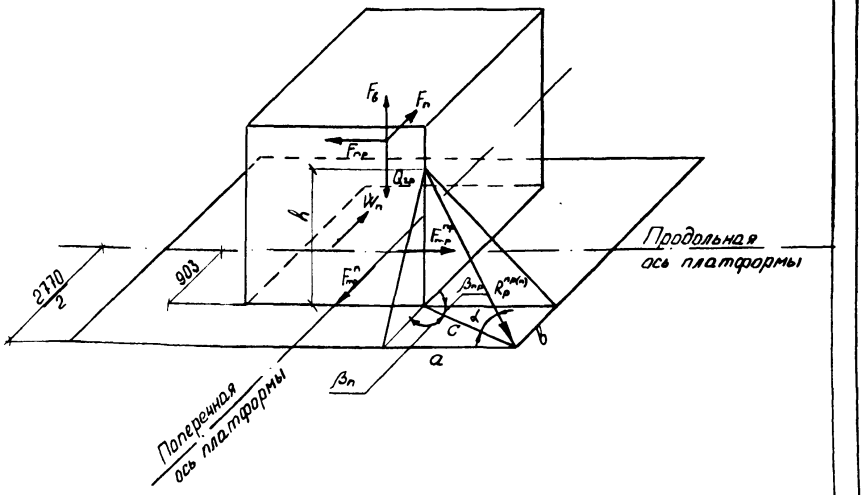
Сила трения $F^{п}_{тр} = Q_{гр} \cdot \mu \cdot (1000 - a_{в}) = 51{,}4 \cdot 0{,}45 \cdot (1000 - 292) = 16{,}4$ тс

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

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

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

V Определение усилий в растяжках



Усилие в растяжке от 1ого сочетания сил:

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

$tg\beta_п = \frac{a}{b} = \frac{1,58}{0,482} = 3,2780 \rightarrow \beta_п = 73°02'$

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

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

$\beta_{пр} = 90° - \beta_п = 90° - 73°02' = 16°58'$

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

$\mu = 0,45$

$n_p^{пр} = 14$

$\sin\alpha = \sin 22°59' = 0,3905$

$\cos\alpha = \cos 22°59' = 0,9206$

$\cos\beta_{пр} = \cos 16°58' = 0,9565$

$\cos\beta_п = \cos 73°02' = 0,2918$

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

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

Усилие в растяжке от 2ого сочетания сил:

$$R_p^{п} = \frac{\Delta F_{п}}{n_p^{п} \times (\mu \times \sin\alpha + \cos\alpha \times \cos\beta_п)}$$

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

Принято: растяжки из проволоки ф6,0мм 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:

$$\sigma_{см} = \frac{N_o^{пр}}{S_o} \leq [30 \text{ кгс/см}^2]$$

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

$S_o = 140 \times 20 = 2800$ см²

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

Напряжение смятия подкладки по 2^ому сочетанию сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_o^{п} + F_в^{п}}{S_o} \leq [30 \text{ кгс/см}^2]$$

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

$F_в^{п} = \frac{F_в}{2} = \frac{15}{2} = 7,5$ тс $S_o = 2800$ см²

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

Подкладка пришивается к полу платформы 10 гвоздями d=4мм ℓ=100мм, поставленными конструктивно.

VII Проверка устойчивости груза от опрокидывания

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы: $\eta_{пр} = \frac{\ell_{пр}^{о}}{h_{цт} - h_y^{пр}} = \frac{5,75}{0,504 - 0} = 11,4 > [1,25]$

$\ell_{пр}^{о} = \frac{13,5 - 2 \times 1,0}{2} = 5,75$ м $h_{цт} = 0,504$ $h_y^{пр} = 0$

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперёк платформы: $\eta_п = \frac{Q_{гр} \cdot B_п^{о}}{F_п \cdot (h_{цт} - h_y^{п}) + W_п (h_{нп}^{п} - h_y^{п})} \geq [1,25]$

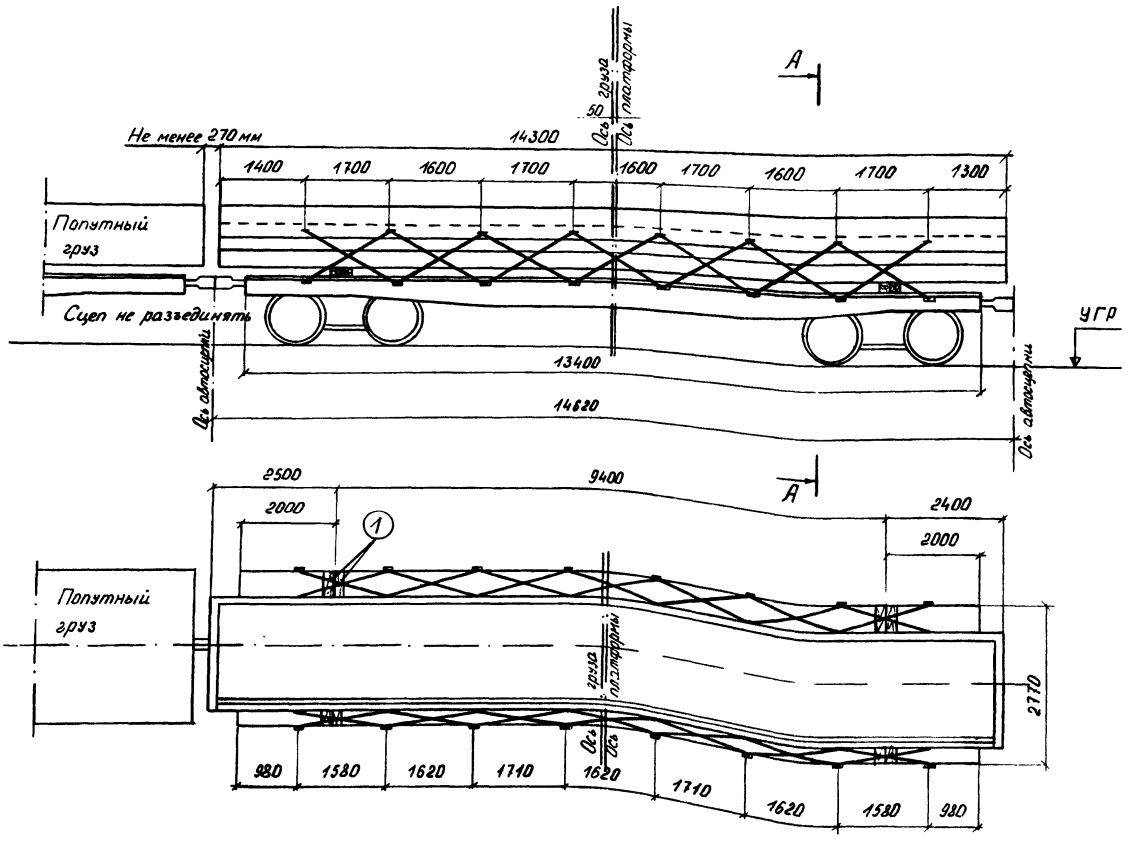
$B_п^{о} = 1,4 - 0,903 = 0,497$ м

$h_{нп}^{п} = \frac{1,15}{2} = 0,575$ м

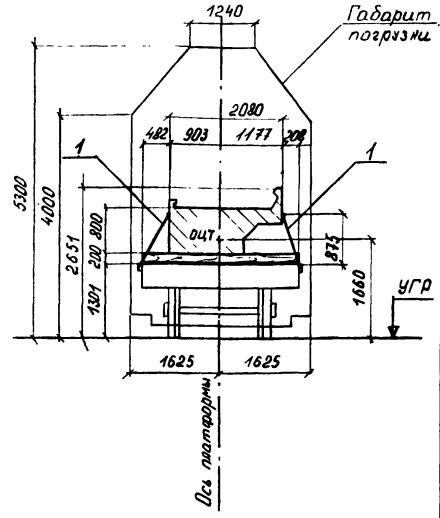
$h_y^{п} = 0$

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

Фасад (борта платформы условно не показаны)



А-А



Нач.отд.	Гродзенский			2539-01.05.01.	
ГИП	Гродзенский			Размещение и крепление блока плитного пролётного строения l_n=14,3 м на ж.-д платформе.	Литер. / Лист / Листов: РП / 1 / 4
Н.контр.	Наволодский				Гипротранспуть
Рук.группы	Гуревич				
Инженер	Титова				

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	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	54,4
5	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	50
6	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим.
1	Растяжка из проволоки	8 ф 6	1660	28	3,68	103,0	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
	Гвоздь	d=8	25	40	0,099	4,0	Ст 2 пс п. 380-71*	ГОСТ 283-75 ГОСТ 4028-63
Итого металла:						107		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объём, см³ ед.	Объём, см³ общ.	Материал	Прим.
(1)	Подкладка	20×20	277	4	0,111	0,44	Сосна, ель не ниже 3 сорта	ГОСТ 8486-66**
Итого лесоматериалов:						0,44		

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-Х3.
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.

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 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 Определение габаритности груза

Величина расчётного смещения конца груза наружу кривой при радиусе 350 м

$$f_н = \frac{500}{R}\cdot(\ell_в + n_п)\cdot n_п - 105 + K = \frac{500}{350}\cdot(9{,}72 + 2{,}34)\cdot 2{,}34 - 105 + 5 = 40 - 105 + 5 = -60\ мм$$

$\ell_в = 9{,}72$ м

$R = 350$ м

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

$L^* = 14{,}4$ м – фиктивная длина пролётного строения с учётом смещения относительно поперечной оси платформы

$$n_п = 0{,}5\cdot(L^* - \ell_в) = 0{,}5\cdot(14{,}4 - 9{,}72) = 2{,}34\ м$$

Ширина груза на кривой от оси пути $1177 + f_н = 1177\ мм < [1625\ мм]$

Следовательно, груз габаритен.

IV Определение высоты подкладок

$$h_о = a_п\cdot tg\gamma + h_п + f_г + h_з + h_в = 1440\cdot 0{,}025 + 100 + 0 + 25 + 0 = 161\ мм$$

$a_п = 1440$ мм
$tg\gamma = 0{,}025$
$h_п = 100$ мм
$f_г = 0$
$h_з = 25$
$h_в = 0$

Принято: высота подкладок $h_о = 200$ мм

V Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

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

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

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$S = S_{пл} + S_п \leq 50\ м^2$ $\qquad S_п = 14{,}3\cdot 1{,}15 = 16{,}4\ м^2$

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

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

VI Определение усилий, действующих на груз

1ое сочетание сил

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

$$a_п = a_{гг} - \frac{Q^0_{гр}\cdot(a_{гг} - a_{вз})}{63} = 1{,}2 - \frac{54{,}4\,(1{,}2 - 1{,}0)}{63} = 1{,}027\ тс/т$$

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

$\mu = 0{,}45$ – коэффициент трения деревянной подкладки по деревянному настилу платформы

Продольное усилие, передающееся на крепление:

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

2ое сочетание сил.

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

$$a_п = a_в + \frac{2(a_ш - a_в)}{\ell_в}\cdot\ell_{гр} = 0{,}33 + \frac{2\cdot(0{,}55 - 0{,}33)}{9{,}72}\cdot 0{,}05 = 0{,}332\ тс/т$$

Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в\cdot Q_ф = 0{,}29\cdot 54{,}4 = 15{,}8$ тс

$$a_в = 250 + K\cdot\ell_{гр} + \frac{2140}{Q^0_{гр}} = 250 + 5\cdot 0{,}05 + \frac{2140}{54{,}4} = 290\ кгс/т$$

$K = 5$ – по таблице $\qquad \ell_{гр} = 0{,}05$ м

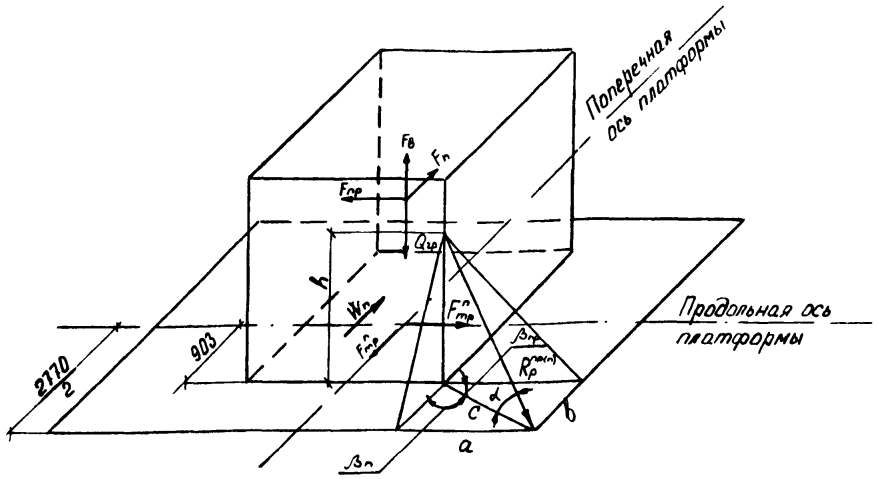
Сила трения: $F^{п}_{тр} = Q_{гр}\cdot\mu\cdot(1000 - a_в) = 54{,}4\cdot 0{,}45\cdot(1000 - 290) = 17{,}4$ тс

Ветровая нагрузка: $W_п = 50\cdot S_п = 0{,}05\cdot 16{,}4 = 0{,}82$ тс

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_п = n\cdot(F_п + W_п) - F^{п}_{тр} = 1{,}25\cdot(18{,}1 + 0{,}82) - 17{,}4 = \underline{6{,}3\ тс}$$

VII Определение усилий в растяжках



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

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

$tg\,\beta_п = \frac{a}{b} = \frac{1,58}{0,482} = 3,2780 \rightarrow \beta_п = 73°02'$

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

$b = \frac{2770}{2} - 903 = 0,482$ м

$\beta_{пр} = 90° - \beta_п = 90° - 73°02' = 16°58'$

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

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

$n_p^{пр} = 14$

$\mu = 0,45$

$\sin\alpha = \sin 27°56' = 0,4685$

$\cos\alpha = \cos 27°56' = 0,8834$

$\cos\beta_{пр} = \cos 16°58' = 0,9565$

$\cos\beta_п = \cos 73°02' = 0,2918$

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

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

$$R_p^{п} = \frac{\Delta F_п}{n_p^{п} \cdot (\mu \cdot \sin\alpha + \cos\alpha \cdot \cos\beta_п)}$$

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

Принято: растяжки из проволоки 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:

$$\sigma_{см} = \frac{N_o^{пр}}{S_o} \leq [30 \text{ кгс/см}^2]$$

$N_o^{пр} = N^Q + n_p^{пр} \cdot R_p^{пр} \cdot \sin\alpha = 27,5 + 74 \cdot 2,12 \cdot 0,4685 = 41,4$ тс

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

$S_o = 140 \cdot 20 = 2800$ см^2

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

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

$$\sigma_{см} = \frac{N_o^{п} + F_в^{п}}{S_o} \leq [30 \text{ кгс/см}^2]$$

$N_o^{п} = N^Q + n_p^{п} \cdot R_p^{п} \cdot \sin\alpha = 27,5 + 14 \cdot 0,95 \cdot 0,4685 = 27,5 + 6,2 = 33,7$ тс

$F_в^{п} = \frac{4,75 \cdot F_в}{9,4} = \frac{4,75 \cdot 15,8}{9,4} = 8,0$ тс – доля вертикальной инерционной силы, приходящаяся на наиболее загруженную подкладку.

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

Подкладка пришивается к полу платформы 10 гвоздями $d = 8$ мм $\ell = 250$ мм, поставленными конструктивно.

IX Проверка устойчивости груза от опрокидывания

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы: $\eta_{пр} = \frac{\ell_{пр}^{о}}{h_{цт} - h_y^{пр}} = \frac{4,65}{0,504 - 0} = 9,2 > [1,25]$

$\ell_{пр}^{о} = \frac{14,3}{2} - 2,5 = 4,65$ м $\quad h_{цт} = 0,504 \quad h_y^{пр} = 0$

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперёк платформы: $\eta_п = \frac{Q_{гр} \cdot b_п}{F_п \cdot (h_{цт} - h_y^{п}) + W_п \cdot (h_{нп}^{п} - h_y^{п})} \geq 1,25$

$b_п = 1,4 - 0,903 = 0,497$ м

$h_{нп}^{п} = \frac{1,15}{2} = 0,575$ м

$h_y^{п} = 0$

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

XI Определение ширины подкладки

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

$h_y = 0 \quad h_o = 200$ мм

Принято: каждая подкладка состоит из 2 брусьев 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
I	2539-02.0I.0I.	Ж.-б. ребристые пролетные строения / проект инв. № 557/II / Основные характеристики блоков.	29
2	2539-02.0I.02.	Ж.-б. ребристые пролетные строения / проект инв. № 557/II / Закладные детали для закрепления блоков на ж.-д. платформе.	30÷31
3	2539-02.02.0I.	Размещение и крепление блока ребристого пролетного строения ℓ_n= 9,85 / 9,3 /м на ж.-д. платформе.	32÷35
4	2539-02.03.0I.	Размещение и крепление блока ребристого пролетного строения ℓ_n= I2,2 / II,5 /м на ж.-д. платформе.	36÷39
5	2539-02.03.02.	Размещение и крепление блока ребристого пролетного строения ℓ_n= I2,2 / II,5 /м на ж.-д. платформе. Узел I.	40-41
6	2539-02.04.0I.	Размещение и крепление блока ребристого пролетного строения ℓ_n= I3,5м на ж.-д. платформе.	42÷45
7	2539-02.05.0I.	Размещение и крепление блока ребристого пролетного строения ℓ_n= I4,3м на ж.-д. платформе.	46÷49
8	2539-02.06.0I.	Размещение и крепление блока ребристого пролетного строения ℓ_n= I6,5м на ж.-д. платформе.	50÷53
9	2539-02.06.02.	Размещение и крепление блока ребристого пролетного строения ℓ_n= I6,5м на ж.-д. платформе. Узел I.	54÷55

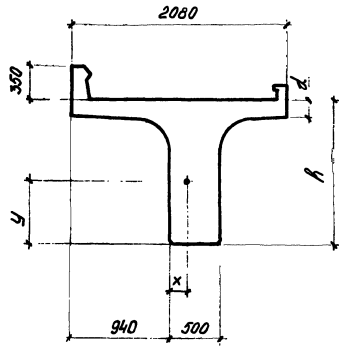
Нач.отд.	Гродзенский	
ГИП	Гродзенский	
Норм.конт.	Наволодский	
Рук.группы	Гуревич	
Инженер	Титова	

2539-02.00.00.

Состав раздела 2.

Литер	Лист	Листов
РП	1	1

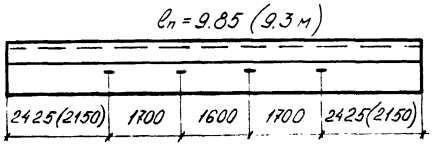
Гипротранспуть



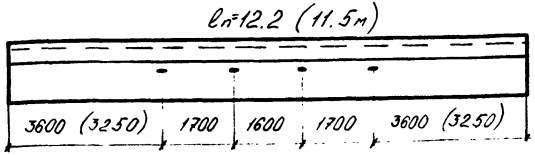
Основные характеристики ребристых пролетных строений с $l_n = 9.3 - 16.5$ м

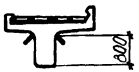
N п/п	Полная длина l_n м	Высота балки h см	Толщина консоли d см	Положение цт. балки x см	Положение цт. балки y см	Масса балки m
1	9.30	90	15	14.8	62.5	22.3
2	9.85	90	15	14.8	62.5	23.6
3	11.50	105	15	15.0	71.8	28.9
4	12.20	105	15	15.0	71.8	30.6
5	13.50	120	15	16.1	67.0	37.3
6	14.30	120	15	16.1	67.0	39.3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

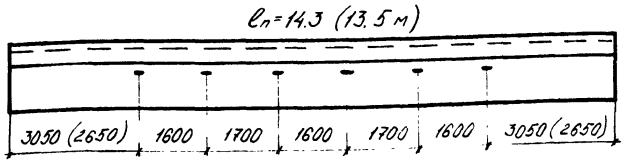
				2539-02.01.01			
Нач. отд.	Гродзенский			Ж.-б. ребристые пролётные строения (проект инв. № 557/11). Основные характеристики блоков.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский				РП	1	1
Н. контр.	Новоладский				Гипротранспуть		
Рук. груп.	Гуревич						
Инженер	Новь						



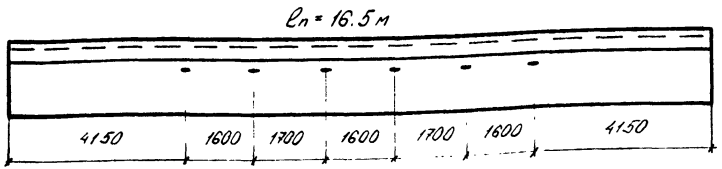


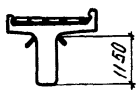












Ведомость закладных деталей на блок

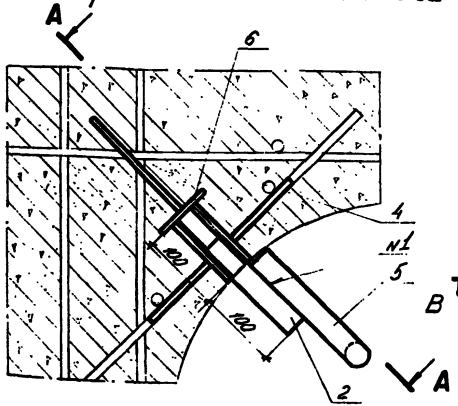
Полная длина блока пролетного строения м	при металлической опалубке ЗД-3			при деревянной опалубке ЗД-4		
	Кол. шт.	Масса, кг ед	Масса, кг общ.	Кол. шт.	Масса, кг ед	Масса, кг общ.
9.3	8	7.6	61	8	6,6	53
9.85	8	7,6	61	8	6,6	53
11.5	8	7.6	61	8	6,6	53
12.2	8	7.6	61	8	6,6	53
13.5	12	7.6	91	12	6,6	79
14.3	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 блоков ребристых пролётных строений используется один из типов закладных деталей — ЗД-3 или ЗД-4

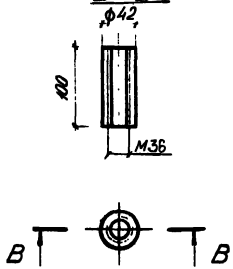
Конструкцию закладных деталей см на листе №2.

Нач. отд	Гродзенский		2539-02.01.02
ГИП	Гродзенский		Ж-б. ребристые пролётные строения (проект инв. № 557/11). Закладные детали для закрепления блоков на ж-д. платформе.
Н. контр.	Наволодский		Литер: РП; Лист: 1; Листов: 2
Рук. ерут	Гуревич		Гипротранспуть
Инженер	Надь		

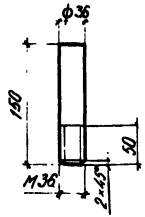
Конструкция закладной детали ЗД-3 при бетонировании блока в металлической опалубке.



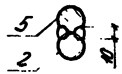
Поз. 1
В - В



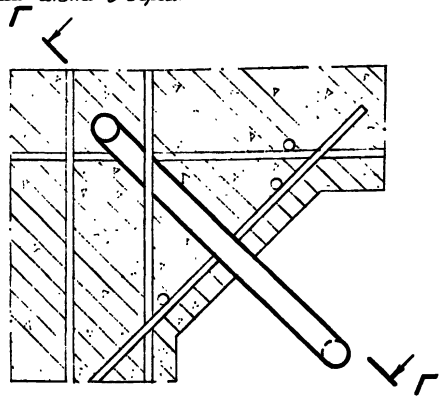
Поз 2



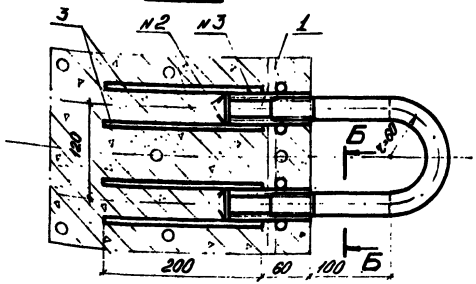
Б - Б
Сварной шов № 1



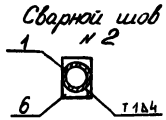
Конструкция закладной детали ЗД-4 при бетонировании блока в деревянной опалубке.



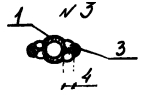
А - А



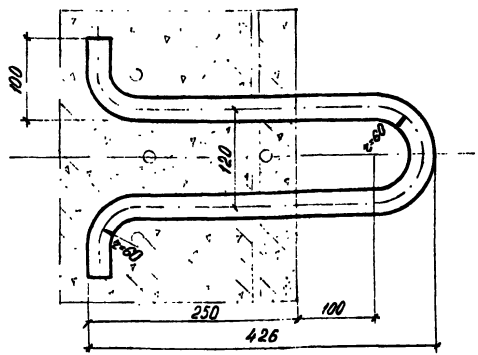
Сварной шов № 2



Сварной шов № 3



Г - Г



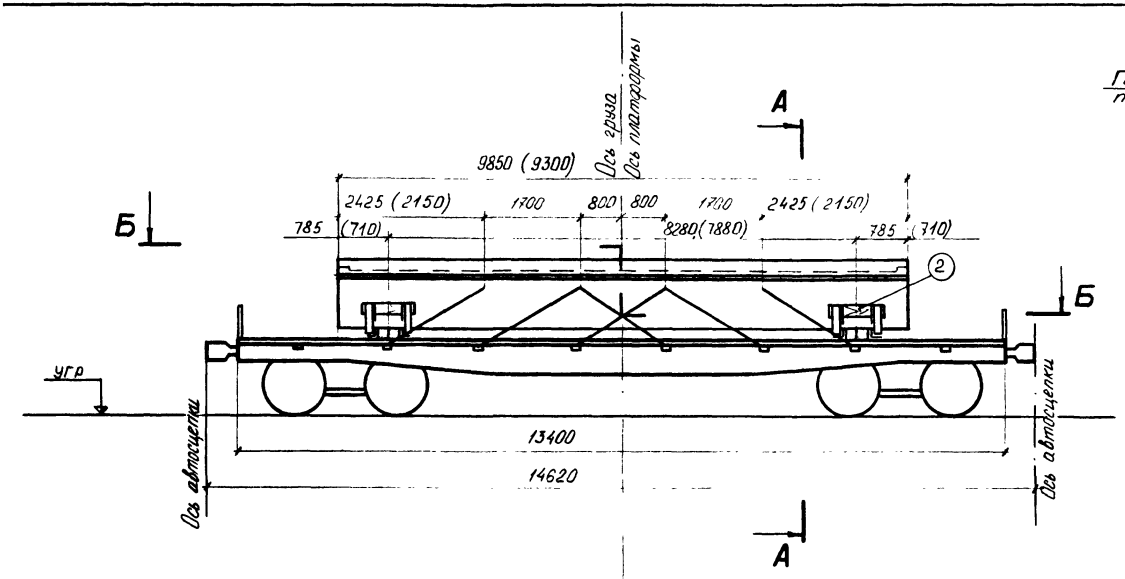
Спецификация металла

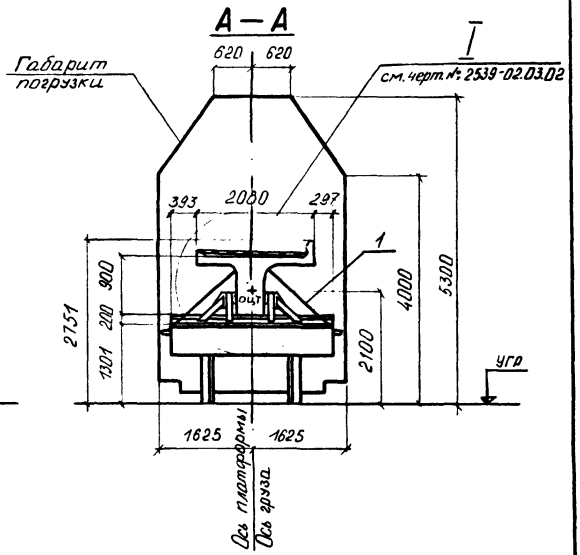
Марка	№№ поз	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал: Обычное исполнение	Материал: Северное исполнение	Прим.
ЗД-3	1	Труба с резьбой М 42	Тр 42×5	100	2	0.41	0.82	Сталь Ст20 по ГОСТ 1050-74	09Г2С по ГОСТ 19281-73	ГОСТ 8732-78
	2	Шпилька	36 А I	150	2	1,2	2,4	ВСт3 сп2 по ГОСТ 380-71*	Сталь 09Г2 по ГОСТ 19281-73	ГОСТ 2590-71
	3	Арматура	12 А II	200	4	0.18	0.72	ВСт5сп2 по ГОСТ 380-71	Сталь 10ГТ	ГОСТ 5781-75
	4	Стержень	12 А II	250	4	0.23	0.92			
	5	Петля	32 А I	390	1	2.46	2.46	ВСт3сп2 по ГОСТ 380-71*	ВСт3сп2 по ГОСТ 380-71*	
	6	Планка	-42×5	75	2	0.12	0.24	ВСт3 пс6 по ГОСТ 380-71*	ВСт3 сп2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 103-76
		Итого со сварными швами:					7,6			
ЗД-4	—	Петля	32 А I	1040	1	6,56	6,6	ВСт3сп2 по ГОСТ 380-71*	ВСт3сп2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5781-75

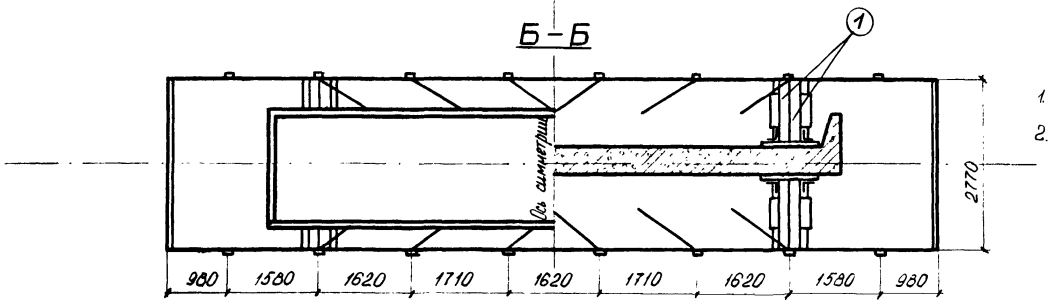
1. Стержни №4 приварить по месту.
2. Все размеры даны в мм.

2539-02.01.02.

Лист 2







1. Продольные борта платформы условно не показаны.
2. Размеры в скобках даны для пролётного строения $\ell_п = 9{,}3$ м.

				2539-02.02.01			
Нач. отд.	Гродзенский			Размещение и крепление блока ребристого пролётного строения $\ell_п = 9{,}85\,(9{,}3)$ м на ж.-д. платформе.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский				РП	1	4
Н. контр.	Новолодский				Гипротранспуть		
Рук. груп.	Гуревич						
Инженер	Ходь						

Характеристика схемы погрузки

N№ п/п	Наименование	Изм	Величина	
			Блок l_n=9,85м	Блок l_n=9,3м
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 УГР.	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

N№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг		Материал	Прим
					ед	общ		
1	Растяжка из проволок	8Ø65	13000	12	3.38	40.56	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
2	П-1	—	—	2	196	392,0		см черт. 2539-02.03.02
3	Болт строительный	М20	500	20	1613	32.26	болт, гайка АСт3сп4 Шайба: Ст3 ГОСТ 380-71*	
4	Гвоздь	d=8	250	40	0.099	3.96	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75, ГОСТ 4028-63
5	Гвоздь	d=4	100	16	0.01	0.16		
	Итого металла					469		

Спецификация лесоматериалов

N№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объём м³		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:					0.47		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на $4^{х}$-осной платформе блока железобетонного ребристого пролетного строения длиной 9,85м или 9,3м, изготовленного по типовому проекту №557/II.
   Платформа принята грузоподъёмностью 62-66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.
2. Блок устанавливается симметрично относительно поперечной оси платформы, при этом вертикальная плоскость, проходящая через центр тяжести блока, должна совпадать с продольной осью платформы.
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 борта платформы закрываются, а боковые 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 - 9.85м
Ширина блока - 2.08м
Высота блока - 0.9м
Вес блока - 23.6т
Положение ЦТ от подошвы блока-0.625м
Положение ЦТ от низкого бортика блока по горизонтали - 0.992м

Характеристика платформы

Платформа - четырехосная
База - 9.72м
Вес платформы - 22т
Положение ЦТ от УГР - 0.8м

Определение минимальной высоты подкладок

$h_n = a_n \times tg\gamma + h_n + f_r + h_3 + h_6 = 835 \times 0.025 + 25 = 46$ мм
$a_n = 835$мм ; $tg\gamma = 0.025$ $h_n = 0$ $f_r = 0$ $h_3 = 25$мм $h_6 = 0$

Принято: подкладки из бруса по высоте 200мм

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости

Навертенная поверхность четырехосной платформы с грузом не должна превышать 50м²

$S_{навертр} = S_{пл} + S_{гр}$
$S_{пов}$

$S_{пл} = 13 + [(0.9 + 0.35) \times 9.85] = 25.31 м^2 < 50 м^2$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР

$$h_{общ} = \frac{Q_{гр} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leqslant 2.3м \quad [\S 34\ ТУ]$$

$$h_{общ} = \frac{23.6 \times (1.301 + 0.2 + 0.625) + 22 \times 0.8}{23.6 + 22} = 1.49м < 2.3м$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

Определение усилий действующих на блок

1е сочетание сил

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

$a_{пр} = a_{гг} - \frac{Q_{гр}(a_{гг} - a_{дв})}{63}$ $a_{пр} = 1200 - \frac{23.6(1200 - 1000)}{63} = 1125$ кгс/т

$Q_{гр} = 23.6т$ $F_{пр} = 23.6 \times 1.125 = 26.55тс$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu$ $\mu = 0.45$ $F_{тр} = 23.6 \times 0.45 = 10.62тс$

Продольное усилие, передающееся на крепление

$\Delta F_{пр} = F_{пр.} - F_{тр}$ $\Delta F_{пр} = 26.55 - 10.62 = 15.93тс$

2е сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_n = Q_{гр} \times a_n$ $a_n = 0.33$ $F_n = 23.6 \times 0.33 = 7.79тс$

Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в \times Q_{гр}$ $F_в = 0.34 \times 23.6 = 8.02тс$

$$a_в = 250 + K_3 l_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} \quad a_в = 250 + 5 \times 0 + \frac{2140}{23.6} = 340 кгс/т$$

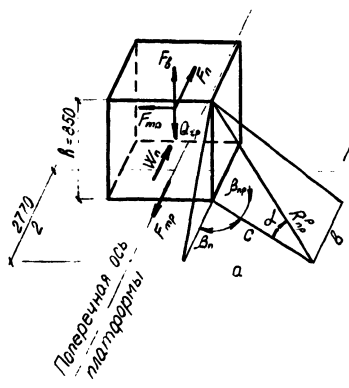
Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu (1000 - a_в)$ $F_{тр} = 23.6 \times 0.45 (1000 - 340) = 7.01тс$

Ветровая нагрузка: $W_n = 50 S_n$ $S_n = 1.25 \times 9.35 = 12.31 м^2$ $W_n = 50 \times 12.31 = 616$ кгс

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_n = n \times (F_n + W_n) - F_{тр}$ $n = 1.25$ $\Delta F_n = 1.25(7.79 + 0.616) - 7.01 = 3.5тс$

Определение усилий в растяжках



Усилие в растяжке от 1ого сочетания сил:

$$R^{пр}_{пр} = \frac{\Delta F^{1}_{пр}}{n_р (M \times Sin\alpha + Cos\alpha \times Cos\beta_{пр})}$$

а - наименьшая проекция растяжки на продольную ось

Продольная ось платформы

$tg\beta_n = \frac{a}{b} = \frac{1610}{1137} = 1.416$

$\beta_n = 54.77°$ $\beta_{пр} = 35.23°$

$C = \frac{a}{Sin\beta_n} = \frac{1610}{0.8168} = 1971$

$tg\alpha = \frac{h}{C} = \frac{650}{1971} = 0.4313$ $\alpha = 23.35°$

$Sin\alpha = 0.396$ $Cos\beta_n = 0.5769$

$Cos\alpha = 0.9182$ $Cos\beta_{пр} = 0.8168$

$$R^{1}_{пр} = \frac{15.93}{6 \times (0.45 \times 0.396 + 0.9182 \times 0.8168)} = \frac{15.93}{5.57} = 2.86тс$$

Усилие в растяжке от 2ого сочетания сил:

$$R^{2}_{п} = \frac{\Delta F^{2}_{п}}{n_р (M Sin\alpha + Cos\alpha \times Cos\beta_n)} = \frac{3.5}{6 \times (0.45 \times 0.396 + 0.9182 \times 0.5769)} = 0.82тс$$

Принято: растяжки из проволоки ф6.5мм по 6 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку по продольному усилию 2.92тс

Расчет подкладок по смятию

Напряжение смятия подкладки по 1^му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0}{S_0} \leq R_{см} \qquad N_0^{пр} = \frac{Q_{гр} + R_p^{пр} \times 2 \times n_p^{пр} \times \sin\alpha}{2}$$

$$S_0 = 20 \times 50 \times 2 = 2000 см^2 \qquad N_0^{пр} = \frac{23.6 + 2.86 \times 2 \times 6 \times 0.396}{2} = 18.6 тс$$

$$\sigma_c = \frac{18600}{2000} = 9.3 кгс/см^2 < 30 кгс/см^2$$

Напряжение, смятия подкладки по 2^му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^п + F_в^п}{S_0} \leq R_{см} \qquad N_0^п = \frac{Q_{гр}^п + R_p^п \times 2 \times n_p^п \times \sin\alpha}{2}$$

$$F_в^п = \frac{F_в}{2} = 4.01 т \qquad N_0^п = \frac{23.6 + 0.82 \times 2 \times 6 \times 0.396}{2} = 13.75 тс$$

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

Проверка устойчивости груза вдоль платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$\eta_{пр} = \frac{l_{пр}^0}{h_{цт} - h_y^{пр}} = \frac{4.340}{0.625} = 6,9 \geq 1.25 \qquad [ТУ § 40]$$

$$l_{пр}^0 = 4,34 м$$

Проверка устойчивости груза поперек платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы

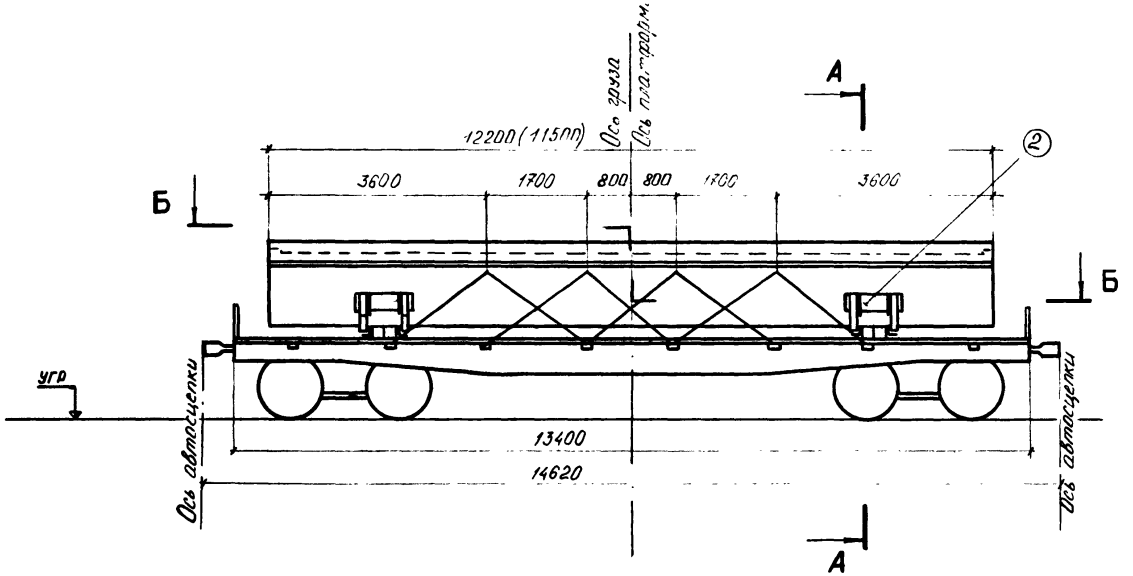
$$\eta_п = \frac{Q_{гр}^0 \times b_п^0}{F_п(h_{цт} - h_y^п) + W_п(h_{нп}^п - h_y^п)} = \frac{23.6 \times 0.148}{7.79 \times 0.625 + 0.616 \times 1,25} = 0.62 < 1.25$$

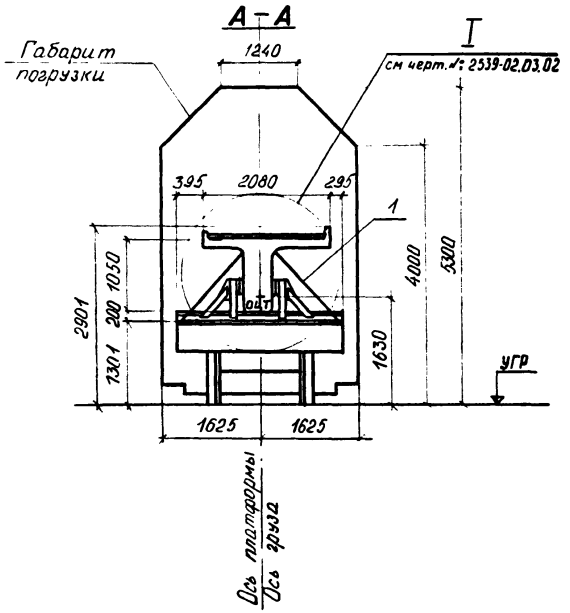
$$h_{нп} = 1.45 \qquad h_y^п = 0 \qquad b_п^0 = 0.148$$

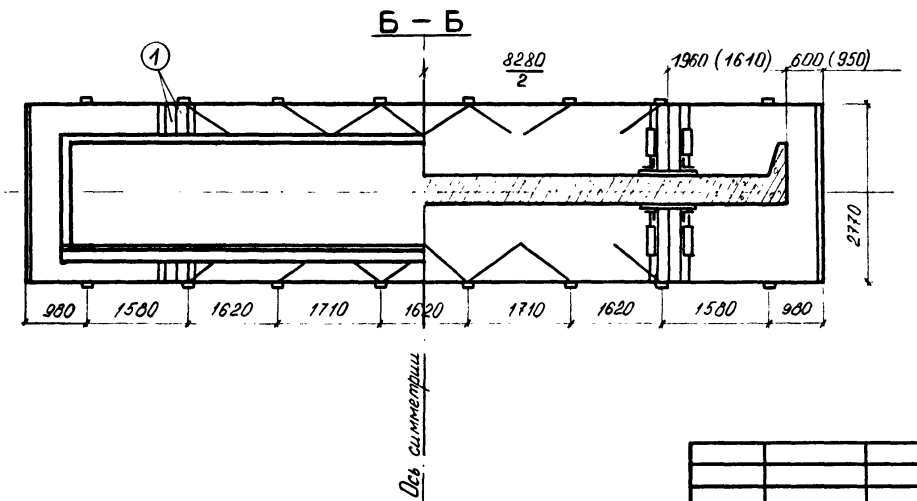
Условие устойчивости не выполняется, необходимы подкосы.

Подкосы ставятся такие же как для блока длиной 12.2 м (расчет см. на черт. №2539-02.03.01 листе №4).

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







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

Нач отд	Градзенский		
ГИП	Градзенский		
Н.контр.	Новолодский		
Рук груп	Гуревич		
Инженер	Ходь		

2539-02.03.01.

Размещение и крепление блока ребристого пролётного строения $l_п = 12,2\ (11,5)$ м на ж.-д. платформе.

Литер	Лист	Листов
РП	1	4

Гипротранспуть

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм	Величина	
			Блок $\ell_п$ = 12,2 м	Блок $\ell_п$ = 11,5 м
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 УГР.	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 ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим
1	Растяжка из проволок	в Ø6.5	18300	16	4.76	76.16	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
2	П-1	——	——	2	196	392.0		см. черт. 2539-02.03.02
3	Болт строительный	М20	500	20	1.613	32.26	Болт, гайка: ВСт3кп2-4 (ВСт3кп2-С5) ГОСТ 380-71*	
4	Гвоздь	d=8	250	40	0.099	3.96	Ст.2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75, ГОСТ 4028-63
5	Гвоздь	d=4	100	16	0.01	0.16		
	Итого металла:					505		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Прим
(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:					0.5		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^{x}-осной платформе блока железобетонного ребристого пролетного строения длиной 12,2м или 11,5м, изготовленного по типовому проекту №557/II.

Платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т, постройки с 1965г. 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. 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 борта платформы закрываются, а боковые 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 - 12.2м
Ширина блока - 2.08м
Высота блока - 1.050 м
Вес блока - 30.6т
Положение ЦТ от подошвы блока-0.718м
Положение ЦТ от низкого бортика блока по горизонтали - 990

Характеристика платформы

Платформа - четырехосная
База - 9.72м
Вес платформы - 22т
Положение ЦТ от УГР - 0.6м

Определение минимальной высоты подкладок

$h_n = a_{под} \times tg\gamma + h_n + f_r + h_3 + h_8 = 340 \times 0.025 + 25 = 34$мм

$a_{под} = 340$ $tg\gamma = 0.025$ $h_n = 0$ $f_r = 0$ $h_3 = 25$мм $h_8 = 0$

Принято: подкладки из бруса по высоте 200мм

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости

Наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом не должна превышать 50 м²

$S_{наветр.\ пов.} = S_{пл} + S_{гр}$

$S_{пл} = 13 + [(1.05 + 0.35) \times 13.5] = 33.9 м^2 < 50 м^2$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР

$$h_{общ\,т} = \frac{Q_{гр} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leqslant 2.3м \quad [\S 34\ ТУ]$$

$$h_{общ\,т} = \frac{30.6 \times (1.301 + 0.2 + 0.718) + 22 \times 0.8}{30.6 + 22} = 1.63м < 2.3м$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена

Определение усилий действующих на блок

1е сочетание сил

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

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{гр}(a_{22} - a_{85})}{83} \qquad a_{пр} = 1200 - \frac{30.6(1200 - 1000)}{83} = 1102 кгс/т$$

$Q_{гр} = 30.6т$ $F_{пр} = 30.6 \times 1.102 = 33.72тс$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu$ $\mu = 0.45$ $F_{тр} = 30.6 \times 0.45 = 13.77тс$

Продольное усилие, перебающееся на крепление

$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр}$ $\Delta F_{пр} = 33.72 - 13.77 = 19.95тс$

2е сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_n = Q_{гр} \times a_n$ $a_n = 0.33$ $F_n = 30.6 \times 0.33 = 10.1тс$

Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в \times Q_{гр}$ $F_в = 0.32 \times 30.6 = 9.79тс$

$$a_в = 250 + K_3 e_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} \qquad a_в = 250 + 5 \times 0 + \frac{2140}{30.6} = 320 кгс/т$$

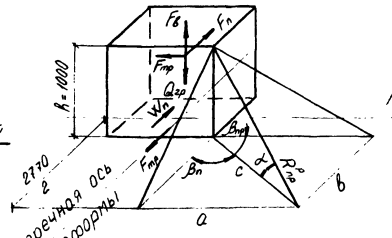
Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu (1000 - a_в)$ $F_{тр} = 30.6 \times 0.45 (1000 - 320) = 9.36тс$

Ветровая нагрузка: $W_n = 50 S_n$ $S_n = 1.40 \times 12.2 = 17.08 м^2$ $W_n = 50 \times 17.08 = 854 кгс$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_n = n \times (F_n + W) - F_{тр}$ $n = 1.25$ $\Delta F_n = 1.25(10.1 + 0.854) - 9.36 = 4.33тс$

Определение усилий в растяжках



Усилие в растяжке от 1 ого сочетания сил:

$$R_p^{пр} = \frac{\Delta F_{пр}}{n_p (\mu \times Sin\alpha + Cos\alpha \times Cos\beta_{пр})}$$

а - наименьшая проекция растяжки на продольную ось

$n_p^n = 8$ $n_p^{пр} = 8$

$tg\beta_n = \frac{a}{\delta} = \frac{1610}{1135} = 1.4185$

$\beta_n = 54.82°$ $\beta_{пр} = 90° - 54.82° = 35.18°$

$C = \frac{a}{Sin\beta_n} = \frac{1610}{0.8173} = 1970$

$tg\alpha = \frac{h}{C} = \frac{1000}{1970} = 0.5076$ $\alpha = 26.91°$

$Sin\alpha = 0.4526$ $Cos\beta_n = 0.5761$

$Cos\alpha = 0.8917$ $Cos\beta_{пр} = 0.8173$

$$R_{пр}^p = \frac{19.95}{8(0.45 \cdot 0.4526 + 0.8917 \cdot 0.8173)} = 2.67тс$$

Усилие в растяжке от 2 ого сочетания сил:

$$R_n^p = \frac{\Delta F_n'}{n(\mu Sin\alpha + Cos\alpha \times Cos\beta_n)} = \frac{4.33}{8(0.45 \times 0.4526 + 0.8917 \times 0.5761)} = 0.75тс$$

Принято: растяжки из проволоки ф6.5мм по 8 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку по продольному усилию 2,92 тс

Расчет подкладок по смятию

Напряжение смятия подкладки по 1 сочетанию сил:

$\sigma_c = \frac{N_o}{S_o} \leq R_{см}$; $N_o^{пр} = \frac{Q_{гр} + R_p^{пр} \times 2 \times n_p^{пр} \times \sin\alpha}{2}$

$S_o = 20 \times 50 \times 2 = 2000$ $\quad N_o^{пр} = \frac{30.6 + 2.67 \times 2 \times 8 \cdot 0.4526}{2} = 24,96$ тс

$\sigma_c = \frac{24960}{2000} = 12.48$ кгс/см² < 30 кгс/см²

Напряжение смятия подкладки по 2 сочетанию сил:

$\sigma_c = \frac{N_o^n + F_в^n}{S_o} \leq R_{см}$; $N_o^n = \frac{Q_{гр}^n + R_p^n \times 2 \times n_p^n \times \sin\alpha}{2}$

$F_в^n = \frac{F_в}{2} = 4.895$ $\quad N_o^n = \frac{30.6 + 0.75 \times 2 \times 8 \times 0.4526}{2} = 18.01$тс

$\sigma_c = \frac{18010 + 4895}{2000} = 11.5$ кгс/см² < 30 кгс/см²

Проверка устойчивости груза вдоль платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$\eta_{пр} = \frac{e_{гр}^o}{h_{цт} - h_y^{пр}} = \frac{4.340}{0.718} = 6,04 \geq 1.25$ [§40 ТУ]

$e_{пр}^o = 4,34$ м

Проверка устойчивости груза поперёк платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы:

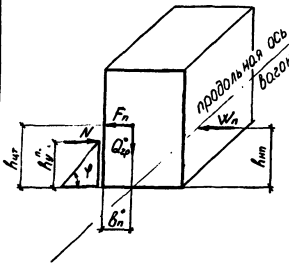
$\eta_n = \frac{Q_{гр}^o \times b_n^o}{F_n(h_{цт} - h_y^n) + W_n(h_{пп} - h_y^n)} = \frac{30.6 \cdot 0.15}{10.1 \cdot 0.718 + 0.854 \cdot 0.7} = 0.584 < 1.25$

$h_{пп} = 0.7$ $\quad h_y^n = 0$ $\quad b_n^o = 0.15$

Условие устойчивости не выполняется, необходимы подкосы.

Расчет подкосов

Определение усилия, действующего на упор при опрокидывании:



$M_{опр} = (F_n \cdot h_{цт} + W_n \times h_{пп}) n$ $\quad n = 1.25$

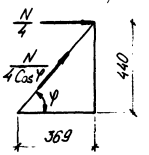
$M_{уд} = Q_{гр}^o \cdot b_n^o + N \cdot h_y^n$ $\quad h_y^n = 0.3$м

$N = \frac{(F_n \cdot h_{цт} + W_n \cdot h_{пп}) n - Q_{гр}^o \cdot b_n^o}{h_y^n}$

$N = \frac{(10.1 \cdot 0.718 + 0.854 \cdot 0.7) 1.25 - 30.6 \cdot 0.15}{0.3} = 17,41$тс

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

Расчет сварных соединений упора

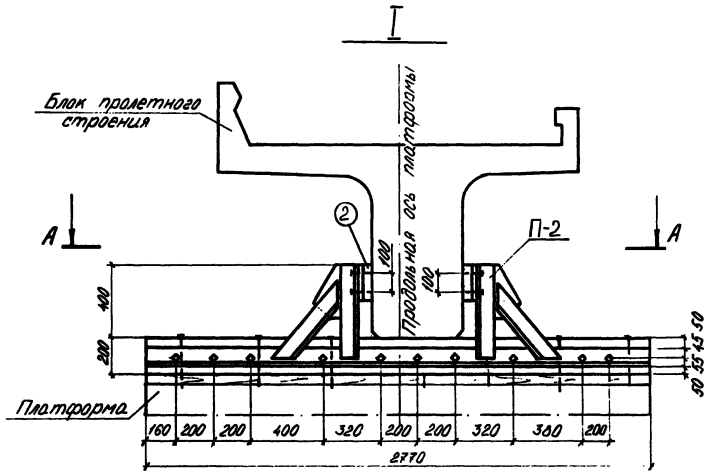


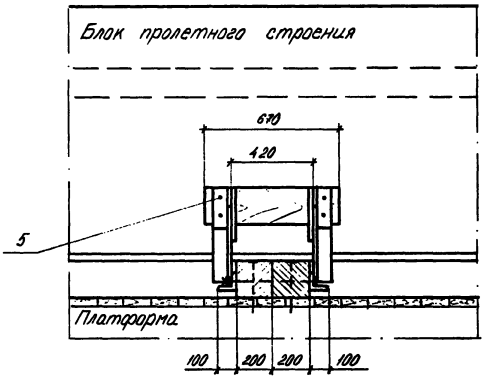
$\frac{N}{4\cos\varphi}$ – усилие в подкосе $\quad \frac{N}{4\cos\varphi} = 6.77$ тс

$tg\varphi = 1.1918$ $\quad \varphi = 50°$ $\quad \cos\varphi = 0.643$ $\quad h_ш = 10$мм $\quad l_ш = 8$см

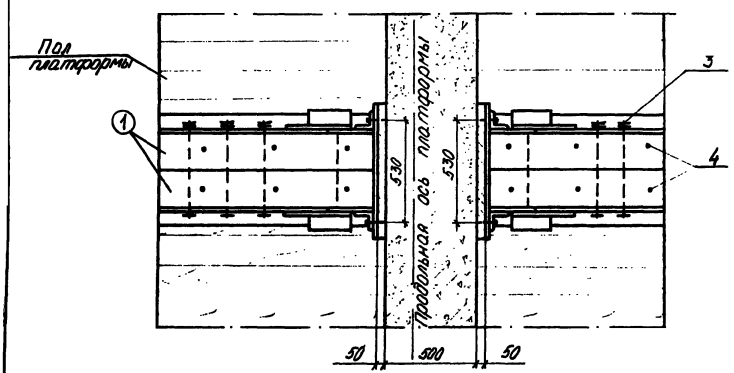
$\frac{6770}{\beta l_ш h_ш} \leq R_{cв} = 1500$ кгс/см² $\quad \frac{6770}{0.7 \cdot 8 \cdot 1} = 1209$ кгс/см² < 1500 кгс/см²

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





А - А



Нач. отд.	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		
Н. контр.	Новаловский		
Рук. груп.	Гуревич		
Инженер	Новь		

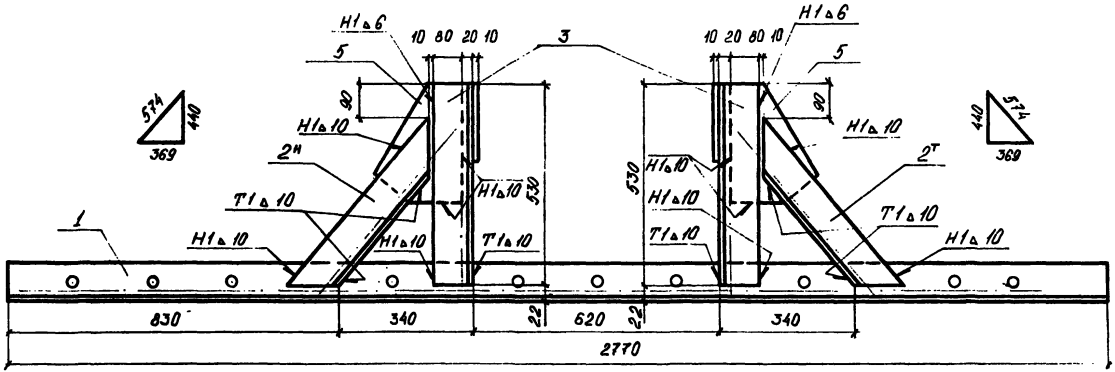
2539 – 02.03.02.

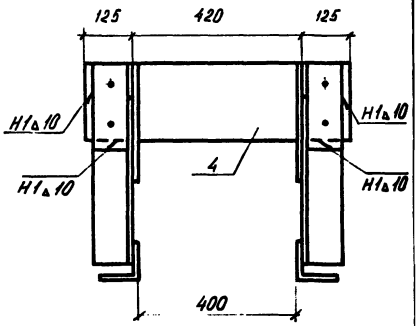
Размещение и крепление блока ребристого пролетного строения L_p = 12,2 (11,5) м на ж-д платформе. Узел 1.

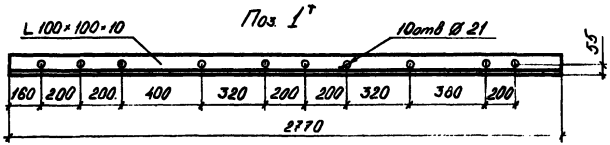
Литер	Лист	Листов
ВП	1	2

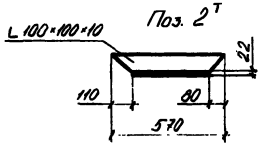
Гипротранспуть

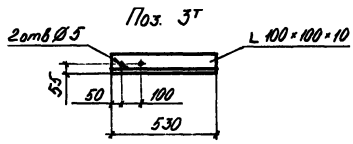
Упор для блоков длиной 12.2м, 11.5м, 9.85м, 9.3м.







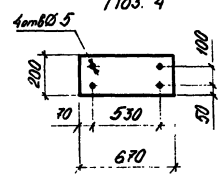




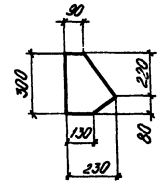
Спецификация металла

Марка	№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал: Обычное исполнение	Материал: Северное исполнение	Прим.
П-1	1т/н	Опорный уголок	L 100×100×10	2770	1/1	41.83	41.83/41.83	ВСт3 пс6 ГОСТ 380-71	09Г2С-15 по ГОСТ 19281-73	
	2т/н	Подкос	—"—	570	2/2	8.61	17.22/17.22			
	3т/н	Стойка	—"—	530	2/2	8.00	16.00/16.00			
	4	Прокладка	-200×10	670	2	10.52	21.04			
	5	Фасонка	из -230×10	300	4	5.42	21.68			
	Итого со сварными швами:						196			

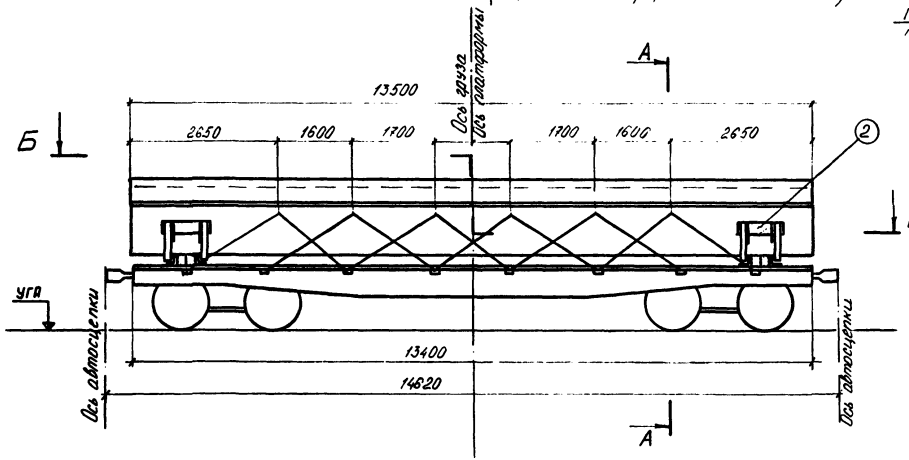
Поз. 4



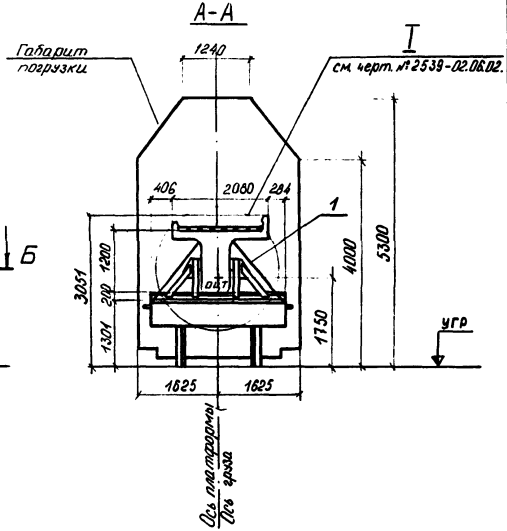
Поз. 5



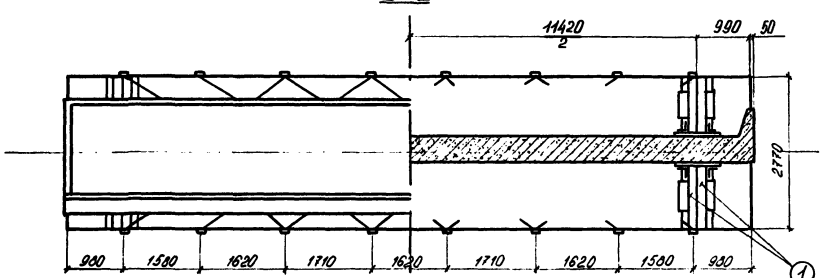
Фасад (Борта платформы не показаны).



А-А



Б-Б



Ось симметрии

Нач. отд.	Грозенский		
ГИП	Грозенский		
Н. контр.	Новолодский		
Рук. груп.	Гуревич		
Инженер	Ходь		

2539-02.04.01.

Размещение и крепление блока ребристого пролётного строения l_n = 13,5 м на ж-д. платформе.

Литер	Лист	Листов
РП	1	4

Гипротранспуть

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм	Величина
1	База груза	мм	11420
2	Высота ц.т. балки относительно низа балки	мм	670
3	Высота общего ц.т платформы с грузом относительно УГР.	мм	1750
4	Масса груза	т	37.3
5	Смещение ц.т. 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 ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим.
1	Растяжка из проволок	6 Ø 6.5	14200	24	3.69	88.56	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
2	П-2	—	—	2	240	480		см черт. № 2539-02.06.02
3	Болт строительный	М 20	500	22	1.613	35.49	Болт, гайка: ВСт.3 сп4 Шайба Ст3 } ГОСТ 380-71*	
4	Гвоздь	d=8	250	40	0.099	3.96	Ст. 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75
5	Гвоздь	d=4	100	16	0.01	0.16		ГОСТ 4028-63
	Итого металла:					608		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Прим.
1	Подкладка	20×20	277	4	0.110	0.44	Сосна, ель не ниже III 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 13,5м, изготовленных по типовому проекту №557/II.
   Платформа принята грузоподъемностью 62÷66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.
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 проволочных 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 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.

Расчет к погрузке

Характеристика груза

Груз - ж-б. блок
Длина блока - 13.5 м
Ширина блока - 2.08 м
Высота блока - 1.20 м
Вес блока - 37.3 т
Положение ЦТ от подошвы блока - 0.67 м
Положение ЦТ от низкого бортика блока по горизонтали - 0.979

Характеристика платформы

Платформа - четырехосная
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 габаритный.

Определение минимальной высоты подкладок

$h_п = a_{под} \times tg\gamma + h_п + f_г + h_з + h_б = 9.90 \times 0.025 + 0 + 25 = 50$ мм

$a_{под} = 9.90$ $tg\gamma = 0.025$ $h_п = 0$ $f_г = 0$ $h_з = 25$ мм $h_б = 0$

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

$S_{наветр.\,пов} = S_{пл.} + S_{гр.}$

$S_{нп} = 13 + [(1.20 + 0.35) \times 13.5] = 33.9\,м^2 < 50\,м^2$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР

$h_{оцт} = \frac{Q_{гр} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leq 2.3\,м$ [§34 ТУ]

$h_{оцт.} = \frac{37.3 \times (1.301 + 0.2 + 0.67) + 22 \times 0.8}{37.3 + 22} = 1.96\,м < 2.3\,м$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

Определение усилий действующих на блок

1е сочетание сил

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

$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{гр}(a_{22} - a_{85})}{63}$ $a_{пр} = 1200 - \frac{37.300(1200 - 1000)}{63} = 1082$ кгс/т

$Q_{гр} = 37.3$ т $F_{пр} = 37.3 \times 1082 = 40.36$ тс

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu$ $\mu = 0.45$ $F_{тр} = 37.3 \times 0.45 = 16.79$ тс

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр}$ $\Delta F_{пр} = 40.36 - 16.79 = 23.57$ тс

2е сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_п = Q_{гр} \times a_п$ $a_п = 0.33$ $F_п = 37.3 \times 0.33 = 12.31$ тс

Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в \times Q_{гр}$ $F_в = 0.307 \times 37.3 = 11.45$ тс

$a_в = 250 + K_з l_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}}$ $a_в = 250 + 5 \times 0 + \frac{2140}{37.3} = 307$ кгс/т

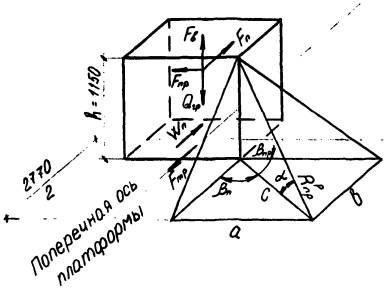
Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu(1000 - a_в)$ $F_{тр} = 37.3 \times 0.45(1000 - 307) = 11.63$ тс

Ветровая нагрузка: $W_п = 50 S_п$ $S_п = 1.55 \times 13.5 = 20.93$ $W_п = 50 \times 20.93 = 1046$ кгс

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_п = n \times (F_п + W) - F_{тр}$ $n = 1.25$ $\Delta F_п = 1.25(12.31 + 1.046) - 11.63 = 5.07$ тс

Определение усилий в растяжках



Усилие в растяжке от 1ого сочетания сил:

$R^{пр}_р = \frac{\Delta F^р_{пр}}{n_р(\mu \times Sin\alpha + Cos\alpha + Cos\beta_{пр})}$

Продольная ось платформы

a - наименьшая проекция растяжки на продольную ось

$n^п_р = 12$ $n^{пр}_р = 12$

$tg\beta_п = \frac{a}{b} = \frac{1610}{1124} = 1.432$

$\beta_п = 55.08°$ $\beta_{пр} = 90° - 55.08° = 34.92°$

$c = \frac{a}{Sin\beta_п} = \frac{1610}{0.8199} = 1964$

$tg\alpha = \frac{h}{c} = \frac{1150}{1964} = 0.5855$ $\alpha = 30.35°$

$Sin\alpha = 0.5053$ $Cos\beta_п = 0.5724$

$Cos\alpha = 0.8630$ $Cos\beta_{пр} = 0.8199$

$R^р_{пр} = \frac{23.57}{12(0.45 \times 0.5053 + 0.8630 \times 0.8199)} = 2.1$ тс

Усилие в растяжке от 2ого сочетания сил:

$R^р_п = \frac{\Delta F^р_п}{n(\mu Sin\alpha + Cos\alpha \times Cos\beta_п)} = \frac{5.07}{12(0.45 \times 0.5053 + 0.8630 \times 0.5724)} = 0.58$ тс

Принято: растяжки из проволоки ф6,5 мм по 6 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку 2,19 тс по продольному усилию.

Расчет подкладок по смятию

Напряжение смятия подкладки по 1-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_o^{пр}}{S_o} \leq R_{см}\ ;\quad N_o^{пр} = \frac{Q_{гр} + R_p^{пр} \times 2 \times n_p^{пр} \times \sin\alpha}{2}$$

$S_o = 20 \times 50 \times 2 = 2000\ см^2$ $\quad N_o^{пр} = \frac{37.3 + 2.1 \times 2 \times 12 \times 0.5053}{2} = 31.38\ тс$

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

Напряжение смятия подкладки по 2-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_o^{п} + F_б^{п}}{S_o} \leq R_{см}\quad N_o^{п} = \frac{Q_{гр}^{п} + R_p^{п} \times 2 \times n_p^{п} \times \sin\alpha}{2}$$

$F_б^{п} = \frac{F_б}{2} = 5.71т$ $\quad N_o^{п} = \frac{37.3 + 0.58 \times 2 \times 12 \times 0.5053}{2} = 22.16\ тс$

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

Проверка устойчивости груза вдоль платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$\eta_{гр} = \frac{\ell_{пр}^{о}}{h_{цт} - h_y^{п}} = \frac{5.91}{0.67} = 8.82 > 1.25 \quad [\S 40\ ТУ]$$

$\ell_{пр}^{о} = 5.91\ м$

Проверка устойчивости груза поперек платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперёк платформы:

$$\eta_n = \frac{Q_y^{п} \times B_n^{о}}{F_n(h_{цт} - h_y^{п}) + W_n(h_{пп}^{п} - h_y^{п})} = \frac{37.3 \times 0.161}{12.31 \times 0.67 + 1.046 \times 0.775} = 0.663 < 1.25$$

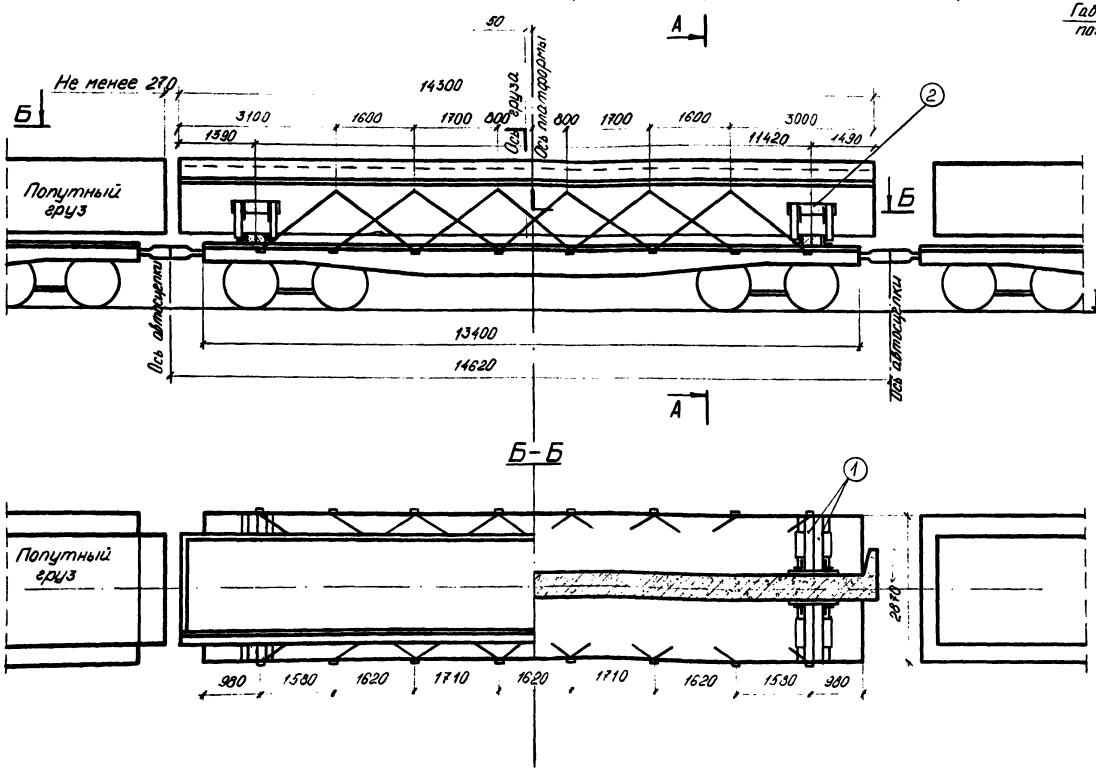
$h_{пп} = 0.775\ м$ $\quad h_y^{п} = 0$ $\quad B_n^{о} = 0.161$

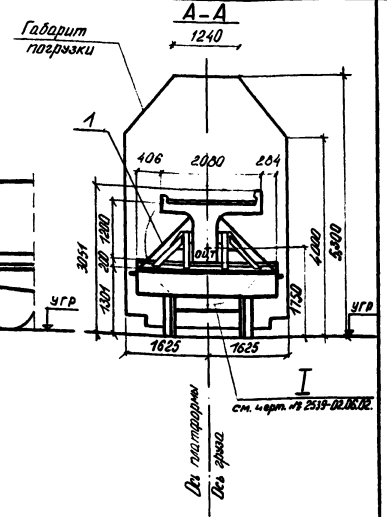
Условие устойчивости не выполняется, необходимы подкосы

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-8мм длиной 250 мм, поставленными конструктивно.

Фасад (Борта платформы условно не показаны).





				2539-02.05.01.	
Нач. отд.	Гродзенский			Размещение и крепление блока ребристого пролётного строения $L_н$=14,2 м на ж.д. платформе.	Литер: РП; Лист: 1; Листов: 4
ГИП	Гродзенский				
Н. контр.	Неволодский				
Рук. гр.	Гуревич				Гипротранспуть
Инженер	Ноль				

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм	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 ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим.
1	Растяжка из проволок	6 ⌀ 7	14200	24	4.29	102.96	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
2	П-2	—	—	2	240	480		см. черт. № 2539-02.06.02
3	Болт строительный	М 20	500	22	1.613	35.49	Болт, гайка ВСт. 3сп 4 Шайба Ст. 3	ГОСТ 380-71*
4	Гвоздь	d=8	250	40	0.099	3.96	Ст. 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75, 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, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Прим
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-Х3.
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 бортика блока по горизонтали – 0.979 м

Характеристика платформы

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

$$S_{\substack{наветр.\\пов.}} = S_{пл.} + S_{гр.}$$

$$S_{нп} = 13 + [(1.20 + 0.35) \times 14.3] = 35.2\ м^2 < 50\ м^2$$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР

$$h_{оц.т.} = \frac{Q_{гр} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leqslant 2.3\ м \quad [§ 34\ ТУ]$$

$$h_{оц.т.} = \frac{39.3 \times (1.301 + 0.2 + 0.67) + 22 \times 0.8}{39.3 + 22} = 1.68\ м < 2.3\ м$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

Определение габаритности груза

Величина расчетного смещения конца груза наружу кривой при радиусе 350 м

$$f_н = \frac{500}{R}(l_в + n_н) \times n_н - 105 + K$$

$$K = 70\left(\frac{L}{l_в} - 1.41\right) = 4.28$$

$n_н = 2.34$ м

$L = 14.3$ м $\quad l_в = 9.72$ м

$$f_н = \frac{500}{R}(9.72 + 2.34) \times 2.34 - 105 + 4.28 = -60\ мм$$

Ширина груза на кривой от оси пути:

$$B = 1101 + f_н = 1041 < [1625] \qquad \frac{B_г}{2} = 1625$$

Вывод: груз габаритен.

Определение минимальной высоты подкладок

$$h_п = a_{под} \times tg\,\gamma + h_п + f_г + h_з + h_б = 1440 \times 0.025 + 100 + 25 = 161\ мм$$

$a_{под} = 1440 \quad tg\,\gamma = 0.025 \quad h_п = 100\ мм \quad f_г = 0 \quad h_з = 25\ мм \quad h_б = 0$

Принято: подкладки из бруса по высоте 200 мм

Определение усилий действующих на блок

1е сочетание сил.

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

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{гр}(a_{22} - a_{85})}{63} \qquad a_{пр} = 1200 - \frac{39700(1200 - 1000)}{63} = 1.073\ тс/т$$

$Q_{гр} = 39.7$ т $\quad F_{пр} = 39.7 \times 1.073 = 42.6$ тс

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu \quad \mu = 0.45 \quad F_{тр} = 39.7 \times 0.45 = 17.87$ тс

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр} \qquad \Delta F_{пр} = 42.6 - 17.87 = 24.73\ тс$$

2е сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_п = Q_{гр} \times a_п \quad a_п = 0.33 \quad F_п = 39.7 \times 0.33 = 13.10$ тс

Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в \times Q_{гр} \quad F_в = 0.304 \times 39.7 = 12.07$ тс

$$a_в = 250 + K_з l_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} \qquad a_в = 250 + 5 \times 0.05 + \frac{2140}{39.7} = 304\ кгс/т \quad K_з = 5 \quad l_{гр} = 0.05\ м$$

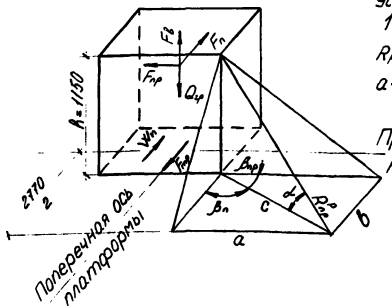
Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu(1000 - a_в) \quad F_{тр} = 39.7 \times 0.45(1000 - 304) = 12.43$ тс

Ветровая нагрузка: $W_п = 50 S_п \quad S_п = 1.55 \times 14.3 = 22.16\ м^2 \quad W_п = 50 \times 22.16 = 1.108$ тс

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_п = n \times (F_п + W) - F_{тр} \quad n = 1.25 \qquad \Delta F_п = 1.25(13.10 + 1.108) - 12.43 = 5.33\ тс$$

Определение усилий в растяжках



Усилие в растяжке от 1ого сочетания сил:

$$R^{пр}_р = \frac{\Delta F^р_{пр}}{n_р(\mu \times \sin\alpha + \cos\alpha \times \cos\beta_{пр})}$$

а – наименьшая проекция растяжки на продольную ось

Продольная ось платформы

$$tg\,\beta_п = \frac{a}{b} = \frac{1610}{1124} = 1.432$$

$\beta_п = 55.08° \quad \beta_{пр} = 90° - 55.08° = 34.92°$

$$c = \frac{a}{\sin\beta_п} = \frac{1610}{0.8199} = 1964\ мм$$

$$tg\,\alpha = \frac{h}{c} = \frac{1150}{1964} = 0.5855 \qquad \alpha = 30.35°$$

$\sin\alpha = 0.5053 \qquad \cos\beta_п = 0.5724$

$\cos\alpha = 0.8630 \qquad \cos\beta_{пр} = 0.8199$

$n^п_р = 12 \quad n^{пр}_р = 12$

$$R^р_{пр} = \frac{24.73}{12(0.45 \times 0.5053 + 0.8630 \times 0.8199)} = 2.21\ тс$$

Усилие в растяжке от 2-го сочетания сил:

$$R_n^o = \frac{\Delta F_n^p}{n(M\sin\alpha + \cos\alpha\times\cos\beta_n)} = \frac{5.33}{12(0.45\cdot 0.5053 + 0.8630\cdot 0.5724)} = 0.62\ тс$$

Принято: растяжки из проволоки ф 7 мм по 6 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку - 2,55 тс

Расчет подкладок по смятию

Напряжение смятия подкладки по 1-му сочетанию сил.

$$\sigma_c = \frac{N_o^{гр}}{S_o} \le R_{см};\quad N_o^{гр} = \frac{Q_{гр} + R_p^{гр}\times 2\times n_p^{гр}\times\sin\alpha}{2}$$

$$S_o = 20\times 50\times 2 = 2000\ см^2 \qquad N_o^{гр} = \frac{39.7 + 2.21\times 2\times 12\times 0.5053}{2} = 33.25\ тс$$

$$\sigma_c = \frac{33250}{2000} = 16.6\ кгс/см^2 < 30\ кгс/см^2$$

Напряжение смятия подкладки по 2-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_o^o + F_в^o}{S_o} \le R_{см};\quad N_o^o = \frac{Q_{гр}^o + R_p^o\times 2\times n_p^o\times\sin\alpha}{2};$$

$$F_в^o = \frac{F_в}{2} = 6.04\ тс \qquad N_o^o = \frac{39.7 + 0.62\times 2\times 12\times 0.5053}{2} = 23.61\ тс$$

$$\sigma_c = \frac{23610 + 6040}{2000} = 14.8\ кгс/см^2 < 30\ кгс/см^2$$

Проверка устойчивости груза вдоль платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$\eta_{пр} = \frac{e_{пр}^o}{h_{цт} - h_y^{гр}} = \frac{5.91\ м}{0.67} = 8.82 > 1.25$$

$$e_{пр}^o = 5.91\ м$$

Проверка устойчивости груза поперек платформы

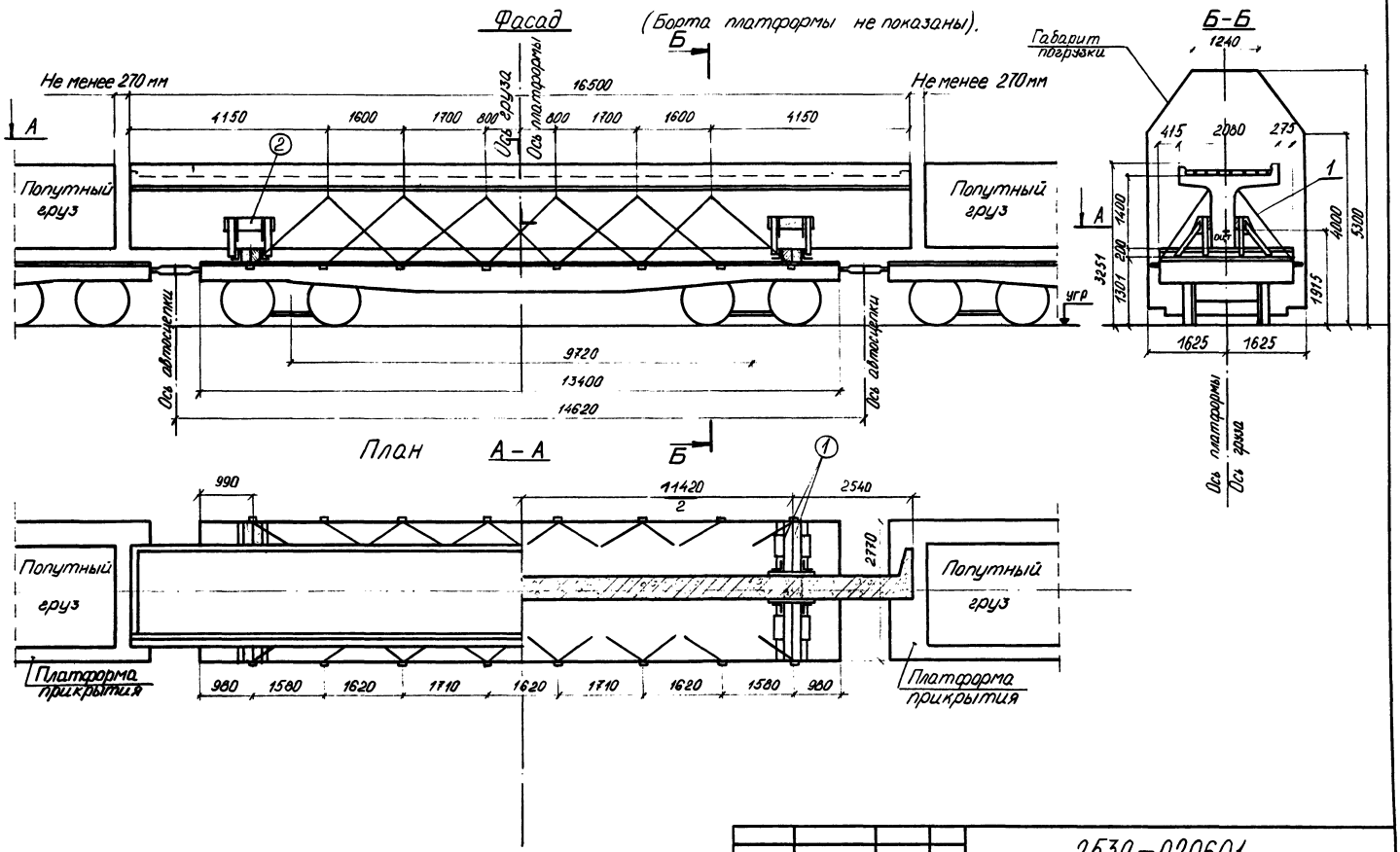
Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы:

$$\eta_в^o = \frac{Q_{гр}^o\times B_o^o}{F_n(h_{цт} - h_y^o) + W_n(h_{пп}^o - h_y^o)} = \frac{39.7\cdot 0.161}{13.10\times 0.67 + 1.108\cdot 0.775} = 0.66 < 1.25$$

$h_{пп} = 0.775\ м$ $\quad h_y^o = 0$ $\quad B_n^o = 0.161\ м$

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



				2539-02.06.01.	
Нач. отд	Гродзенский			Размещение и крепление блока ребристого пролётного строения $\ell_н$ = 16,5 м на ж.-д. платформе	Литер: РП; Лист: 1; Листов: 4
ГИП	Гродзенский				Гипротранспуть
Н.контр.	Новсядский				
Рук. груп.	Гуревич				
Инженер	Ходь				

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм	Величина
1	База груза	мм	11420
2	Высота ц.т. балки относительно низа балки	мм	915
3	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно УГР.	мм	1915
4	Масса груза	т	49.2
5	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№№ поз	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол шт.	Масса, кг ед	Масса, кг общ	Материал	Прим
1	Растяжка из проволок	8 Ø 6.5	17600	24	4.58	109.82	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
2	П-2			2	240	480		СМ 4 серт № 2539-02.06.02
3	Болт строительный	М 20	500	22	1.613	35.49	Болт, гайка: ВСт, 3сп4 ГОСТ Шайба: Ст3 380-71*	
4	Гвоздь	d=8	250	40	0.099	3.96	Ст. 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75, ГОСТ 4028-63
5	Гвоздь	d=4	100	16	0.01	0.16		
	Итого металла:					630		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³ ед	Объем, м³ общ	Материал	Прим
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 16,5м, изготовленного 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.
   С обоих сторон платформы с блоком пролетного строения ставятся платформы прикрытия, загруженные 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

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 - 0915м
Положение Ц.Т от низкого бортика блока по горизонтали - 0,97м

II Характеристика платформы

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

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости

Наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом не должна превышать 50 м²

$$S_{\text{навет. пов.}} = S_{пл.} + S_{гр.}$$

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

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР

$$h_{общ.} = \frac{Q_{гр} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leqslant 2,3\ м \quad [\S 34\ ТУ]$$

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

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

IV Определение габаритности груза

Величина расчетного смещения конца груза наружу кривой при радиусе 350 м

$$f_н = \frac{500}{R}(\ell_в + n_н) \times n_н - 105 + K$$

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

$$n_н = 0,5(L - \ell_в) = 3,39$$

$L = 16,5\ м \qquad \ell_в = 9,72\ м$

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

Ширина груза на кривой от оси пути:

$$B = 1110 + f_н = 1088,6\ мм < [1625] \qquad \frac{B_г}{2} = 1625\ мм$$

Определение минимальной высоты подкладок

$$h_0 = a_{под.} \times t_g\gamma + h_п + f_г + h_з + h_в = 249,0 \times 0,025 + 100 + 25 = 187\ мм$$

$a_{под} = 249,0\ мм \quad t_g\gamma = 0,025 \quad h_п = 100\ мм \quad f_г = 0 \quad h_з = 25\ мм \quad h_в = 0$

Принято: подкладки из бруса по высоте 200 мм

V Определение усилий действующих на блок

1ое сочетание сил

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

$$a_{пр} = a_{гг} - \frac{a_{гр}(a_{гг} - a_{вб})}{63} \qquad a_{пр} = 1200 - \frac{49200(1200 - 1000)}{63} = 1044\ кгс/т$$

$Q_{гр} = 49,2\ т \qquad F_{пр} = 49,2 \times 1,044 = 51,4\ тс$

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

Продольное усилие, передающееся на крепление:

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

2ое сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_п = Q_{гр} \times a_п \qquad a_п = 0,33\ F_п = 49,2 \times 0,33 = 16,2\ тс$

Вертикальная инерционная сила: $F_в = Q_в \times Q_{гр} \qquad F_в = 0,293 \times 49,2 = 14,4\ тс$

$$a_в = 250 + K_3 \ell_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} \qquad Q_в = 250 + 5 \times 0 + \frac{2140}{49,2} = 293\ кг/т \qquad K_3 = 5 \quad \ell_{гр} = 0$$

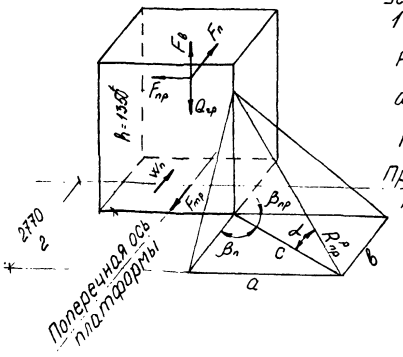
Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu\ (1000 - Q_в) \qquad F_{тр} = 49,2 \times 0,45\ (1000 - 293) = 15,65\ тс$

Ветровая нагрузка: $W_п = 50 S_п \qquad S_п = 1,75 \times 16,5 = 28,88\ м^2 \qquad W_п = 50 = 28,88 = 1,44\ тс$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

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

VI Определение усилий в растяжках



Усилие в растяжке от 1ого сочетания сил:

$$R^{пр}_р = \frac{\Delta F^p_{пр}}{n_р(\mu \times \sin\alpha + \cos\alpha \times \cos\beta_{пр})}$$

a - наименьшая проекция растяжки на продольную ось

$n^o_р = 12, \quad n^{пр}_р = 12$

Продольная ось платформы

$$t_g\beta_п = \frac{a}{b} = \frac{1610}{1115} = 1,444$$

$\beta_п = 55,29° \qquad \beta_{пр} = 90° - 55,29° = 34,71°$

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

$$t_g\alpha = \frac{1350}{1959} = 0,6891 \qquad \alpha = 34,57°$$

$\sin\alpha = 0,5674 \qquad \cos\beta_п = 0,5694$
$\cos\alpha = 0,8234 \qquad \cos\beta_{пр} = 0,822$

$$R^p_{пр} = \frac{29,26}{12(0,45 \times 0,5674 + 0,8234 \times 0,8220)} = 2,62\ тс$$

Усилие в растяжке от 2-го сочетания сил:

$$R_n^p = \frac{\Delta F_n^p}{n(m\sin\alpha + \cos\alpha \times \cos\beta_n)} = \frac{6.4}{12(0.45\times 0.5674 + 0.8234\times 0.5894)} = 0.736\,тс$$

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

Расчет подкладок по смятию

Напряжение смятия подкладки по 1-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_o^{np}}{S_o} \le R_{см};\quad N_o^{np} = \frac{Q_{ip}^o + R_p^o \times 2 \times n_p^{np} \times \sin\alpha}{2}$$

$S_o = 20\times 50\times 2 = 2000\,см^2$ $\quad N_o^{np} = \frac{49.2 + 2.62\times 2\times 12\times 0.5674}{2} = 42.44\,тс$

$$\sigma_c = \frac{42440}{2000} = 21.22\,кг/см^2 < [30\,кг/см^2]$$

Напряжение смятия подкладки по 2-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_o^n + F_в^n}{S_o} \le R_{см};\quad N_o^n = \frac{Q_{ip}^o + R_p^o \times 2 \times n_p^o \times \sin\alpha}{2}$$

$F_в^n = \frac{F_в}{2} = \frac{14.4}{2} = 7.2\,тс$ $\quad N_o^n = \frac{49.2 + 0.74\times 2\times 12\times 0.5674}{2} = 29.64\,тс$

$$\sigma_c = \frac{29640 + 7200}{2000} = 18.4\,кг/см^2 < [30\,кг/см^2]$$

Проверка устойчивости груза вдоль платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$\eta_{пр} = \frac{\ell_{np}^o}{h_{цт} - h_{yp}^o} = \frac{5.91}{0.915} = 6.46 > [1.25]$$

$\ell_{np}^o = \frac{11.42}{2} + 0.2 = 5.91\,м$ $\quad h_y^{np} = 0$

Проверка устойчивости груза поперек платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы:

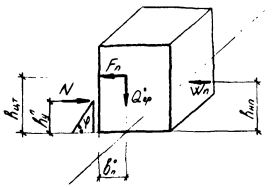
$$\eta_n = \frac{Q_{ip}^o \times B_n^o}{F_n(h_{цт} - h_y^o) + W_n(h_{wn} - h_y^o)} = \frac{49.2\times 0.17}{16.2\times 0.915 + 1.44\times 0.875} = 0.52 < [1.25]$$

$h_{wn} = \frac{1.75}{2} = 0.875\,м$ $\quad h_y^o = 0$ $\quad B_n^o = 0.17\,м$

Условие устойчивости не выполняется, необходимы подкосы.

Расчет подкосов

Определение усилия действующего на упор при опрокидывании



$M_{опр} = (F_n \times h_{цт} + W_n \times h_{wn})n \quad n = 1.25$

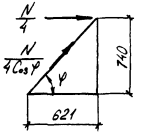
$M_{уд} = Q_{ip}^o \times b_n^o + N \times h_y^o \quad h_y^o = 0.6\,м$

$$N = \frac{(F_n \times h_{цт} + W_n \times h_{wn})n - Q_{ip}^o \times b_n^o}{h_y^o}$$

$$N = \frac{(16.2\times 0.915 + 1.44\times 0.875)1.25 - 49.2\times 0.17}{0.6} = 19.57\,т$$

$\frac{N}{2} = \frac{19.57}{2} = 9.78\,т$ – усилие на один упор

Расчет сварных соединений упора



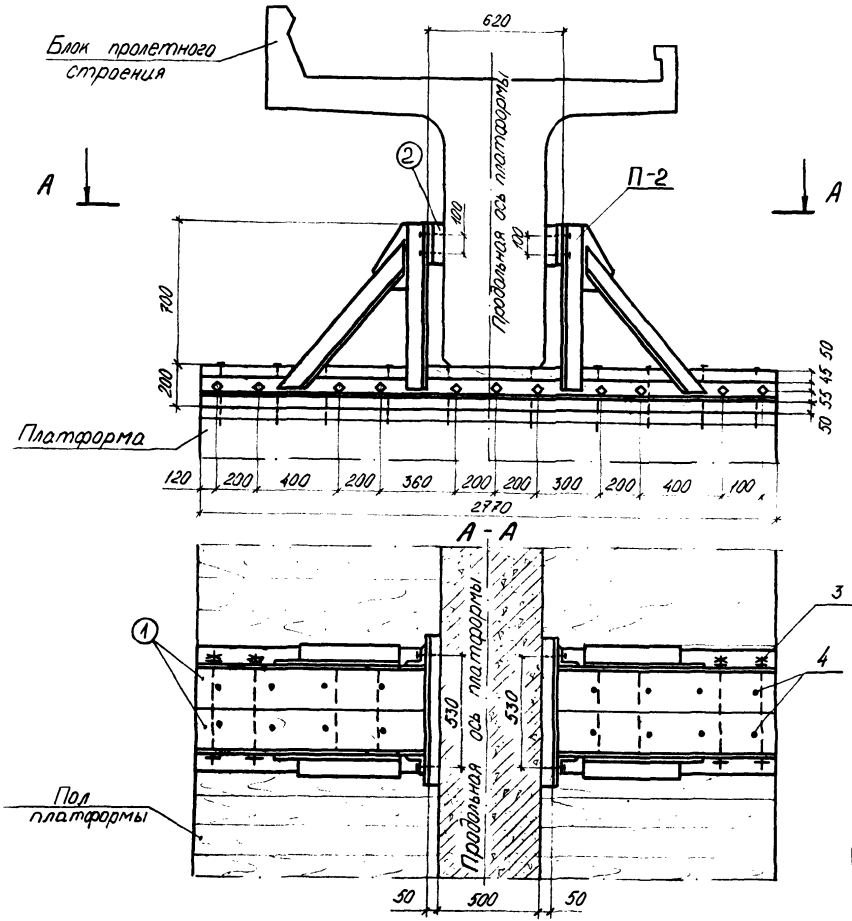
$\frac{N}{4\cos\varphi} = 7.61\,т$ – усилие в подкосе

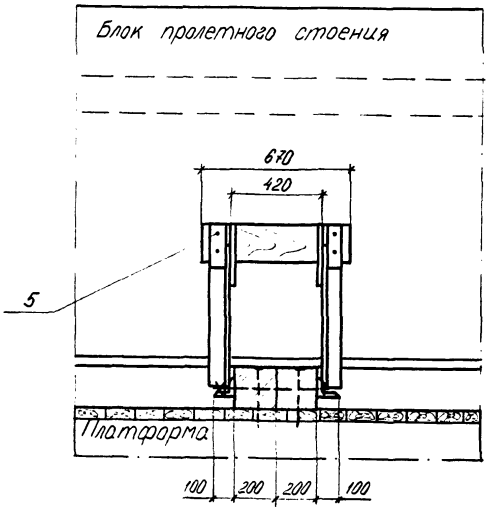
$\frac{t}{2}\varphi = 1.1918$ $\quad \varphi = 50°$ $\quad \cos\varphi = 0.643$ $\quad h_ш = 10мм$ $\quad \ell_ш = 8см$

$\frac{7610}{\beta \ell_ш h_ш} \le R_{св} = 1500\,кг/см^2$ $\quad \frac{7610}{0.7\cdot 8\cdot 1} = 1359 < 1500\,кг/см^2$

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

I



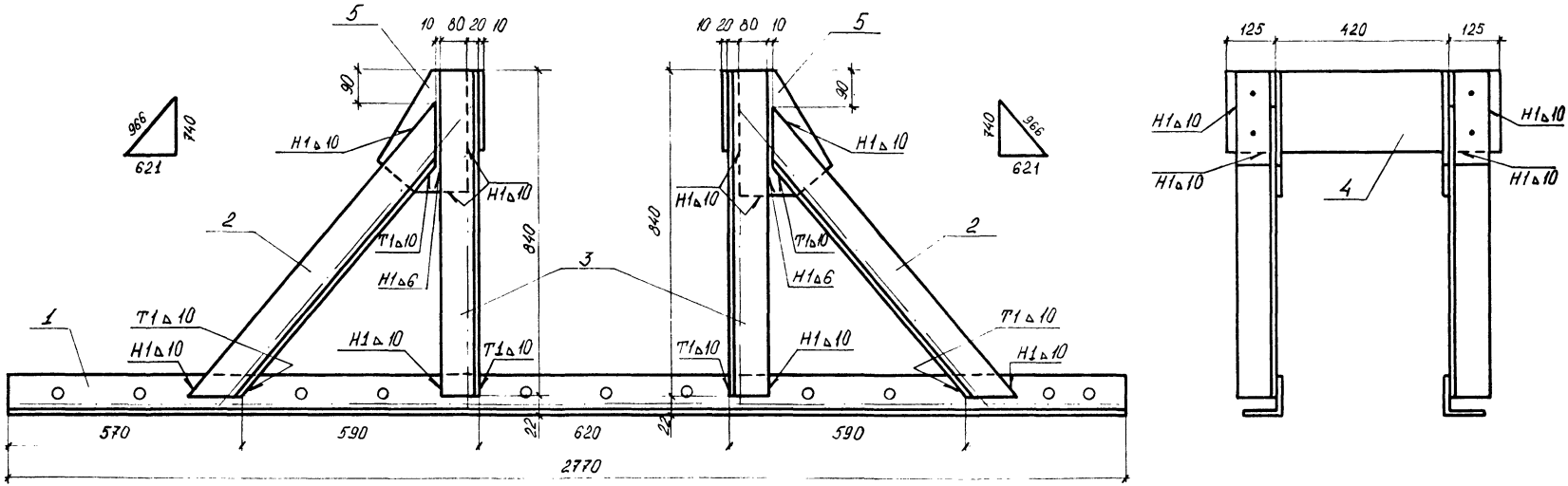


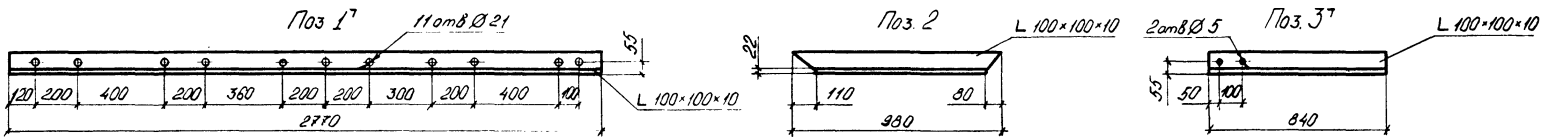
Нач. отд	Градзенский		2539-02.06.02.
ГИП	Градзенский		Размещение и крепление блока ребристого пролётного строения l_n = 16,5 м на ж.д платформе. Узел I.
Н. контр.	Новолодский		
Рук. груп	Гуревич		
Инженер	Ногь		

Литер	Лист	Листов
РП	1	2

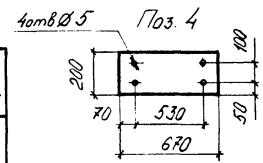
Гипротранспуть

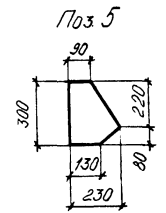
Упор для блоков длиной $l_п$ = 16.5 м, 14.3 м, 13.5 м.





Спецификация металла





Марка	№№ поз	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал обычное исполнение	Материал северное исполнение	Прим.
П-2	1	Опорный уголок	L 100×100×10	2770	1/1	41.83	41.83/41.83	ВСт3пс6 ГОСТ 380-71*	09Г2С-15 ГОСТ 19281-73	
	2	Подкос	— " —	980	2/2	14.80	29.60/29.60			
	3	Стойка	— " —	840	2/2	12.68	25.36/25.36			
	4	Прокладка	−200×10	670	2	10.52	21.04			
	5	Фасонка	из −230×10	300	4	5.42	21.68			
	Итого со сварными швами:						240			

РАЗДЕЛ 3. ПОГРУЗКА, РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ ЦЕЛЬНОПЕРЕВОЗИМЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ / ТИПОВОЙ ПРОЕКТ ИНВ. № 821/I,II,III / НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМАХ.

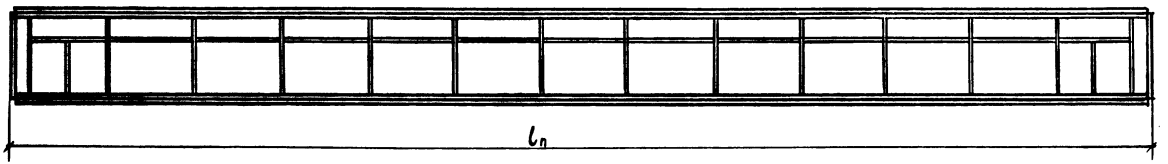
СОСТАВ РАЗДЕЛА

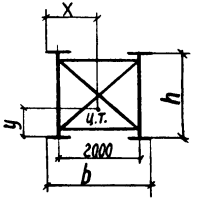
№№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
I	2	3	4
I	2539-03.0I.0I.	Цельноперевозимые металлические пролетные строения /проект инв. № 82I/I,II,III /. Основные характеристики.	57
2	2539-03.02.0I.	Размещение и крепление цельноперевозимого металлического пролетного строения длиной l_n= I8,8м на ж.-д. платформе.	58÷64
3	2539-03.03.0I.	Размещение и крепление цельноперевозимого металлического пролетного строения длиной l_n= 23,6м на ж.-д. платформе.	65÷71
4	2539-03.04.0I.	Размещение и крепление цельноперевозимого металлического пролётного строения длиной l_n= 27,6м на ж.-д. платформе.	72÷78

			2539-03.00.00.
Нач.отд.	Гордиенский		
ГИП	Гордиенский		Состав раздела 3
Норм.кон.	Новолодский		
Рук.груп.	Гуревич		
Инженер	Ходь		

Литер	Лист	Листов
РП	1	1

Гипротранспуть





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	Расчетная длина $l_р$ м	Высота пр. стр. h см	Ширина пр. стр. b см	Положение ц.т. мм x	Положение ц.т. мм y	Масса пр. стр. т
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

Нач. отд.	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		
Н. контр.	Новолодский		
Рук. гр.	Гуревич		
Инженер	Данков		

2539-03 01.01

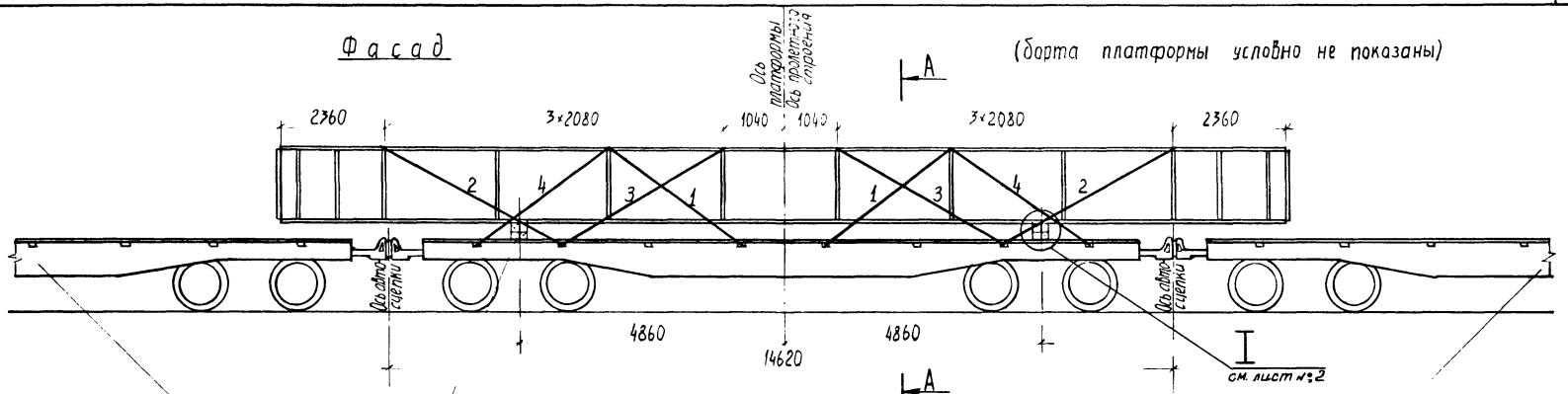
Цельноперевозимые металлические пролётные строения (проект инв. №: 821/I, II, III). Основные характеристики.

Литер	Лист	Листов
РП	1	1

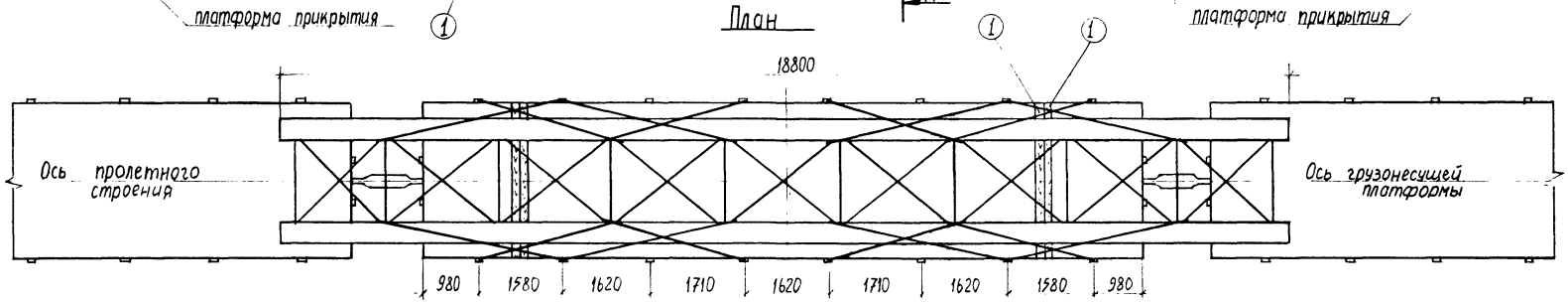
Гипротранспуть

Фасад

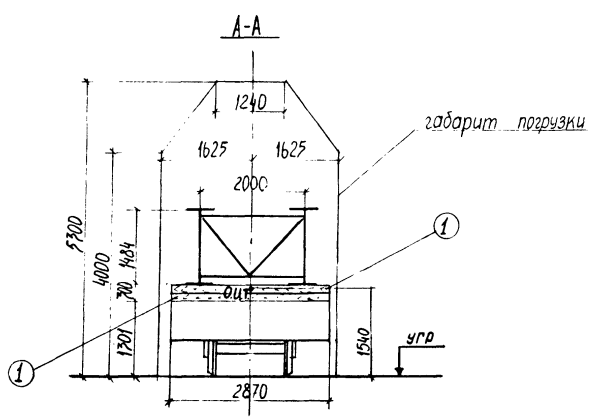
(борта платформы условно не показаны)



План



А-А



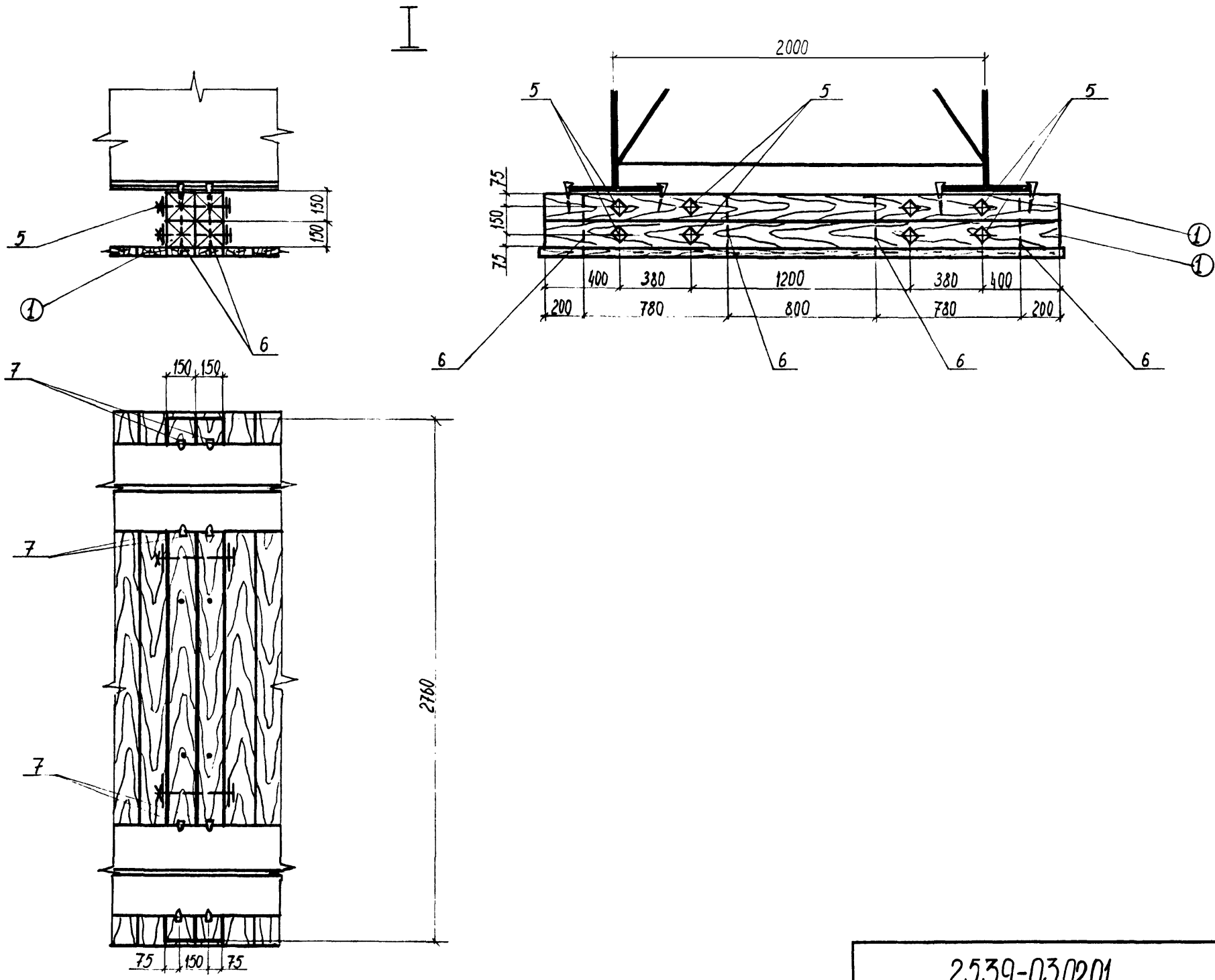
Нач отд	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		
Н контр	Новолодский		
Рук гр	Гуревич		
Инженер	Данков		

2539-03.02.01.

Размещение и крепление цельноперевозимого металлического пролетного строения длиной L_p = 18,8 м на ж.-д. платформе.

Литер	Лист	Листов
РП	1	7

Гипротранспуть


I
2000
5
5
5
75
150
75
400
380
1200
380
400
200
780
800
780
200
1
1
6
6
6
6
6
7
7
7
150
150
2760
75
150
75

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	База груза	мм	9720
2	Высота ц.т пролетного строения относительно его низа	мм	730
3	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно УГР	мм	1540
4	Масса груза	т	20,38
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. ед.	Масса кг. общ.	Материал	Примечание
1	Растяжка из проволоки	8 Ø6,3	31000	4	7,6	30	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
2	—— " —— " ——	8Ø6,3	36600	4	9,0	36		
3	—— " —— " ——	8Ø6,3	36300	4	8,9	36		
4	—— " —— " ——	8Ø6,3	32900	4	8,1	32		
5	Строительный болт с гайкой и двумя шайбами	М16	350	16	0,6	10	В Ст.3 сп4 по ГОСТ 380-71*	——
6	Штырь	Ø 12	350	16	0,3	5	В.Ст.3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2590-71
7	Костыль путейский	——	165	16	0,4	6	Ст.3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5812-51
Итого металла:						155		

Спецификация лесоматериалов

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

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка металлического пролётного строения длиной 18,8м на $4\frac{X}{-}$-осной грузонесущей платформе в сцепе с двумя платформами прикрытия. Пролётные строения изготовлены по типовому проекту инв.№821/I. Грузонесущая платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.
2. 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.
3. Пролётное строение устанавливается на деревянные подкладки. Подкладки состоят из $4\frac{X}{-}$ брусьев 150х150мм, объединённых между собой горизонтальными болтами и вертикальными штырями в пакет.
4. 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.
5. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанные пролётные строения на платформе вписываются 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.

Расчет к погрузке

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 – 20,38т

II Характеристика платформы

Платформа четырехосная

База - 9,72 м

Вес платформы – 22т

Положение ЦТ от УГР – 0,8 м

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{o.u.т.} = \frac{Q_{гр.} \times h_{гр.} + Q_{пл} \times h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} < 2,3 м$$

$h_{пл} = 0,8 м$

$h_{гр} = 2,331 м$

$$h_{o.u.т} = \frac{20,38 \times (1,301 + 0,3 + 0,73) + 22 \times 0,8}{20,38 + 22} = 1,54 м < [2,3 м]$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$S = S_{пл.} + S_{гр} \leq 50 м^2$: $S_{пл} = 13 м^2$

$S = 13 + 18,8 \times 1,46 = 40,4 м^2 < [50 м^2]$ $S_{гр} = 27,4 м^2$

Следовательно, общая поперечная устойчивость соблюдается.

IV Определение усилий, действующих на пролетное строение.

1ое сочетание сил

Продольная инерционная сила

$F_{пр.} = a_{пр} \times Q_{гр.}$

$a_{пр} = 1,2 тс/т$

$F_{пр} = 1,2 \times 20,38 = 24,46 тс$

Сила трения:

$F_{тр}^{пр} = Q_{гр} \times \mu$

$\mu = 0,4$

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

Продольное усилие, воспринимаемое креплением:

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

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

2ое сочетание сил

Поперечная инерционная сила:

$F_п = a_п \times Q_{гр}$

$a_п = 0,33 тс/т$

$F_п = 0,33 \times 20,38 = 6,72 тс$

Вертикальная инерционная сила:

$F_в = a_в Q_{гр.}$

$$a_в = 250 + K \times l_{гр.} + \frac{2140}{Q_{гр}^{o}}$$

$K = 5$, $l_{гр} = 0$; $Q_{гр}^{o} = 20,38 т$

$$a_в = 250 + 5 \times 0 + \frac{2140}{20,38} = 355 кгс/кг$$

$F_в = 0,355 \times 20,38 = 7,23 тс$

Ветровая нагрузка:

$W_п = 50 \times S_п$

$W_п = 50 \times 27,4 = 1370 кг = 1,37 тс$

$S_п = S_{гр}$

Сила трения:

$F_{тр}^{п} = Q_{гр.} \times \mu \times (1000 - a_в)$

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

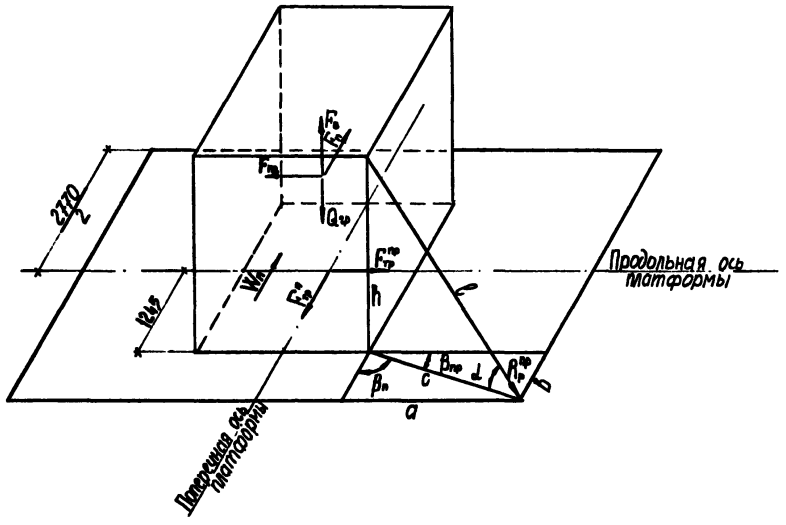
Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_п = n(F_п + W_п) - F_{тр}^{п}$

$n = 1,25$

$\Delta F_п = 1,25(6,72 + 1,37) - 5,2 = 4,91 тс$

V Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке от 1ого сочетания сил:

$$R_p^{np} = \frac{\Delta F'_{np}}{\Sigma(\mu \cdot \sin\alpha_i \cdot \cos\alpha_i \cdot \cos\beta_{npi})};$$

$a_1 = 2310$ мм

$a_2 = 3140$ мм

$a_3 = 3100$ мм

$a_4 = 2600$ мм

$b = 140$ мм

$h = 1760$ мм

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

$c_1 = \sqrt{2310^2 + 140^2} = 2314$ мм

$c_2 = \sqrt{3140^2 + 140^2} = 3143$ мм

$c_3 = \sqrt{3100^2 + 140^2} = 3103$ мм

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

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

$$\cos\beta'_{np} = \frac{2310}{2314} = 0{,}998 \quad ; \quad \cos\beta^3_{np} = \frac{3100}{3103} = 0{,}999$$

$$\cos\beta^2_{np} = \frac{3140}{3143} = 0{,}999 \quad ; \quad \cos\beta^4_{np} = \frac{2600}{2604} = 0{,}998$$

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

$l_1 = \sqrt{1760^2 + 2314^2} = 2907$ мм

$l_2 = \sqrt{1760^2 + 3143^2} = 3602$ мм

$l_3 = \sqrt{1760^2 + 3103^2} = 3567$ мм

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

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

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

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

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

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

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

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

Усилие в растяжке от 2го сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n^p}{\Sigma(\mu \cdot \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \times \cos\beta_{ni})} ;$$

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

$$\cos\beta_n^1 = \frac{140}{2314} = 0.06 \qquad \cos\beta_n^3 = \frac{140}{3103} = 0.045$$

$$\cos\beta_n^2 = \frac{140}{3147} = 0.044 \qquad \cos\beta_n^4 = \frac{140}{2604} = 0.054$$

$$R_p^n = \frac{4,91}{[(0,4\times 0,605 + 0,796\times 0,06)+(0,4\times 0,489+0,87\times 0,044)+(0,4\times 0,493+0,87\times 0,045)+}$$

$$\frac{}{+(0,4\times 0,56+0,828\times 0,054)]\times 2} = \frac{4,91}{2\times 1,03} = \underline{2,38\text{тс}}.$$

Принято: растяжки из проволоки ф6,3мм по 8 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку 2,72тс.

VI Определение размеров подкладок.

Определение высоты:

$$h_o = a_n \times tg\gamma + h_n + f_r + h_3 + h_6$$

$a_n = 3640$ мм $\qquad tg\gamma = 0,025$

$h_n = 100$ мм $\qquad h_3 = 25$мм

$h_6 = 0$

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

$n_w = 4,54$ м ; $\ell = 9,72$ м ; $q = 0,54$т/м

$E = 2,1\times 10^7$т/м², $J = 0,0147$м⁴

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

$h_o = 3640\times 0,025 + 100 + 0,2 + 25 + 0 = 216$мм

Принято $h_o = 0,3$м

Проверка на устойчивость:

$$b_o \geq \frac{2\cdot(1,25\,N_o\,\mu\,h_o - P_0\,h_6)}{N_o}$$

$P_0 = 0$

$$N_o^{np} = \frac{Q_{tp}}{2} + [\Sigma R_p^{np}\times\sin\alpha_i]\times 2$$

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

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

Принято: $b_o = 0,3$м.

VII Расчет подкладок на смятие.

Напряжение в подкладках при смятии по 1ом сочетанию сил:

$$b_c = \frac{N_o^{np}}{S_o} ;$$

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

Напряжение в подкладках при смятии по 2ом сочетанию сил:

$$b_c = \frac{N_o^n + F_6}{S_o} ;$$

$$N_o^n = \frac{Q_{tp}}{2} + [\Sigma R_p^n\times\sin\alpha_i]\times 2$$

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

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

Принято: подкладка 300×300 мм.

VIII Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$n_{np} = \frac{\ell}{(h_{u.r.} - h_y^{np})} \geq 1,25 ;$$

$h_{u.r} = 0,73$ м ; $h_y^{np} = 0$

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

XI Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_n = \frac{Q_{гр} \cdot b_n^o}{F_n \times (h_{ц.т.} - h_y^n) + W_n \times (h_{пп}^n - h_y^n)} > 1.25$$

$b_n^o = 1.245$ м ; $h_y^n = 0$

$h_{пп}^n = 0.73$ м

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

X Определение габаритности груза.

$B_г \geqslant B_м + 2 s_н$

$B_г = 3250$ мм ; $B_м = 2490$ мм

$$s_н = \frac{500}{R}(l + n_м) n_м - 105 + K$$

$R = 350$

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

$L = 18.8$ м

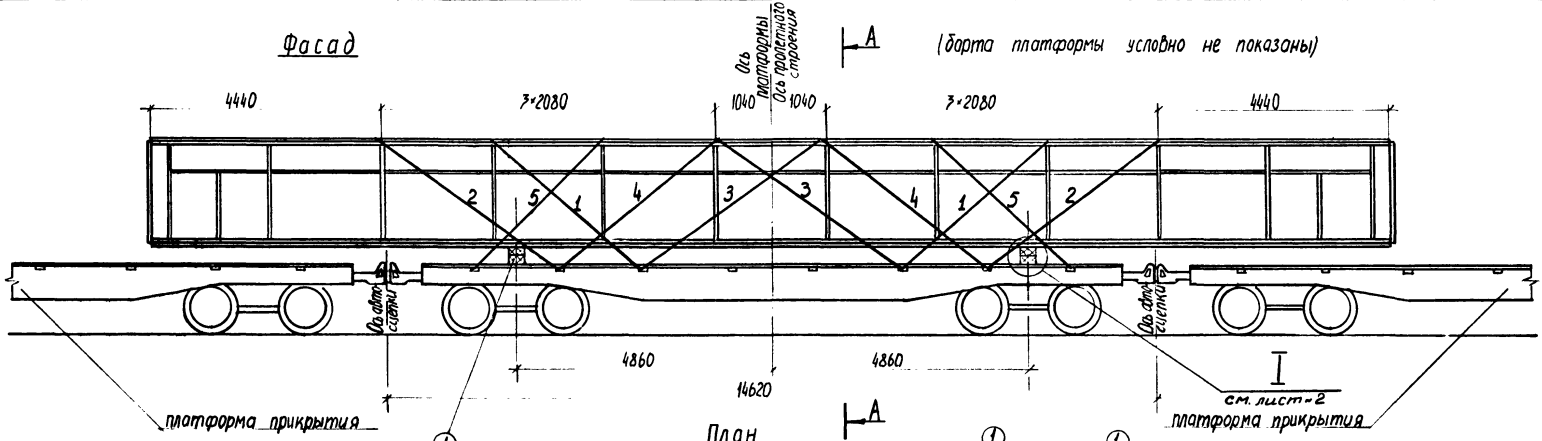
$$K = 70\left(\frac{18.8}{9.72} - 1.41\right) = 37 \text{ мм}$$

$$s_н = \frac{500}{350}(9.72 + 4.54)4.54 - 105 + 37 = 24 \text{ мм}$$

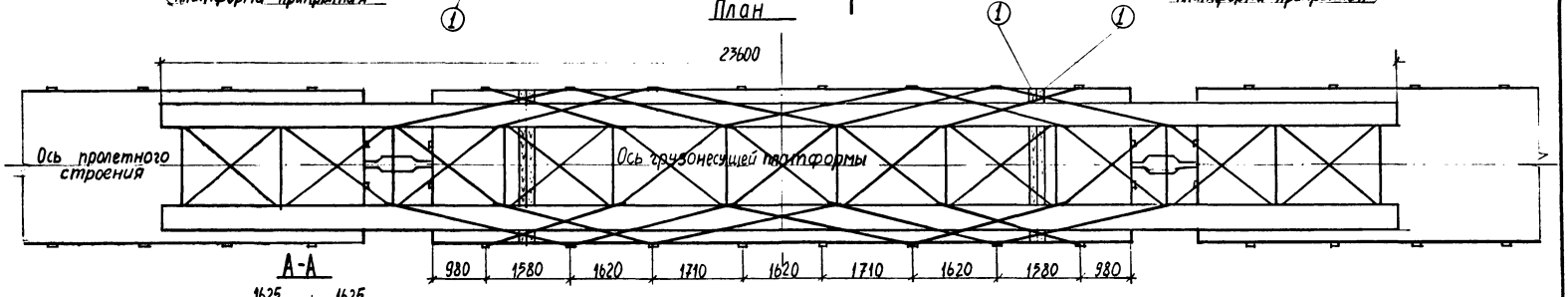
$B_г = [3250 \text{ мм}] > 2490 + 2 \times 24 = 2538$ мм

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

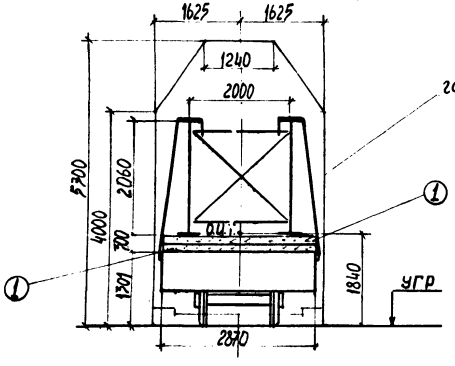
Фасад



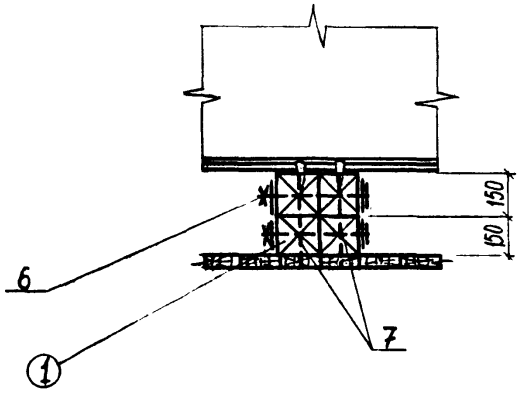
План

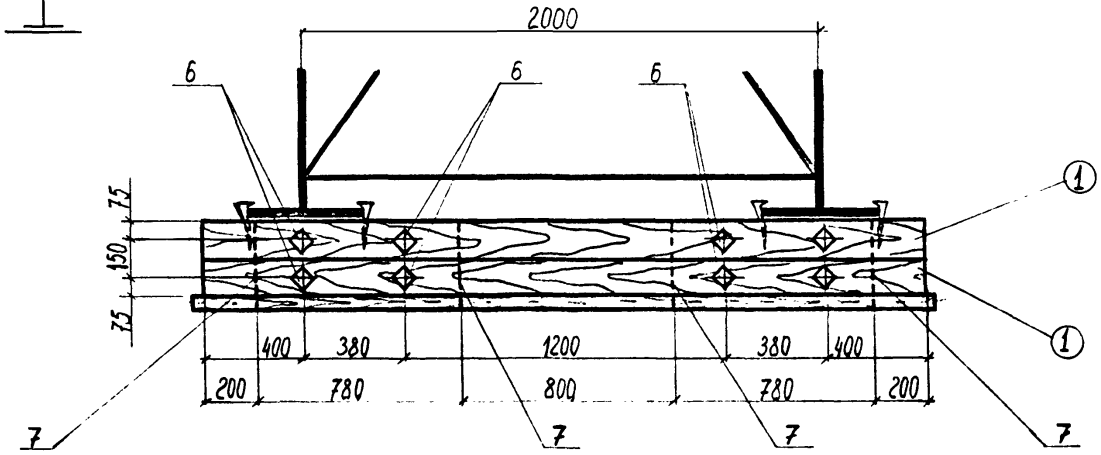


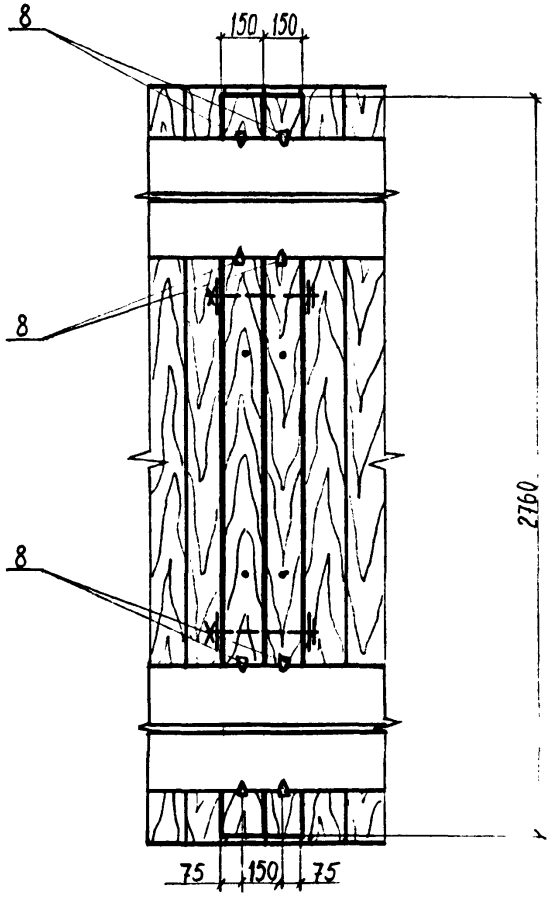
А-А



Нач. отд.	Гродзенский		2539-03.03.01		
ГИП	Гродзенский		Размещение и крепление цельнoперевозимого металлического пролетного строения длиной L_r=23,6 м на ж.-д. платформе.	Литер	Лист	Листов
Н.контр	Новолодский			РП	1	7
Рук. гр.	Гуревич			Гипротранспуть		
Инженер	Данков					


150
150
6
7
1


2000
6
6
6
1
75
150
75
400
380
1200
380
400
200
780
800
780
200
7
7
7
7
1


8
150
150
8
8
2760
75
150
75

Характеристика схемы погрузки

NN№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	База груза	мм	9720
2	Высота ц.т пролетного строения относительно его низа	мм	1030
3	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно УГР	мм	1840
4	Масса груза	т	29,02
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№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Примечание
1	Растяжка из проволоки	8Ф6,3	36400	4	8,9	36	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
2	——— II ——— II ———	8Ф6,3	39200	4	9,6	38		
3	——— II ——— II ———	8Ф6,3	43200	4	10,6	42		
4	——— II ——— II ———	8Ф6,3	39000	4	9,6	38		
5	——— II ——— II ———	8Ф6,3	35900	4	8,8	35		
6	Строительный болт с гайкой и двумя шайбами	М16	350	16	0,6	10	ВСт3 сп4 по ГОСТ 380-71*	———
7	Штырь	●12	350	16	0,3	5	ВСт3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2590-71
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, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Примечание
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.

I. В настоящем подразделе разработана перевозка металлического пролётного строения длиной 23,6м на 4-осной грузонесущей платформе в сцепе с двумя платформами прикрытия. Пролётные строения изготовлены по типовому проекту инв.№821/II. Грузонесущая платформа принята грузоподъёмностью 62-66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.

2. 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.

3. Пролётное строение устанавливается на деревянные подкладки. Подкладки состоят из брусьев 150х150мм, объединённых между собой горизонтальными болтами и вертикальными штырями в пакет.

4. 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.

5. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанные пролётные строения на платформе вписываются 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.

Расчет к погрузке

I Характеристика груза

Груз - металлическое пролетное строение
Длина пролетного строения - 23,6 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:

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

$h_{пл} = 0,8$ м
$h_{гр} = 2,631$ м

$$h_{o.ц.т.} = \frac{29,02 \times (1,301 + 0,3 + 1,03) + 22 \times 0,8}{29,02 + 22} = 1,84\,м < [2,3\,м]$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$S = S_{пл} + S_{гр} \leq 30\,м^2$
$S = 13 + 23,6 \times 2,06 = 61,6\,м^2 > 30\,м^2$

$S_{пл} = 13\,м^2$
$S_{гр} = 48,62\,м^2$

Следовательно, необходима проверка общей поперечной устойчивости.
Проверка:

$$\frac{P_ц + P_в}{P_c} \leq 0,5$$

$$P_c = \frac{1}{n_к}\left[n_в Q_{пл} + Q_{гр}\left(1 - \frac{B - B_o}{S + 0,5 f_{ок}}\right)\right]$$

$n_к = 8$; $n_в = 1$; $B = 0$; $B_o = 0$

$$P_c = \frac{1}{8}\left(1 \times 22 + 29,02\right) = 6,38\,тс$$

$$P_ц + P_в = \frac{2}{n_к (2S + f_{ок})}\left[0,075 \times (n_в \times Q_{пл} + Q_{гр}) h_{o.ц.т} + W h + n_в \times p - q\right]$$

$2S = 1,58$ м ; $f_{ок} = 0$; $q = 0,1$; $p = 3,34$; $h = 2,631$ м
$W = 30 \cdot S_п$
$W = 50 \times 48,62 = 2431\,кг = 2,431\,тс$

$$P_ц + P_в = \frac{2}{8 \cdot 1,58}\left[0,075 \times (1 \times 22 + 29,02) \cdot 1,84 + 2,431 \cdot 2,631 + 1 \times 3,34 - 0,1\right] = 2,64\,тс$$

$$\frac{P_ц + P_в}{P_c} = \frac{2,64}{6,38} = 0,41 < 0,5$$

Условие общей поперечной устойчивости выполняется

IV Определение усилий действующих на крепление.

1ое сочетание сил

Продольная инерционная сила:

$$F_{пр} = a_{пр} \cdot Q_{гр}$$

$$a_{пр} = a_{гг} - \frac{Q^o_{гр} \cdot (a_{гг} - a_{вз})}{63}$$

$a_{гг} = 1,2$; $Q^o_{гр} = 29,02$ т ; $a_{вз} = 1,0$

$$a_{пр} = 1,2 - \frac{29,02 \cdot (1,2 - 1,0)}{63} = 1,11\,тс/т$$

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

Сила трения:

$$F^{пр}_{тр} = Q_{гр} \times \mu$$

$\mu = 0,4$

$$F^{пр}_{тр} = 29,02 \times 0,4 = 11,61\,тс$$

Продольное усилие, воспринимаемое креплением:

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

2ое сочетание сил

Поперечная инерционная сила:

$$F_п = a_п \times Q_{гр} = 0,33 \times 29,02 = 9,58\,тс$$

$a_п = 0,33\,тс/т$

Вертикальная инерционная сила:

$$F_в = a_в Q_{гр} = 0,324 \times 29,02 = 9,4\,тс$$

$$a_в = 250 + K \ell_{гр} + \frac{2140}{Q^o_{гр}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{29,02} = 324\,кгс/кг$$

$K = 5$; $\ell_{гр} = 0$

Ветровая нагрузка:

$$W_п = 30 \cdot S_п = 50 \times 48,62 = 2431\,кг = 2,431\,тс$$

Сила трения:

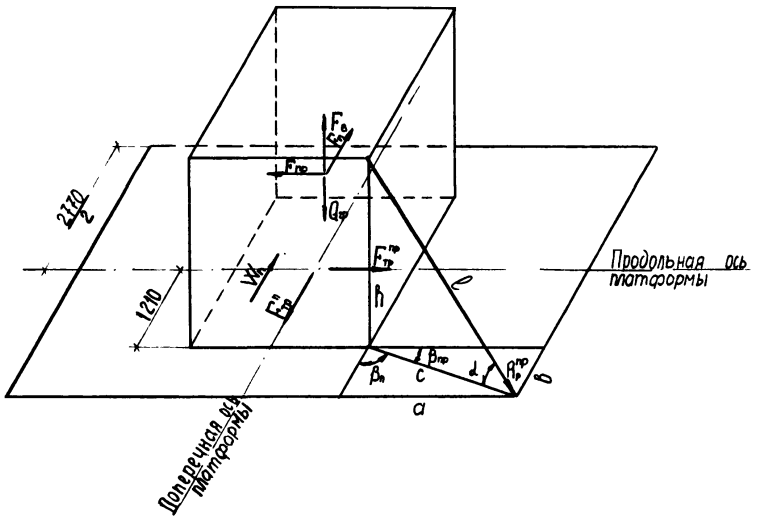
$$F^п_{тр} = Q_{гр} \cdot \mu \cdot (1000 - a_в) = 29,02 \cdot 0,4 \cdot (1000 - 324) = 7847\,кг = 7,8\,тс$$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_п = n(F_п + W_п) - F^п_{тр} = 1,25(9,58 + 2,431) - 7,8 = 7,21\,тс$$

$n = 1,25$

V Определение усилий в растяжках



Усилие в растяжке от 1го сочетания сил:

$$R_p^{пр.} = \frac{\Delta F'_{пр}}{\Sigma(\mu \times \sin\alpha_i + \cos\alpha_i + \cos\beta_{пр i})};$$

$a_1 = 2680$мм; $a_3 = 3560$мм

$a_2 = 3140$мм; $a_4 = 3100$мм

$a_5 = 2600$мм

$B = 175$мм ; $h = 2360$мм

$C = \sqrt{a^2 + B^2}$

$C_1 = \sqrt{2680^2 + 175^2} = 2685$мм; $C_3 = \sqrt{3560^2 + 175^2} = 3564$мм

$C_2 = \sqrt{3140^2 + 175^2} = 3145$мм; $C_4 = \sqrt{3100^2 + 175^2} = 3105$мм

$C_5 = \sqrt{2600^2 + 175^2} = 2606$мм

$$\cos\beta_{пр} = \frac{a}{c}$$

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

$$\cos\beta^2_{пр} = \frac{3140}{3145} = 0{,}998 \quad ; \quad \cos\beta^4_{пр} = \frac{3100}{3105} = 0{,}998$$

$$\cos\beta^5_{пр} = \frac{2600}{2606} = 0{,}997$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\sin\alpha^1 = \frac{2360}{3574} = 0{,}66 \quad ; \quad \sin\alpha^2 = \frac{2360}{4425} = 0{,}533$$

$$\sin\alpha^3 = \frac{2360}{3932} = 0{,}6 \qquad \sin\alpha^4 = \frac{2360}{3900} = 0{,}605$$

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

$$R_p^{пр} = \frac{20{,}59}{[(0{,}4 \times 0{,}66 + 0{,}751 \times 0{,}998) + (0{,}4 \times 0{,}6 + 0{,}8 \times 0{,}998) + (0{,}4 \times 0{,}533 + 0{,}805 \times 0{,}999) + (0{,}4 \times 0{,}605 + 0{,}796 \times 0{,}998) + (0{,}4 \times 0{,}671 + 0{,}741 \times 0{,}997)] \times 2} = \frac{20{,}59}{5{,}11 \times 2} = \underline{2{,}01\,тс}$$

Усилие в растяжке от 2-го сочетания сил:

$$R_p^0 = \frac{\Delta F_n^{p'}}{\Sigma\,(\mu \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \cos\beta_{ni})}$$

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

$$\cos\beta_n^1 = \frac{175}{2685} = 0{,}065 \qquad \cos\beta_n^2 = \frac{175}{3564} = 0{,}049$$

$$\cos\beta_n^3 = \frac{175}{3145} = 0{,}056 \qquad \cos\beta_n^4 = \frac{175}{3105} = 0{,}056$$

$$\cos\beta_n^5 = \frac{175}{2606} = 0{,}067$$

$$R_p^0 = \frac{7{,}21}{[0{,}4\times 0{,}66 + 0{,}751\times 0{,}065)+(0{,}4\times 0{,}6 + 0{,}8\times 0{,}056)+(0{,}4\times 0{,}533 + 0{,}805\times 0{,}049)+(0{,}4\times 0{,}605 + 0{,}796\times 0{,}056)+(0{,}4\times 0{,}671 + 0{,}741\times 0{,}067)]\times 2} = \frac{7{,}21}{2\times 1{,}45} = 2{,}49\,тс$$

Принято: растяжки из проволоки $\phi 6{,}3$ мм по 8 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку 2,72 тс.

VI Определение размеров подкладок

Определение высоты

$$h_0 = a_n + tg\gamma + h_n + f_r + h_2 + h_5$$

$a_n = 6040$ мм ; $tg\gamma = 0{,}025$

$h_n = 100$ мм ; $h_2 = 25$ мм

$h_5 = 0$

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

$n_n = 6{,}94$ м ; $\ell = 9{,}72$ м $q = 0{,}61$ т/м

$E = 2{,}1\cdot 10^7$ т/м² ; $J = 0{,}0289$ м⁴

$$f_r = \frac{0{,}61\times 6{,}94\times 9{,}72^3}{24\times 2{,}1\cdot 10^7\times 0{,}0289}\left(1 - 6\,\frac{6{,}94^2}{9{,}72^2} - 3\,\frac{6{,}94^3}{9{,}72^3}\right) = -0{,}0008\,м = -0{,}8\,мм$$

$h_0 = 6040\times 0{,}025 + 100 + 1 + 25 + 0 = 277$ мм

Принято: $h_0 = 0{,}3$ м

Проверка на устойчивость:

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

$h_y = 0$

$$N_0^{пр} = \frac{Q_{гр}}{2} + [\Sigma R_p^{пр}\times \sin\alpha_i]\times 2$$

$$N_0^{пр} = \frac{29{,}02}{2} + 2\times(1{,}97\times 0{,}609 + 1{,}97\times 0{,}548 + 1{,}97\times 0{,}5 + 1{,}97\times 0{,}533 + 1{,}97\times 0{,}62) =$$

$$= 25{,}66\,тс$$

$$b_0 \geq \frac{2\times 1{,}25\times 25{,}66\times 0{,}4\times 0{,}3}{25{,}66} = 0{,}3\,м$$

Принято: $b_0 = 0{,}3$ м

VII Расчет подкладок на смятие

Напряжение в подкладках при смятии по 1-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^{пр}}{S_0};$$

$$\sigma_c = \frac{25{,}66}{2\times 0{,}42\times 0{,}3} = 102\,т/м^2 = 10{,}2\,кгс/см^2 < [30\,кгс/см^2]$$

Напряжение в подкладках при смятии по 2-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^n + F_в}{S_0}$$

$$N_0^n = \frac{Q_{гр}}{2} + [\Sigma R_p^n\times \sin\alpha_i]\times 2$$

$$N_0^n = \frac{29{,}02}{2} + 2(2{,}63\times 0{,}609 + 2{,}63\times 0{,}548 + 2{,}63\times 0{,}5 + 2{,}63\times 0{,}533 + 2{,}63\times 0{,}62) =$$

$$= 29{,}39\,тс$$

$$\sigma_c = \frac{29{,}39 + 9{,}4/2}{2\times 0{,}42\times 0{,}3} = 135\,т/м^2 = 13{,}5\,кгс/см^2 < [30\,кгс/см^2]$$

Принято: подкладка 300×300 мм

VIII Проверка устойчивости груза вдоль платформы

$$\eta_{пр} = \frac{\ell}{(h_{ц.т.} - h_y^{пр})} \geq 1{,}25$$

$h_{ц.т} = 1{,}03$ м $\qquad h_y^{пр} = 0$

$$\eta_{ф} = \frac{5{,}01}{1{,}03} = 4{,}86 > [1{,}25]$$

IX Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_п = \frac{Q_{гр} \times B_п^o}{F_п \times (h_{ц.т.} - h_у^п) + W_п \times (h_{нп}^п - h_у^п)} \geqslant 1{,}25$$

$B_п^o = 1{,}21$ м ; $h_у^п = 0$

$h_{нп}^п = 1{,}03$ м

$$\eta = \frac{29{,}02 \times 1{,}21}{9{,}58 \times 1{,}03 + 2{,}431 \times 1{,}03} = 2{,}8 > [1{,}25]$$

X Определение габаритности груза

$B_г \geqslant B_н + 2f_н$

$B_г = 3250$ мм ; $B_н = 2490$ мм

$$f_н = \frac{500}{R}(l + n_н)n_н - 105 + K$$

$R = 350$

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

$L = 23{,}6$ м

$$K = 70\left(\frac{23{,}6}{9{,}72} - 1{,}41\right) = 71 \text{ мм}$$

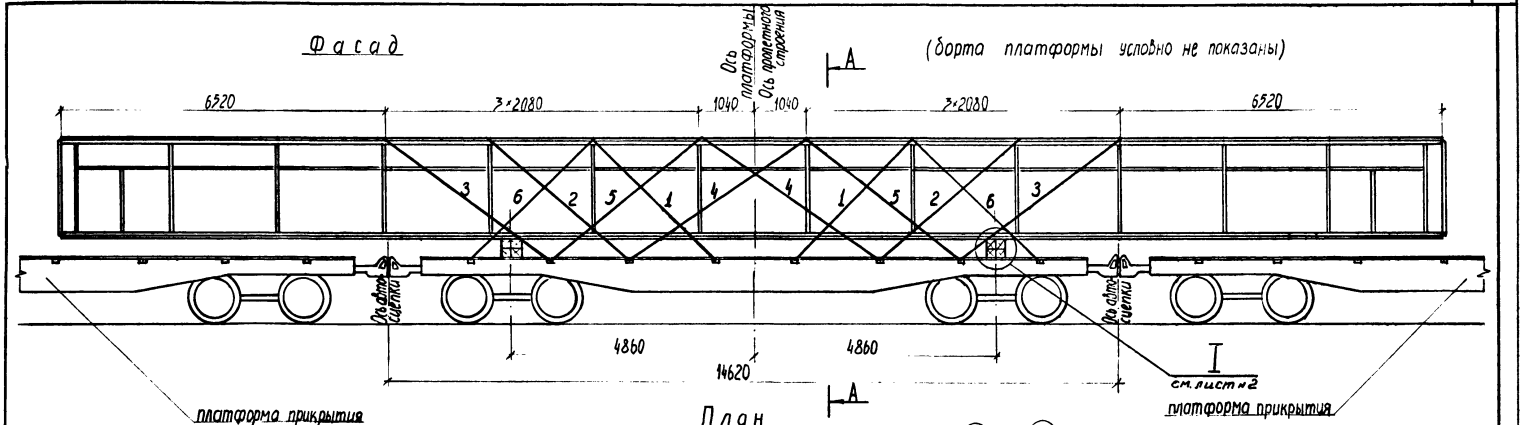
$$f_н = \frac{500}{350}(9{,}72 + 6{,}94) \times 6{,}94 - 105 + 71 = 131 \text{ мм}$$

$B_г = [3250 \text{ мм}] > 2420 + 2 \times 131 = 2682$ мм

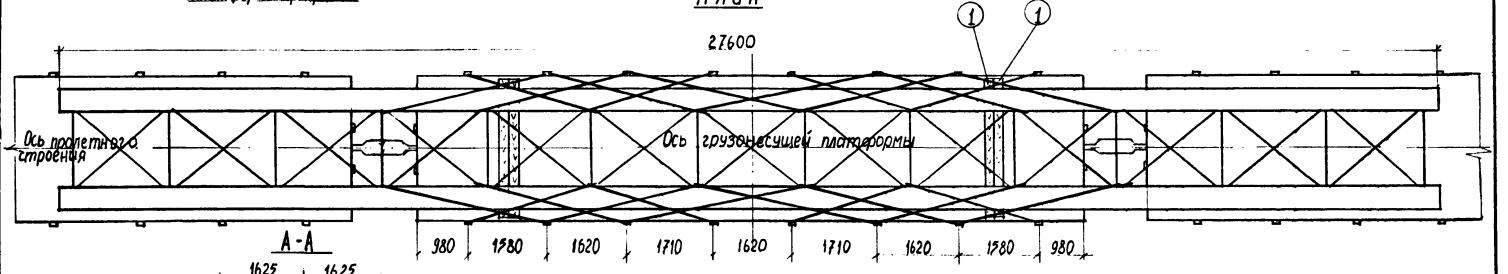
Следовательно, пролетное строение вписывается в габарит погрузки на кривых участках пути.

Фасад

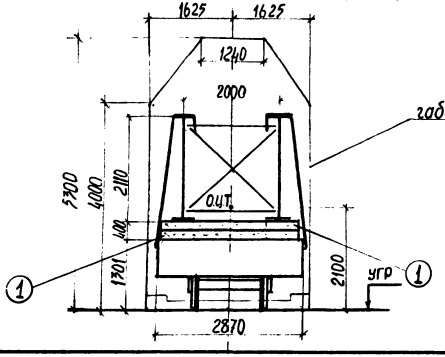
(борта платформы условно не показаны)



План



А-А



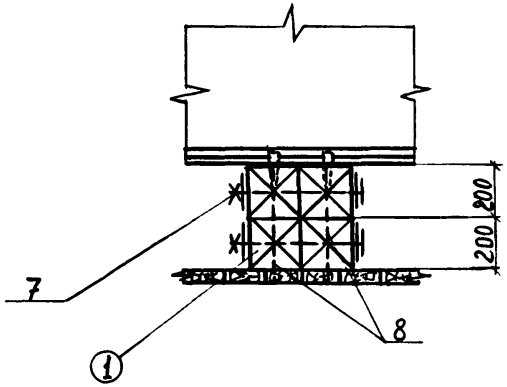
Нач отд	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		
Н.контр	Новолодский		
Рук гр	Гуревич		
Инженер	Данков		

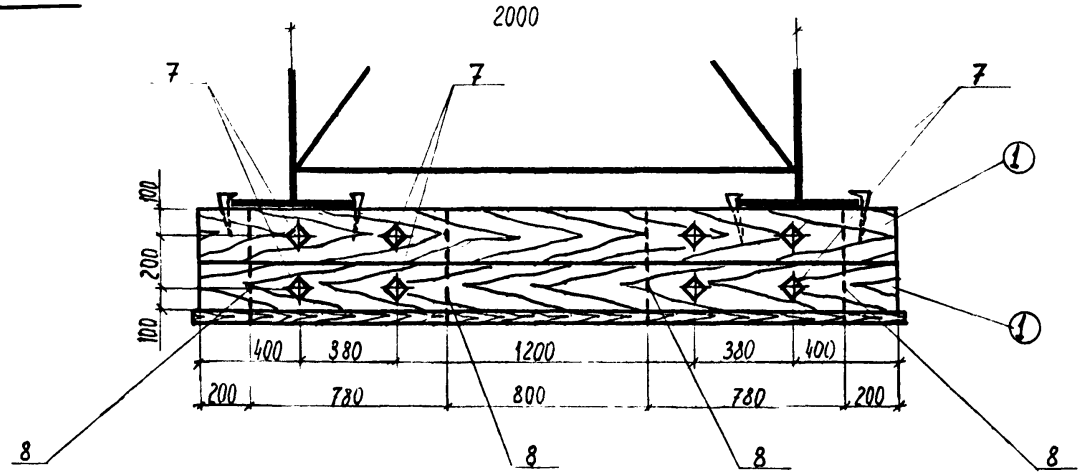
2539-03.04.01

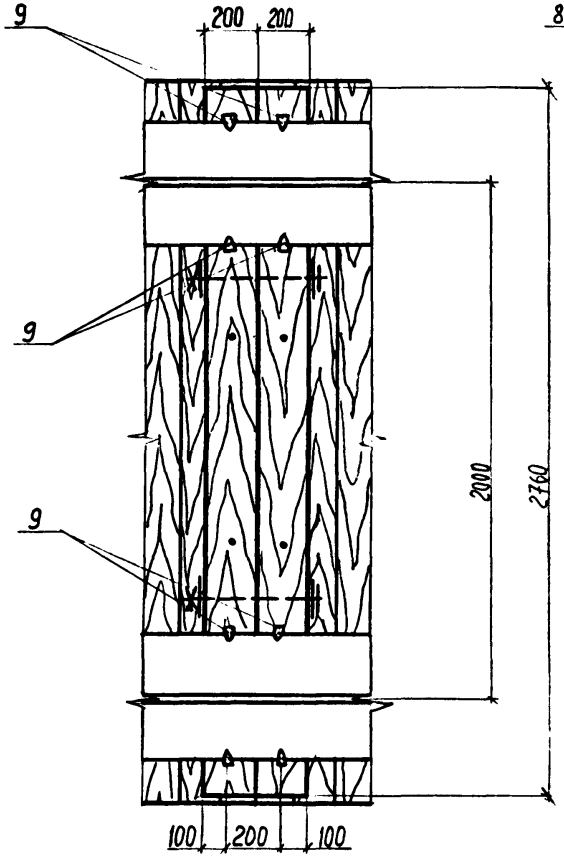
Размещение и крепление цельноперевозимого металлического пролётного строения длиной ℓ_n = 27,6 м на ж-д. платформе.

Литер	Лист	Листов
РП	1	7

Гипротранспуть


800
200
7
8
1


2000
7
7
7
1
1
100
200
100
400
380
1200
380
400
200
780
800
780
200
8
8
8
8


9
200
200
9
9
2000
2760
100
200
100

Характеристика схемы погрузки

NN п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	База груза	мм	9720
2	Высота ц.т. пролетного строения относительно его низа	мм	1055
3	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно УГР	мм	2100
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

NN поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Примечание
1	Растяжка из проволоки	8 Ф6,3	35100	4	8,6	34	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
2	—— " —— " ——	8 Ф6,3	37200	4	9,1	36		
3	—— " —— " ——	8 Ф6,3	40000	4	9,8	39		
4	—— " —— " ——	8 Ф6,3	41400	4	10,1	40		
5	—— " —— " ——	8 Ф6,3	39700	4	9,7	39		
6	—— " —— " ——	8 Ф6,3	36700	4	9,0	36		
7	Строительный болт с гайкой и двумя шайбами	М16	450	16	0,8	13	В Ст3 сп4 по ГОСТ 380-71*	——
8	Штырь	●12	450	16	0,4	6	В Ст3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2590-71*
9	Костыль путейский	——	165	16	0,4	6	Ст3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5812-51
Итого металла:						249		

Спецификация лесоматериалов

NN поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Примечание
①	Опорный брус	20×20	287	8	0,110	0,88	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-66*
Итого лесоматериалов:						0,88		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

I. В настоящем подразделе разработана перевозка металлического пролётного строения длиной 27,6м на $4\frac{X}{-}$-осной грузонесущей платформе в сцепе с двумя платформами прикрытия. Пролётные строения изготовлены по типовому проекту инв.№821/III. Грузонесущая платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.

2. 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.

3. Пролётное строение устанавливается на деревянные подкладки. Подкладки состоят из $4\frac{X}{-}$ брусьев 200х200мм, объединённых между собой горизонтальными болтами и вертикальными штырями в пакет.

4. 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.

5. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанные пролётные строения на платформе вписываются 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.

Расчет к погрузке.

I Характеристика груза

Груз - металлическое пролетное строение
Длина пролетного строения - 27,6 м
Ширина пролетного строения - 2,49 м
Высота пролетного строения - 2,11 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:

$$h_{o.u.t.} = \frac{Q_{гр} \times h_{гр} + Q_{пл.} \times h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл.}} \leq 2,3\text{ м};$$

$h_{пл.} = 0,8$ м
$h_{гр.} = 2,756$ м

$$h_{o.u.t.} = \frac{45,57 \times (1,301 + 0,4 + 10,55) + 22 \times 0,8}{45,57 + 22} = 2,1\text{ м} < [2,3\text{ м}]$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$S = S_{пл} + S_{гр.} \leq 50\text{ м}^2$ $\quad S_{пл.} = 13\text{ м}^2$

$S = 13 + 27,6 \times 2,11 = 71,2\text{ м}^2 > [50\text{ м}^2]$ $\quad S_{гр.} = 58,2\text{ м}^2$

Следовательно, необходима проверка общей поперечной устойчивости.

Проверка:

$$\frac{P_ц + P_в}{P_c} \leq 0,5$$

где, $P_c = \frac{1}{n_к}\left[n_в Q_{пл} + Q_{гр}\left(1 - \frac{B - B_o}{S + 0,5 S_{ок}}\right)\right]$

$n_к = 8$; $n_в = 1$; $B = 0$; $B_o = 0$

$$P_c = \frac{1}{8}\left(1 \cdot 22 + 45,57\right) = 8,45\text{ тс}$$

$$P_ц + P_в = \frac{2}{n_к (2S + S_{ок})}\left[0,075 (n_в Q_{пл} + Q_{гр.}) K h_{o.u.t} + W K h + n_в p - q\right]$$

$2S = 1,58$ м ; $S_{ок} = 0$; $q = 0,1$; $p = 3,34$; $h = 2,756$ м

$W = 50 S_n$

$W = 50 \cdot 58,2 = 2910\text{ кг} = 2,91\text{ тс}$

$$P_ц + P_в = \frac{2}{8 \cdot 1,58}\left[0,075 (1 \cdot 22 + 45,57) 2,1 + 2,91 \cdot 2,756 + 1 \cdot 3,34 - 0,1\right] = 7,46\text{ тс}$$

$$\frac{P_ц + P_в}{P_c} = \frac{7,46}{8,45} = 0,91 < 0,5$$

Условие общей поперечной устойчивости выполняется.

IV Определение усилий, действующих на пролетное строение.

1ое сочетание сил

Продольная инерционная сила:

$F_{пр} = a_{пр} \cdot Q_{гр}$.

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q^o_{гр} (a_{22} - a_{65})}{63}$$

$a_{22} = 1,2$; $Q^o_{гр} = 45,57$ т ; $a_{65} = 1,0$

$$a_{пр} = 1,2 - \frac{45,57 (1,2 - 1)}{63} = 1,06\text{ тс/т}$$

$F_{пр} = 1,06 \times 45,57 = 48,3$ тс

Сила трения:

$F^{пр}_{тр} = Q_{гр} \cdot \mu$

$\mu = 0,4$

$F^{пр}_{тр} = 45,57 \cdot 0,4 = 18,23$ тс

Продольное усилие, воспринимаемое креплением:

$\Delta F_{пр.} = F_{пр} - F^{пр}_{тр} = 48,3 - 18,23 = 30,1$ тс

2ое сочетание сил

Поперечная инерционная сила:

$F_п = a_п \cdot Q_{гр} = 0,33 \times 45,57 = 15,04$ тс

$a_п = 0,33$ тс/т

Вертикальная инерционная сила:

$F_в = a_в \cdot Q_{гр} = 0,297 \times 45,57 = 13,53$ тс

$$a_в = 250 + K l_{гр} + \frac{2140}{Q^o_{гр}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{45,57} = 297\text{ кгс/кг}$$

$K = 5$; $l_{гр} = 0$

Ветровая нагрузка:

$W_п = 50 \cdot S_п = 50 \cdot 58,2 = 2,91$ тс

Сила трения:

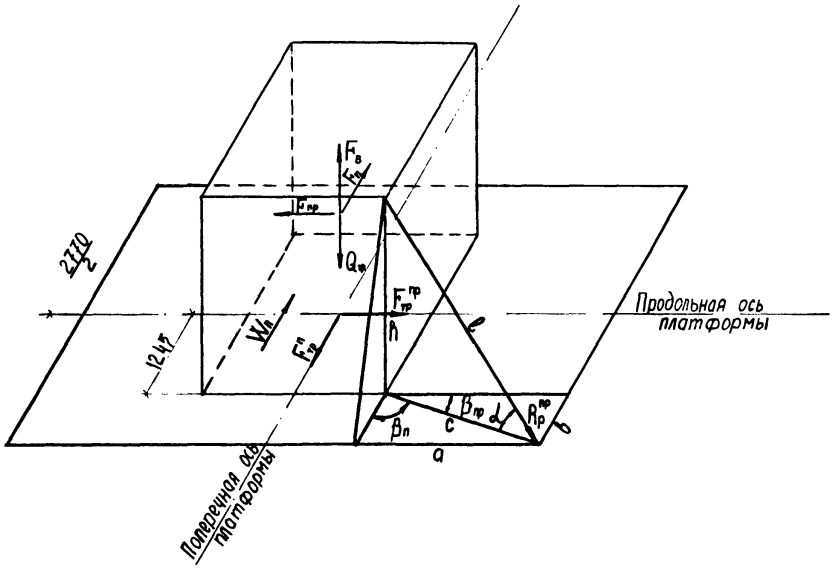
$F^п_{тр} = Q_{гр} \cdot \mu \cdot (1000 - a_в) = 45,57 \cdot 0,4 \cdot (1000 - 297) = 12800\text{ кг} = 12,8$ тс

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_п = n (F_п + W_п) - F^п_{тр} = 1,25 (15,04 + 2,91) - 12,8 = 9,64$ тс

$n = 1,25$

V Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке от 1-го сочетание сил:

$$R_p^{пр} = \frac{\Delta F'_{пр}}{\Sigma (\mu \times \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \times \cos\beta_{пр_i})};$$

$a_1 = 2310$ мм ; $a_4 = 3560$ мм

$a_2 = 2680$ мм , $a_5 = 3100$ мм

$a_3 = 3140$ мм ; $a_6 = 2600$ мм

$B = 140$ мм , $h = 2510$ мм

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

$c_1 = \sqrt{2310^2 + 140^2} = 2314$мм; $c_4 = \sqrt{3560^2 + 140^2} = 3563$ мм

$c_2 = \sqrt{2680^2 + 140^2} = 2684$мм; $c_5 = \sqrt{3100^2 + 140^2} = 3103$ мм

$c_3 = \sqrt{3140^2 + 140^2} = 3143$мм; $c_6 = \sqrt{2600^2 + 140^2} = 2604$ мм

$$\cos\beta_{пр} = \frac{a}{c}$$

$$\cos\beta^1_{пр} = \frac{2310}{2314} = 0{,}998 ; \quad \cos\beta^4_{пр} = \frac{3560}{3563} = 0{,}999$$

$$\cos\beta^2_{пр} = \frac{2680}{2684} = 0{,}998 ; \quad \cos\beta^5_{пр} = \frac{3100}{3103} = 0{,}999$$

$$\cos\beta^3_{пр} = \frac{3140}{3143} = 0{,}999 , \quad \cos\beta^6_{пр} = \frac{2600}{2604} = 0{,}998$$

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

$\ell_1 = \sqrt{2510^2 + 2314^2} = 3413$мм; $\ell_4 = \sqrt{2510^2 + 3563^2} = 4196$мм

$\ell_2 = \sqrt{2510^2 + 2684^2} = 3674$мм; $\ell_5 = \sqrt{2510^2 + 3103^2} = 3990$мм

$\ell_3 = \sqrt{2510^2 + 3143^2} = 4022$мм; $\ell_6 = \sqrt{2510^2 + 2604^2} = 3618$мм

$$\cos\alpha = \frac{c}{\ell}$$

$$\cos\alpha^1 = \frac{2314}{3413} = 0{,}678 ; \quad \cos\alpha^4 = \frac{3563}{4196} = 0{,}849$$

$$\cos\alpha^2 = \frac{2684}{3674} = 0{,}73 \quad \cos\alpha^5 = \frac{3103}{3990} = 0{,}778$$

$$\cos\alpha^3 = \frac{3143}{4022} = 0{,}781 , \quad \cos\alpha^6 = \frac{2604}{3618} = 0{,}72$$

$$\sin\alpha = \frac{h}{\ell}$$

$$\sin\alpha^1 = \frac{2510}{3413} = 0{,}735 ; \quad \sin\alpha^4 = \frac{2510}{4196} = 0{,}598$$

$$\sin\alpha^2 = \frac{2510}{3674} = 0{,}683 ; \quad \sin\alpha^5 = \frac{2510}{3990} = 0{,}629$$

$$\sin\alpha^3 = \frac{2510}{4022} = 0{,}624 , \quad \sin\alpha^6 = \frac{2510}{3618} = 0{,}694$$

$$R_p^{пр} = \frac{30{,}1}{[(0{,}4 \times 0{,}735 + 0{,}678 \times 0{,}998) + (0{,}4 \times 0{,}683 + 0{,}73 \times 0{,}998) + (0{,}4 \times 0{,}624 + 0{,}783 \times 0{,}999) + (0{,}4 \times 0{,}598 + 0{,}849 \times 0{,}999) + (0{,}4 \times 0{,}629 + 0{,}778 \times 0{,}999) + (0{,}4 \times 0{,}694 + 0{,}72 \times 0{,}998)] \times 2} = \frac{30{,}1}{6{,}12 \times 2} = 2{,}46 тс$$

Усилие в растяжке от 2го сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n^p}{\Sigma(\mu \cdot \sin\alpha_i \cdot \cos\alpha_i \cdot \cos\beta_{ni})};$$

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

$\cos\beta_n^1 = \frac{140}{2314} = 0,06$ $\quad$ $\cos\beta_n^4 = \frac{140}{3563} = 0,039$

$\cos\beta_n^2 = \frac{140}{2684} = 0,052$ $\quad$ $\cos\beta_n^5 = \frac{140}{3107} = 0,045$

$\cos\beta_n^3 = \frac{140}{3143} = 0,044$ $\quad$ $\cos\beta_n^6 = \frac{140}{2604} = 0,054$

$$R_p^n = \frac{9,64}{[(0,4\times0,735+0,678\times0,06)+(0,4\times0,683+0,73\times0,052)+(0,4\times0,624+0,781\times0,044)+(0,4\times0,598+0,849\times0,039)+(0,4\times0,629+0,778\times0,045)+(0,4\times0,694+0,72\times0,054)]\times2} = \frac{9,64}{1,81\times2} = \underline{2,66\ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки $\phi 6,3_{мм}$ по 8 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку 2,72 тс.

VI Определение размеров подкладок.

Определение высоты:

$$h_o = a_n + tg\gamma \cdot h_n + f_r + h_3 + h_5$$

$a_n = 8240_{мм}$ $\quad$ $tg\gamma = 0,025$

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

$h_5 = 0$

$$f_r = \frac{q\cdot n_n\cdot l^3}{24\,EJ}\left(1-6\frac{n_n^2}{l^2}-3\frac{n_n^3}{l^3}\right)$$

$n_n = 8,94_м$; $l = 9,72_м$ $\quad$ $q = 0,82\ т/м$

$E = 2,1\cdot10^3\ т/м^2$, $J = 0,053\ м^4$

$$f_r = \frac{0,82\times8,94\times9,72^3}{24\cdot2,1\cdot10^7\cdot0,053}\left(1-6\frac{8,94^2}{9,72^2}-3\frac{8,94^3}{9,72^3}\right) = -0,00161_м = -1,61_{мм}$$

$h_o = 8240\times0,025+100+2+25+0 = 333_{мм}$

Принято: $h_o = 0,4_м$

Проверка на устойчивость:

$$b_o \geq \frac{2(1,25\,N_o\,\mu h_o - P_y h_y)}{N_o};$$

$h_y = 0$

$$N_o^{пр} = \frac{Q_{тр}}{2} + \Sigma[R_p^{пр}\times\sin\alpha_i]\times2$$

$$N_o^{пр} = \frac{45,57}{2} + 2\times(2,42\times0,674+2,42\times0,618+2,42\times0,557+2,42\times0,51+2,42\times0,562+2,42\times0,629) = 39,96\ тс$$

$$b_o \geq \frac{2\times1,25\times39,96\times0,4\times0,4}{39,96} = 0,4_м$$

Принято: $b_o = 0,4_м$

VII Расчет подкладок на смятие.

Напряжение в подкладках при смятии по 1му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_o^{пр}}{S_o};$$

$$\sigma_c = \frac{39,96}{2\times0,49\times0,4} = 102\ тс/м^2 = 10,2\ кгс/см^2 < [30\ кгс/см^2]$$

Напряжение в подкладках при смятии по 2му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_o^n + F_в}{S_o};$$

$$N_o^n = \frac{Q_{тр}}{2} + [\Sigma R_p^n\times\sin\alpha_i]\times2;$$

$$N_o^n = \frac{45,57}{2} + 2\times(1,91\times0,674+1,91\times0,618+1,91\times0,557+1,91\times0,51+1,91\times0,562+1,91\times0,629) = 36,32\ тс$$

$$\sigma_c = \frac{36,32+13,53/2}{2\times0,49\times0,4} = 110\ тс/м^2 = 11\ кгс/см^2 < [30\ кгс/см^2]$$

Принято: подкладка 400×400 мм

VIII Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{пр} = \frac{l}{(h_{ц.т} - h_y^{пр})} \geq 1,25$$

$h_{ц.т} = 1,055_м$ $\quad$ $h_y^{пр} = 0$

$$\eta_{пр} = \frac{5,06}{1,055} = 4,8 > [1,25]$$

IX Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_n = \frac{Q_{гр} \cdot b_n^*}{F_n \cdot (h_{ц.т} - h_y^*) + W_n \cdot (h_{пп}^* - h_y^*)} \geq 1.25$$

$b_n^* = 1.245$ м ; $h_y^* = 0$

$h_{пп}^* = 1.055$ м ,

$$\eta_n = \frac{45.57 \times 1.245}{15.04 \times 1.055 + 2.91 \times 1.055} = 3.07 > [1.25]$$

X Определение габаритности груза

$B_г \geq B_н + 2 f_н$

$B_г = 3250$ мм ; $B_н = 2490$ мм

$$f_н = \frac{500}{R} (l + n_н) n_н - 105 + K$$

$R = 350$;

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

$L = 27.6$ м

$$K = 70 \left(\frac{27.6}{9.72} - 1.41 \right) = 100 \text{ мм}$$

$$f_н = \frac{500}{350} (9.72 + 8.94) \times 8.94 - 105 + 100 = 233 \text{ мм}$$

$B_г = [3250 \text{ мм}] > 2490 + 2 \times 233 = 2956$ мм

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

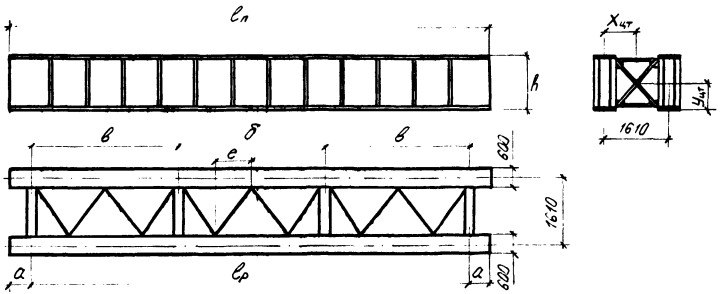
РАЗДЕЛ 4. ПОГРУЗКА, РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ ИНВЕНТАРНЫХ ПАКЕТНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ / ТИПОВОЙ ПРОЕКТ СЕРИИ 3.501.2-127 / НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМАХ.

СОСТАВ РАЗДЕЛА

№№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
I	2	3	4
I	2539-04.0I.0I.	Инвентарные металлические пакетные пролетные строения / проект серии 3.501.2-127 /. Основные характеристики.	80
2	2539-04.02.0I.	Размещение и крепление на ж.-д. платформе металлического пакетного пролетного строения $L_п$ = 8,44м.	81 ÷ 86
3	2539-04.03.0I.	Размещение и крепление на ж.-д. платформе металлического пакетного пролетного строения $L_п$ = I2,55м.	87 ÷ 91
4	2539-04.04.0I.	Размещение и крепление на ж.-д. платформе металлического пакетного пролетного строения $L_п$ = I6,25м.	92 ÷ 97
5	2539-04.05.0I.	Размещение и крепление на ж.-д. платформе металлического пакетного пролетного строения $L_п$ = I8,9м.	98 ÷ 102
6	2539-04.06.0I.	Размещение и крепление на ж.-д. платформе металлического пакетного пролетного строения $L_п$ = 23,8м.	103 ÷ 108

			2539-04.00.00.
Нач.отд.	Гродзенский		Состав раздела 4.
ГИП	Гродзенский		Литер: РП; Лист: 1; Листов: 1
Норм.кон.	Новолодский		Гипротранспуть
Рук.груп.	Гуревич		
Инженер	Ноль		

Основные характеристики инвентарных металлических пролётных строений длинами 8.0÷23.0 м



$l_р$ м	$X_{цт}$ см	$Y_{цт}$ см	a см	$l_п$ м	в см	б 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	71.5	40	23.8	765	765	143	153	31.5

Нач. отд.	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		
Норм. кон.	Новолодский		
Рук. груп.	Гуревич		
Инженер	Ноль		

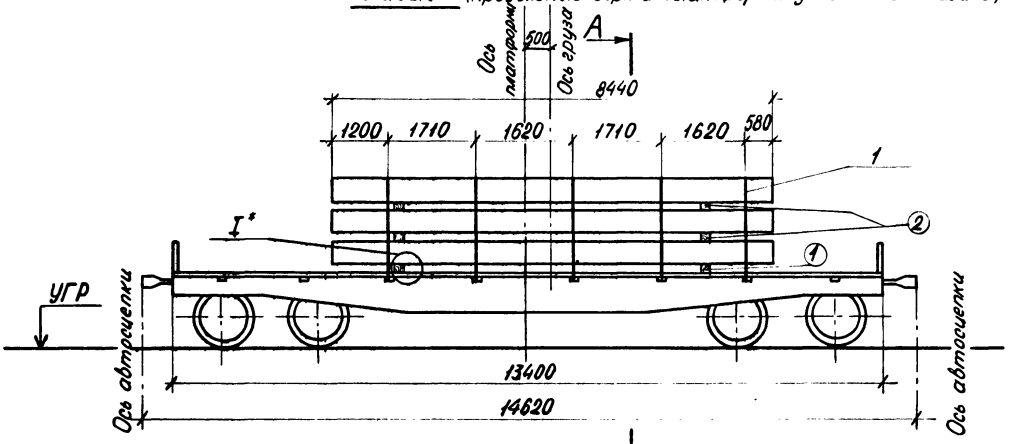
2539-040101.

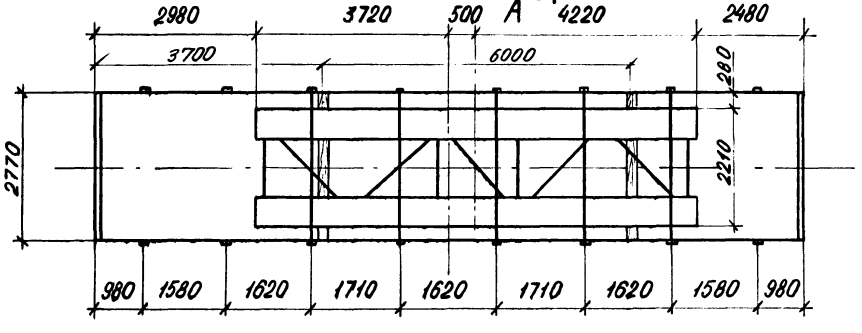
Инвентарные металлические пакетные пролетные строения (проект серии 3.501.2-128)
Основные характеристики

Литер	Лист	Листов
РП	1	1

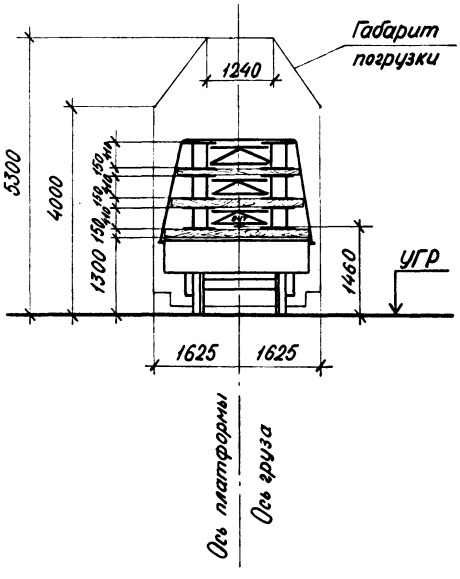
Гипротранспуть

Фасад (продольные борта платформы условно не показаны).





А-А



*Узел I см. на черт. 2539-05.02.01 лист 2

				2539-04.02.01			
Нач.отд.	Гродзенский			Размещение и крепление на ж.д. платформе металлического пакетного пролетного строения $L_д$ = 8.44 м.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский				РП	1	6
Н.контр.	Новолодский				ГИПРОТРАНСПУТЬ		
Рук.груп.	Гуревич						
Инж.	Данкова						

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 ед.	Масса, кг общ.	Материал	Примечание
1.	Обвязка из проволоки ℓ = 6800 мм	8 ф 7.5	54400	5	18.9	94.5	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 283-75 ГОСТ 4028-63
4.								
5.								
Итого металла:						95		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Примечание
①	Подкладка	15×15	277	2	0.062	0.12	сосна, ель не ниже 3с	ГОСТ 8486-66**
2.	Прокладка	15×15	240	4	0.11	0.22	—//—	—//—
Итого лесоматериалов:						0.35		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4-х осной платформе трёх инвентарных металлических пакетных пролётных строений длиной 8,44м, изготовленных по типовому проекту 3.501.2-127.
   Платформа принята грузоподъёмностью 62-66т, постройки с 1965г на тележках ЦНИИ-Х3.
2. Пакетные пролетные 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 ф7,5мм. 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 погрузке

I. Характеристика груза. II. Характеристика платформы.

Груз – три металлических пакета сварной конструкции

Полная длина груза – 8.44 м

Полная ширина груза – 2.21 м

Полная высота груза – 1.53 м

Вес груза – 21 т

Платформа четырёхосная

База – 9.72 м

Вес платформы – 21 т

Положение ЦТ от УГР – 0.8 м

III. Проверка соблюдения условий общей поперечной устойчивости.

Положение общего ЦТ платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{общ} = \frac{Q_{гр} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leq 2.3 м \ (\S 34 ТУ)$$

$$h_{общ} = \frac{21(1.301 + 0.15 + 0.765) + 21 \cdot 0.8}{21 + 21} = 1.49 < 2.3 м ;$$

Наветренная поверхность платформы с грузом:

$S \leq 50 м^2$; $S = 13 + 8.44 \cdot 1.53 = 25.5 м^2 < 50 м^2$

Вывод: условия поперечной устойчивости платформы с грузом соблюдаются.

IV. Определение усилий, действующих на груз.

1ое сочетание сил:

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = a_{пр} \cdot Q_{гр} = 1.13 \cdot 21 = 23.7$ тс;

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{гр}(a_{22} - a_{63})}{63} = 1.2 - \frac{21 \cdot (1.2 - 1.0)}{63} = 1.13 тс/т ;$$

$a_{пр}$ – удельная величина продольной инерционной силы;

Сила трения: $F_{тр}^{пр} = Q_{гр} \cdot \mu = 21 \cdot 0.4 = 8.4$ тс;

$\mu = 0.4$ – коэффициент трения металлического пакета по дереву;

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр}^{пр} ;$$

$$\Delta F_{пр} = 23.7 - 8.4 = 15,30 \text{ тс} ;$$

2ое сочетание сил:

Поперечная инерционная сила: $F_п = a_п \cdot Q_{гр} = 0.33 \cdot 21 = 6.93$ тс;

$a_п = 0.33$ (табл. 20 ТУ) – удельная величина поперечной инерционной силы;

Вертикальная инерционная: $F_в = a_в \cdot Q_{гр} = 0.365 \cdot 21 = 7.67$ тс;

$$a_{в\,(100)} = 250 + k l_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} = 250 + 5 \cdot 0.5 + \frac{2140}{21} = 355 кгс/т = 0.355 тс/т$$

$a_{в(100)}$ – удельная величина вертикальной инерционной силы

$k = 5$ (при опирании груза на одну платформу);

$l_{гр} = 0.5 м$ – расстояние от $ЦТ_{гр}$ до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы.

Сила трения: $F_{тр}^{п} = Q_{гр} \mu (1000 - a_в) = 21 \cdot 0.4 (1000 - 355) = 5418 кгс = 5.42$ тс

Ветровая нагрузка: $W_п = 50 S_п = 50 \cdot 8.44 \cdot 1.53 = 625 кгс = 0.62$ тс;

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_п = n(F_п + W_п) - F_{тр}^{п} ;$$

$$\Delta F_п = 1.25(6.27 + 0.62) - 5.42 = 3.19 тс;$$

V. Определение суммарных усилий, действующих на средний и верхний ярусы.

1ое сочетание сил:

Продольная инерционная сила: $F_{пр}'' = a_{пр} \cdot Q_{гр}'' = 1.16 \cdot 14.0 = 16.24 тс/т$

$$a_{np} = a_{22} - \frac{Q''_{ep}(a_{22} - a_{23})}{63} = 1.2 - \frac{14(1.2-1.0)}{63} = 1.16\ тс/т\ ;$$

a_{np} – удельная величина продольной инерционной силы;

Сила трения: $F''^{np}_{mp} = Q''_{ep} \cdot \mu = 14 \cdot 0.4 = 5.6$ тс;

$\mu = 0.4$ – коэффициент трения металлического пакета по дереву;

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F''_{np} = F''_{np} - F''^{np}_{mp}\ ;$$

$$\Delta F''_{np} = 16.24 - 5.6 = 10.64\ тс$$

2ое сочетание сил:

Поперечная инерционная сила: $F''_n = a_n \cdot Q''_{ep} = 0.33 \cdot 14 = 4.62$ тс;

$a_n = 0.33$ (табл. 20 ТУ) – удельная величина поперечной инерционной силы;

Вертикальная инерционная сила: $F''_g = a_g \cdot Q''_{ep} = 0.40 \cdot 14.0 = 5.6$ тс;

$$a_{g(100)} = 250 + K\ell_{ep} + \frac{2140}{Q_{ep}} = 250 + 5 \cdot 0.5 + \frac{2140}{14} = 405\ кгс/т = 0.40\ тс/т\ ;$$

$a_{g(100)}$ – удельная величина вертикальной инерционной силы;

$K = 5$ (при опирании груза на одну платформу);

$\ell_{ep} = 0.5$ – расстояние от ЦТгр до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы;

Сила трения: $F''^{n}_{mp} = Q''_{ep} \mu (1000 - a_g) = 14.0 \cdot 0.4 (1000 - 405) = 3332\ кгс = 3.33$ тс;

Ветровая нагрузка: $W''_n = 50 S''_n = 50 \cdot 8.44 \cdot 0.97 = 388\ кгс = 0.39$ тс;

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F''_n = n(F''_n + W''_n) - F''^{n}_{mp}\ ;$$

$$\Delta F''_n = 1.25(4.62 + 0.39) - 3.33 = 2.93\ тс\ ;$$

VI. Определение усилий, действующих на верхний ярус.

1ое сочетание сил:

Продольная инерционная сила: $F'_{np} = a_{np} \cdot Q'_{ep} = 1.18 \cdot 7.0 = 8.26$ тс;

$$a_{np} = a_{22} - \frac{Q'_{ep}(a_{22} - a_{23})}{63} = 1.2 - \frac{7.0(1.2-1.0)}{63} = 1.18\ тс/т\ ;$$

a_{np} – удельная величина продольной инерционной силы;

Сила трения: $F'^{np}_{mp} = Q'_{ep} \cdot \mu = 7.0 \cdot 0.4 = 2.8$ тс;

$\mu = 0.4$ – коэффициент трения металлического пакета по дереву;

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F'_{np} = F'_{np} - F'^{np}_{mp}\ ;$$

$$\Delta F_{np} = 8.26 - 2.8 = 5.46\ тс\ ;$$

2ое сочетание сил:

Поперечная инерционная сила: $F'_n = a_n \cdot Q'_{ep} = 0.33 \cdot 7.0 = 2.31$ тс;

$a_n = 0.33$ (табл. 20 ТУ) – удельная величина поперечной инерционной силы;

Вертикальная инерционная сила: $F'_g = a_g \cdot Q'_{ep} = 0.56 \cdot 7.0 = 3.92$ тс;

$$a_{g(100)} = 250 + K\ell_{ep} + \frac{2140}{Q_{ep}} = 250 + 5 \cdot 0.5 + \frac{2140}{7.0} = 558\ кгс/т = 0.56\ тс/т\ ;$$

$a_{g(100)}$ – удельная величина вертикальной инерционной силы;

$K = 5$ (при опирании груза на одну платформу);

$\ell_{ep} = 0.5$ – расстояние от ЦТгр до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы;

Сила трения: $F'^{n}_{mp} = Q'_{ep} \mu (1000 - a_g) = 7.0 \cdot 0.4 (1000 - 558) = 1238\ кгс = 1.24$ тс;

Ветровая нагрузка: $W'_n = 50 S'_n = 50 \cdot 8.44 \cdot 0.41 = 173\ кгс = 0.17$ тс;

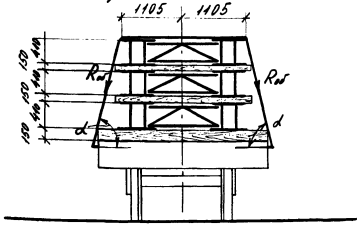
Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F'_n = n(F'_n + W'_n) - F'^{n}_{mp}\ ;$$

$$\Delta F'_n = 1.25(2.31 + 0.17) - 1.24 = 1.86\ тс;$$

VII. Определение усилий в обвязке.

$$R_{об} = \frac{\Delta F_{пр}^{об}}{2 n_{нит} \mu \sin\alpha};$$



Усилия в обвязке от 1го сочетания сил:

$$R_{об} = \frac{15.30}{2 \cdot 5 \cdot 0.4 \cdot 0.98} = 3.80 тс;$$

Усилия в обвязке от 2го сочетания сил:

$$R_{об} = \frac{3.19}{2 \cdot 5 \cdot 0.4 \cdot 0.98} = 0.96 тс;$$

Принято: обвязка из проволоки ф7.5мм по 8 нитей с допускаемым усилием 3.88тс;

VIII. Расчет подкладок по смятию.

Напряжение в подкладках при смятии по 1му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_o^{пр}}{S} = \frac{28.12}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 162 т/м^2 = 16.2 кг/см^2 < [30 кг/см^2]$$

$$N_o^{пр} = \frac{Q_{ср}}{2} + (\Sigma R_p^{пр} \sin\alpha) = \frac{21}{2} + (5 \cdot 3.80 \cdot 0.98) = 29.12 тс$$

Напряжение в подкладках при смятии по 2му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_o^{п} + F\delta}{S} = \frac{15.2 + 7.67/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 106 тс/м^2 = 10.6 кгс/см^2 < [30 кгс/см^2];$$

$$N_o^{п} = \frac{Q_{ср}}{2} + (\Sigma R_p^{п} \sin\alpha) = \frac{21}{2} + (5 \cdot 0.96 \cdot 0.98) = 15.2 тс;$$

Принято: $h_o = 0.15$ м;

IX. Определение размеров подкладок.

Проверка на устойчивость:

$$b_o \geq \frac{2(1.25 N_o^{м} h_o - P_o h_y)}{N_o};$$

$h_y = 0$; $N_o^{пр} = 29.12$тс; $\mu = 0.4$;

$$b_o \geq \frac{2 \cdot 1.25 \cdot 29.12 \cdot 0.4 \cdot 0.15}{29.12} = 0.15 м$$

Принято: $b_o = 0.15$ м

X. Расчет прокладок по смятию.

Напряжение в прокладках при смятии по 1му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_o^{пр II}}{S} = \frac{25.62}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 142 т/м^2 = 14.2 кг/см^2 < [30 кг/см^2];$$

$$N_o^{пр II} = \frac{Q_{ср}''}{2} + (\Sigma R_p^{пр} \sin\alpha) = \frac{14}{2} + (5 \cdot 3.80 \cdot 0.98) = 25.62 тс;$$

Напряжение в прокладках при смятии по 2-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_o'' + F_t''}{S} = \frac{11.7 + 5.6/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 81 \text{ тс/м}^2 = 8.1 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2];$$

$$N^{n}{}'' = \frac{Q_{zp}''}{2} + (\Sigma R_p^n \sin\alpha) = \frac{14}{2} + (5 \cdot 0.96 \cdot 0.98) = 11.7 \text{ тс};$$

Принято: $h_o'' = 0.15$ м;

XI. Определение размеров прокладок.

Проверка на устойчивость:

$$b_o'' \geq \frac{2(1.25 N_o \mu h_o - P_y h_y)}{N_o};$$

$h_y = 0$; $N_o^{np\,II} = 25.62$ тс; $\mu = 0.4$;

$$b_o'' \geq \frac{2 \cdot 1.25 \cdot 25.62 \cdot 0.4 \cdot 0.15}{25.62} = 0.15 \text{ м};$$

Принято: $b_o'' = 0.15$ м;

XII. Расчет прокладок по смятию.

Напряжение в прокладках при смятии по 1-му сочетанию сил:

$$\sigma_c' = \frac{N_o^{np\,I}}{S} = \frac{22.12}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 123 \text{ т/м}^2 = 12.3 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2];$$

$$N_o^{np\,I} = \frac{Q_{zp}'}{2} + (\Sigma R_p^n \sin\alpha) = \frac{7.0}{2} + (5 \cdot 3.80 \cdot 0.98) = 22.12 \text{ тс};$$

Напряжение в прокладках при смятии по 1-му сочетанию сил:

$$\sigma_c' = \frac{N_o^{n}{}' + F_t'}{S} = \frac{8.2 + 3.92/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 56 \text{ т/м}^2 = 5.6 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2];$$

$$N_o^{n\,I} = \frac{Q_{zp}'}{2} + (\Sigma R_p^n \sin\alpha) = \frac{7.0}{2} + (5 \cdot 0.96 \cdot 0.98) = 8.2 \text{ тс};$$

Принято: $h_o' = 0.15$ м

XIII. Определение размеров прокладок.

Проверка на устойчивость:

$$b_o' \geq \frac{2(1.25 N_o \mu h_o - P_y h_y)}{N_o};$$

$h_y = 0$; $N_o^{n\,I} = 22.12$ тс; $\mu = 0.4$;

$$b_o' \geq \frac{2 \cdot 1.25 \cdot 22.12 \cdot 0.4 \cdot 0.15}{22.12} = 0.15 \text{ м};$$

Принято: $b_o' = 0.15$ м;

XIV. Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{cp} = \frac{l}{(h_{u.t.} - h_y^{np})} \geq 1.25$$

$h_{u.t.} = 0.965$ м; $h_y^{np} = 0$;

$$\eta_{cp} = \frac{4.22}{0.965} = 4.4 > 1.25;$$

XV. Проверка устойчивости груза поперек платформы.

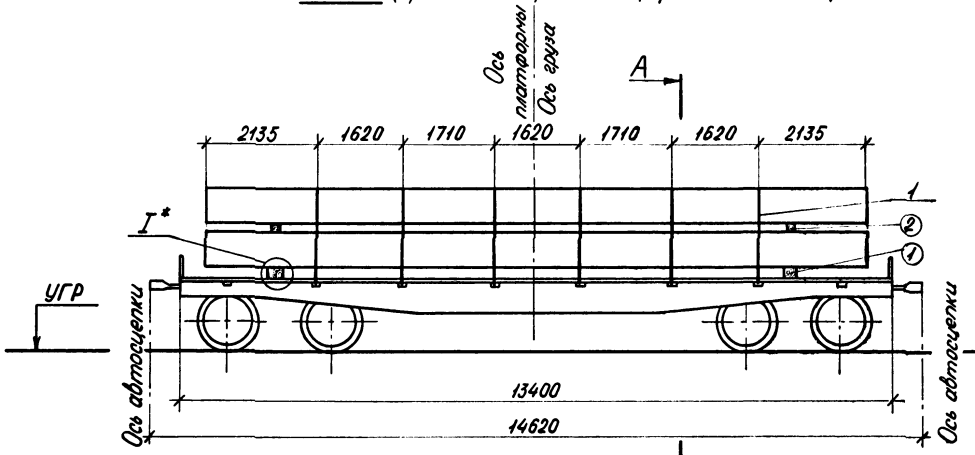
$$\eta_n = \frac{Q_{zp} \cdot b_n^n}{F_n (h_{ut} - h_y^n) + W_n (h_{un}^n - h_y^n)} \geq 1.25;$$

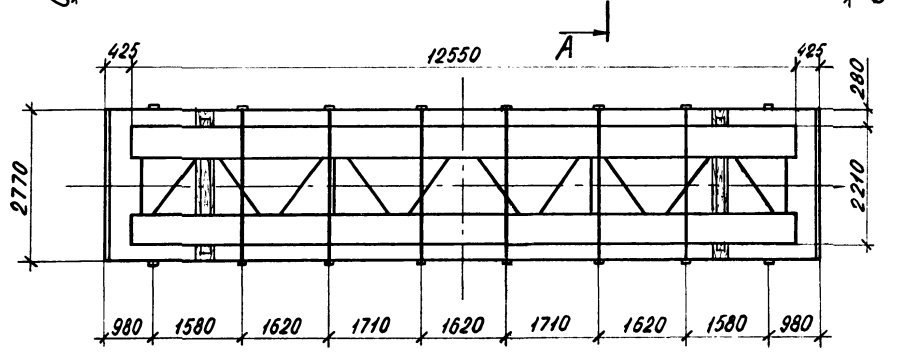
$h_{ut} = 0.965$ м; $h_{un}^n = 0.965$ м; $h_y^n = 0$;

$$\eta_n = \frac{21 \cdot 1.105}{6.27 \cdot 0.965 + 0.62 \cdot 0.965} = 3.49 > 1.25;$$

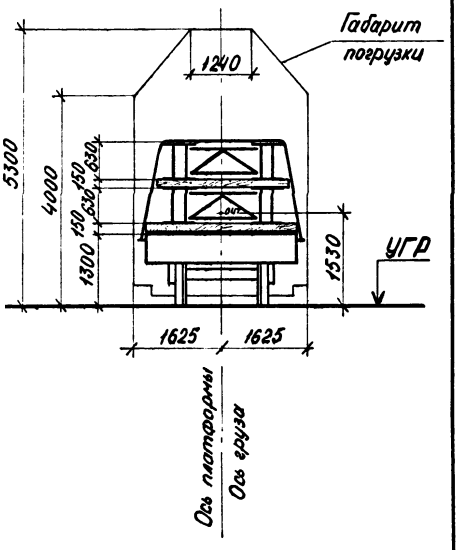
Примечание: конструктивно подкладки крепятся к полу платформы при помощи гвоздей $d = 6$ мм длиной 200 мм.

Фасад (продольные борта платформы не показаны)





А-А



*Узел I см. на черт. 2539-05.02.01 лист 2.

				2539-04.03.01.		
Нач. отд.	Гродзенский			Размещение и крепление на ж.д платформе металлического пакетного пролетного строения $\ell_п$ = 12.55 м	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский				РП	1	5
Нор. конт.	Новаловский				ГИПРОТРАНСПУТЬ		
Рук. груп.	Гуревич						
Инж.	Данкова						

Характеристика схемы погрузки

NN п/п	Наименование	Изм.	Величина
1.	База груза	мм	9720
2.	Высота Ц.Т. груза относительно его низа	мм	705
3.	Высота общего 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

NN поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Примечание
1.	Обвязка из проволоки ℓ = 6300мм	8 ø 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 283-75 ГОСТ 4028-63
4.								
Итого металла:						106		

Спецификация лесоматериалов

NN поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Примечание
(1)	Подкладка	20×20	277	2	0.11	0.2	сосна, ель не ниже 3с	ГОСТ 8486-66
2.	Прокладка	15×15	240	2	0.054	0.11	—"—	—"—
Итого лесоматериалов:						0.3		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4-осной платформе двух инвентарных металлических пакетных пролётных строений длиной 12,55м, изготовленных по типовому проекту 3.501.2-127.

   Платформа принята грузоподъёмностью 62-66т, постройки с 1965г на тележках ЦНИИ-Х3.
2. Пакетные пролётные строения размещаются на платформе симметрично относительно продольной и поперечной осей платформы в два яруса.
3. Пролётное строение нижнего яруса устанавливается на деревянные подкладки, представляющие собой брус сечением 200х200мм, а пролётные строения верхнего яруса - на прокладки сечением 150х150мм.
4. Для предотвращения поперечного и продольного смещений пакетов служат обвязки, состоящие из проволок ø7,5мм. 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 погрузке

I. Характеристика груза. II. Характеристика платформы.

Груз — два металлических пакета сварной конструкции
Полная длина груза — 12.55 м
Полная ширина груза — 2.21 м
Полная высота груза — 1.41 м
Вес груза — 24 т

Платформа четырёхосная
База — 9.72 м
Вес платформы — 21 т
Положение ЦТ от УГР — 0.8 м

III. Проверка соблюдения условий общей поперечной устойчивости.

Положение общего ЦТ платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{общ т} = \frac{Q_{гр} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leq 2.3 м \ (§ 34 ТУ)$$

$$h_{общ т} = \frac{24(1.301 + 0.2 + 0.705) + 21 \cdot 0.8}{24 + 21} = 1.53 < 2.3 м$$

Наветренная поверхность платформы с грузом:
$S \leq 50 м^2$; $S = 13 + 12.55 \cdot 1.41 = 30.7 м^2 < 50 м^2$;

Вывод: условия поперечной устойчивости платформы с грузом соблюдаются.

IV. Определение усилий, действующих на груз.

1ое сочетание сил:

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = a_{пр} \cdot Q_{гр} = 1.12 \cdot 24 = 26.88$ тс

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{гр}(a_{22} - a_{65})}{63} = 1.2 - \frac{24 \cdot (1.2 - 1.0)}{63} = 1.12 тс/т;$$

$a_{пр}$ — удельная величина продольной инерционной силы;

Сила трения: $F_{тр}^{пр} = Q_{гр} \cdot \mu = 24 \cdot 0.4 = 9.6$ тс;
$\mu = 0.4$ — коэффициент трения металлического пакета по дереву
Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр}^{пр};$$

$$\Delta F_{пр} = 26.88 - 9.6 = 17.28 тс;$$

2ое сочетание сил:

Поперечная инерционная сила: $F_п = a_п \cdot Q_{гр} = 0.33 \cdot 24 = 7.92$ тс
$a_п = 0.33$ (табл. 20 ТУ) — удельная величина поперечной инерционной силы;
Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в \cdot Q_{гр} = 0.339 \cdot 24 = 8.14$ тс;

$$a_{в(100)} = 250 + k l_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{24} = 339 кгс/т = 0.339 тс/т$$

$a_{в(100)}$ — удельная величина вертикальной инерционной силы;
$k = 5$ (при опирании груза на одну платформу);
$l_{гр} = 0$ — расстояние от ЦТ$_{гр}$ до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы.
Сила трения: $F_{тр}^{п} = Q_{гр} \mu (1000 - a_в) = 24 \cdot 0.4 (1000 - 339) = 6346 кгс = 6.35$ тс
Ветровая нагрузка: $W_п = 50 S_п = 50 \cdot 12.55 \cdot 1.41 = 885 кгс = 0.89$ тс
Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_п = n(F_п + W_п) - F_{тр}^{п} = 1.25(7.92 + 0.89) - 6.35 = 4.66 тс;$$

V. Определение усилий, действующих на верхний ярус.

1ое сочетание сил:

Продольная инерционная сила: $F_{пр}' = a_{пр} \cdot Q_{гр}' = 1.16 \cdot 12 = 13.92$ тс;

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{гр}'(a_{22} - a_{65})}{63} = 1.2 - \frac{12(1.2 - 1.0)}{63} = 1.16 тс/т$$

$a_{тр}$ – удельная величина продольной инерционной силы;

Сила трения: $F_{тр}^{пр} = Q'_{гр} \cdot \mu = 12 \cdot 0.4 = 4.08$ тс;

$\mu = 0.4$ – коэффициент трения металлического пакета по дереву;

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр}' = F_{пр}' - F_{тр}^{пр}';$$

$$\Delta F_{пр}' = 13.92 - 4.08 = 9.84 \text{ тс};$$

2-ое сочетание сил:

Поперечная инерционная сила: $F_n' = a_n \cdot Q'_{гр} = 0.33 \cdot 12 = 3.92$ тс;

$a_n = 0.33$ (табл. 20ТУ) – удельная величина поперечной инерционной силы;

Вертикальная инерционная сила: $F_в' = a_в \cdot Q'_{гр} = 0.43 \cdot 12 = 5.12$ тс;

$$a_{в(100)} = 250 + k l_{гр} + \frac{2140}{Q'_{гр}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{12} = 428 \text{ кгс/т} = 0.43 \text{ тс/т};$$

$a_{в(100)}$ – удельная величина вертикальной инерционной силы;

$k = 5$ (при опирании груза на одну платформу);

$l_{гр} = 0$ – расстояние от ц.т. до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы;

Сила трения: $F_{тр}^{п'} = Q'_{гр} \mu (1000 - a_в) = 12 \cdot 0.4 (1000 - 428) = 2746$ кгс $= 2.75$ тс;

Ветровая нагрузка: $W_n' = 50 S_n' = 50 \cdot 12.55 \cdot 0.63 = 395$ кгс $= 0.395$ тс;

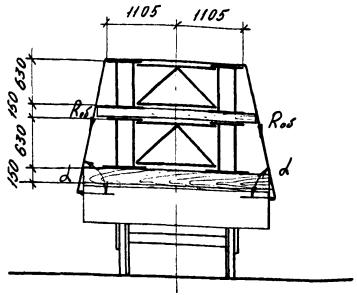
Поперечное усилие, передающееся на крепление:

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

$$\Delta F_n' = 1.25(3.92 + 0.395) - 2.75 = 2.64 \text{ тс};$$

VI. Определение усилий в обвязке.

$$R_{об} = \frac{\Delta F_{пр}^{об}}{2 n_{об} \mu \sin \alpha};$$



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 Ф7.5 мм по 8 нитей с допускаемым усилием 3.88 тс

VII. Расчет подкладок по смятию.

Напряжение в подкладках при смятии по 1-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_n^{пр}}{S} = \frac{33.6}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.2} = 140 \text{ т/м}^2 = 14 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2];$$

$$N_o^{пр} = \frac{Q_{гр}}{2} + \left(\Sigma R_p^{пр} \sin\alpha\right) = \frac{24}{2} + (6 \cdot 3.68 \cdot 0.979) = 33.6\ тс$$

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

$$\sigma_c = \frac{N_o^п + F_в}{S} = \frac{17.82 + 8.14/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.2} = 91\ т/м^2 = 9.1\ кгс/см^2 < [30\ кгс/см^2]$$

$$N_o^п = \frac{Q_{гр}}{2} + \left(\Sigma R_p^п \sin\alpha\right) = \frac{24}{2} + (6 \cdot 0.99 \cdot 0.979) = 17.82\ тс$$

Принято: $h_o = 0.2$ м.

VIII. Определение размеров подкладок.

Проверка на устойчивость:

$$b_o \geqslant \frac{2(1.25 N_o \mu h_o - P_y h_y)}{N_o};$$

$h_y = 0$; $N_o^{пр} = 33.6$ тс; $\mu = 0.4$;

$$b_o \geqslant \frac{2 \cdot 1.25 \cdot 33.6 \cdot 0.4 \cdot 0.2}{33.6} = 0.2\ м;$$

Принято: $b_o = 0.2$ м

IX. Расчет прокладок по смятию.

Напряжение в прокладках при смятии по 1^му сочетанию сил:

$$\sigma_c' = \frac{N_o^{пр'}}{S} = \frac{27.6}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 153\ т/м^2 = 15.3\ кгс/см^2 < [30\ кгс/см^2]$$

$$N_o^{пр'} = \frac{Q_{гр}'}{2} + \left(\Sigma R_p^{пр} \sin\alpha\right) = \frac{12}{2} + (6 \cdot 3.68 \cdot 0.979) = 27.6\ тс;$$

Напряжение в прокладках при смятии по 2^му сочетанию сил:

$$\sigma_c' = \frac{N_o^{п'} + F_в'}{S} = \frac{11.8 + 5.12/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 80\ т/м^2 = 8.0\ кгс/см^2 < [30\ кгс/см^2]$$

$$N_o^{п'} = \frac{Q_{гр}'}{2} + \left(\Sigma R_p^п \sin\alpha\right) = \frac{12}{2} + (6 \cdot 0.99 \cdot 0.979) = 11.8\ тс;$$

Принято: $h_o' = 0.15$ м;

X. Определение размеров прокладок.

Проверка на устойчивость:

$$b_o \geqslant \frac{2(1.25 N_o \mu h_o - P_y h_y)}{N_o};$$

$h_y = 0$; $N_o^{пр'} = 27.6$ тс; $\mu = 0.4$;

$$b_o \geqslant \frac{2 \cdot 1.25 \cdot 27.6 \cdot 0.4 \cdot 0.15}{27.6} = 0.15\ м;$$

Принято: $b_o' = 0.15$ м;

XI. Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{ср} = \frac{l}{(h_{и.т.} - h_y^{пр})} \geqslant 1.25;$$

$h_{ит} = 0.905$ м; $h_y^{пр} = 0$;

$$\eta_{ср} = \frac{6.275}{0.905} = 6.93 > 1.25;$$

XII. Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_п = \frac{Q_{гр} \cdot b_п^п}{F_п (h_{ит} - h_y^п) + W_п (h_{нп}^п - h_y^п)} \geqslant 1.25;$$

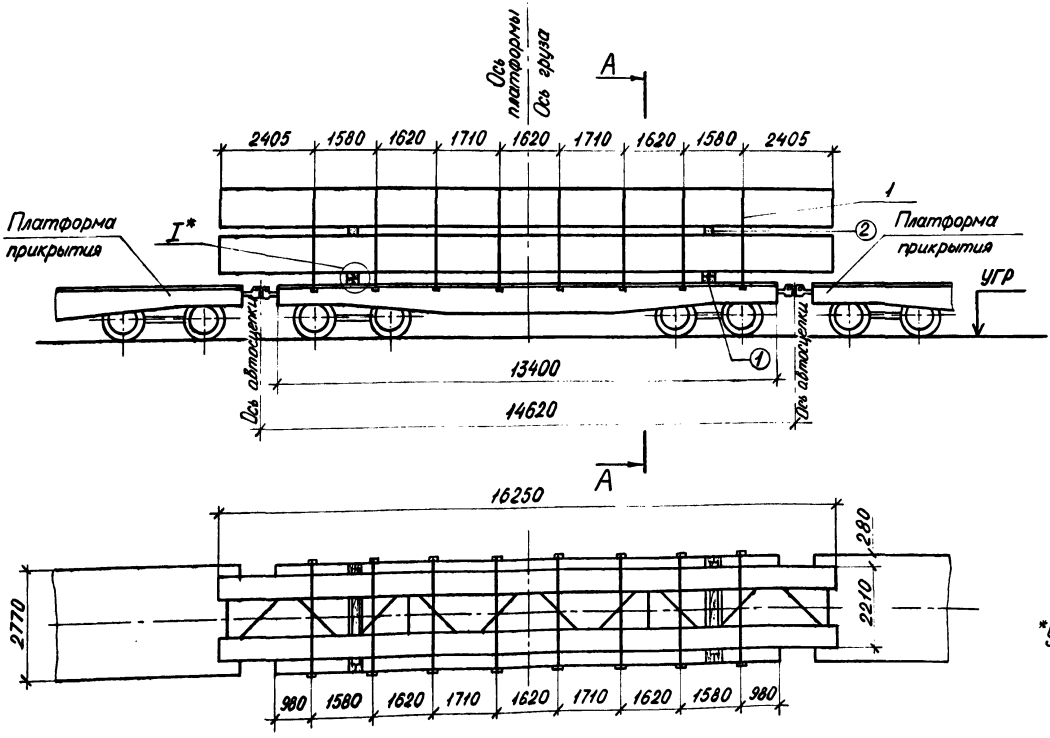
$h_{ит} = 0.905$ м; $h_{нп}^п = 0.905$ м; $h_y^п = 0$;

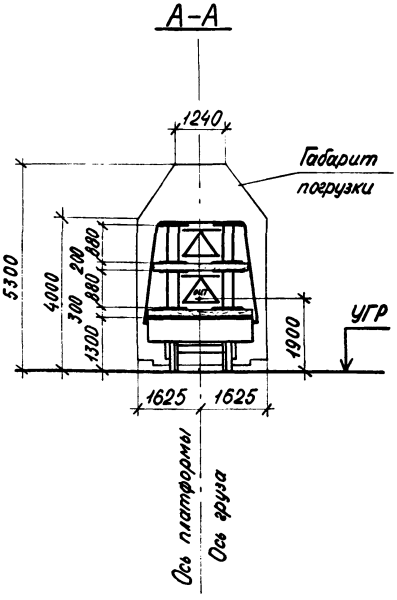
$$\eta_п = \frac{24 \cdot 1.105}{8.14 \cdot 0.905 + 0.89 \cdot 0.905} = 3.24 > 1.25;$$

Примечание:

Конструктивно подкладки крепятся к полу платформы при помощи гвоздей $d = 6$ мм длиной 200 мм.

Фасад (продольные борта платформы условно не показаны).





*Узел I см. черт. 2539-05.05.01 лист. 2

Нач.отд.	Гродзенский		2539–04.04.01.		
ГИП	Гродзенский		Размещение и крепление на ж.д. платформе металлического пакетного пролетного строения $l_н$ = 16.25 м	Литер	Лист / Листов
				РП	1 / 6
Н.контр.	Новолодский			ГИПРОТРАНСПУТЬ	
Рук.груп.	Гуревич				
Инж.	Данкова				

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 У.Г.Р.	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 ед.	Масса, кг общ.	Материал	Примечание
	1.	Обвязка из проволоки L=8000мм	8 ф 7.5	64000	8	22.3	178.4	Сталь ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-84
	2.	Строительный болт с гайкой и двумя шайбами	М16	350	8	0.6	5	В.Ст.3 сп.4 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 283-75 ГОСТ 4028-63
Итого металла:							189		

Спецификация лесоматериалов

Констр.	№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Примечание
	1.	Подкладка	15×15	277	8	0.062	0.5	сосна, ель не ниже 3 с	ГОСТ 9463-88*
	2.	Прокладка	20×20	240	2	0.1	0.2	—"—	—"—
Итого лесоматериалов:							0.7		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка двух инвентарных металлических пакетных пролётных строений длиной 16,25м на 4-х осной грузонесущей платформе в сцепе с двумя платформами прикрытия. Пролётные строения изготовлены по типовому проекту 3.501.2-127.

   Грузонесущая платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т, постройки с 1965г на тележках ЦНИИ-Х3.
2. Пакетные пролётные строения размещаются на грузонесущей платформе симметрично относительно продольной и поперечной осей платформы в 2 яруса.
3. Пролётное строение нижнего яруса устанавливается на деревянные пакеты, состоящие из 4-х брусьев сечением 150х150мм, скрепляемых между собой болтами и штырями. Пролётное строение верхнего яруса устанавливается на прокладки из бруса 200х200мм.
4. Для предотвращения поперечного и продольного смещений пакетов служат обвязки, состоящие из 8 проволок ф7,5мм. Обвязки увязываются за стоечные скобы грузонесущей 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 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.

Груз — два металлических пакета сварной конструкции
Полная длина груза — 16.25м
Полная ширина груза — 2.21м
Полная высота груза — 1.96м
Вес груза — 35.4т

II. Характеристика платформы.

Платформа четырехосная
База — 9,72м
Вес платформы — 21 т
Положение ЦТ от УГР — 0.8 м

III. Проверка соблюдения условий общей поперечной устойчивости.

Положение общего ЦТ платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{общ} = \frac{Q_{гр} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leq 2.3м \ (\S 34\ ТУ)$$

$$h_{общ} = \frac{35.4(1.301+0.3+0.98)+21\cdot 0.8}{35.4+21} = 1.9м < 2.3м$$

Наветренная поверхность платформы с грузом:
$S \leq 50м^2$; $S = 13+16.25\cdot 1.96 = 44.85м^2 < 50м^2$;

Вывод: условия поперечной устойчивости платформы с грузом соблюдаются.

IV. Определение усилий, действующих на груз.

1ое сочетание сил:

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = a_{пр}\cdot Q_{гр} = 1.09\cdot 35.4 = 38.59тс$

$$a_{пр} = a_{02} - \frac{Q_{гр}(a_{02}-a_{01})}{63} = 1.2 - \frac{35.4(1.2-1.0)}{63} = 1.09тс/т;$$

$a_{пр}$ — удельная величина продольной инерционной силы;
Сила трения: $F_{тр}^{пр} = Q_{гр}\cdot\mu = 35.4\cdot 0.4 = 14.16тс$;
$\mu = 0.4$ — коэффициент трения металлического пакета по дереву;

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр}^{пр};$$

$$\Delta F_{пр} = 38.59 - 14.16 = 24.43тс;$$

2ое сочетание сил:

Поперечная инерционная сила: $F_п = a_п\cdot Q_{гр} = 0.33\cdot 35.4 = 11.68тс$;
$a_п = 0.33$ (табл. 20 ТУ) — удельная величина поперечной инерционной силы;
Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в\cdot Q_{гр} = 0.311\cdot 35.4 = 11.01тс$;

$$a_{в(100)} = 250 + k\ell_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} = 250 + 5\cdot 0 + \frac{2140}{35.4} = 311кгс/т = 0.311тс/т;$$

$a_{в(100)}$ — удельная величина вертикальной инерционной силы;
$k = 5$ (при опирании груза на одну платформу);
$\ell_{гр} = 0$ — расстояние от ЦТ$_{гр}$ до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы.
Сила трения: $F_{тр}^{п} = Q_{гр}/\mu\ (1000 - a_в) = 35.4(1000-311)\cdot 0.4 = 9756кгс = 9.76тс$
Ветровая нагрузка: $W_п = 50 S_п = 50\cdot 16.25\cdot 1.96 = 1593кгс = 1.59тс$
Поперечное усилие, передающееся на крепление:
$\Delta F_п = n(F_п + W_п) - F_{тр}^{п} = 1.25(11.68+1.59) - 9.76 = 6.83тс$;

V. Определение усилий, действующих на верхний ярус.

1ое сочетание сил:

Продольная инерционная сила: $F_{пр}' = a_{пр}\cdot Q_{гр}' = 1.14\cdot 17.7 = 20.18тс$;

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{гр}'(a_{22}-a_{01})}{63} = 1.2 - \frac{17.7(1.2-1.0)}{63} = 1.14тс/т;$$

$a_{пр}$ — удельная величина продольной инерционной силы;
Сила трения: $F_{тр}^{пр'} = Q_{гр}'\mu = 17.7\cdot 0.4 = 7.08тс$;
$\mu = 0.4$ — коэффициент трения металлического пакета по дереву;

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр}' = F_{пр}' - F_{тр}^{пр1};$$

$$\Delta F_{пр}' = 20.18 - 7.08 = 13.1\,тс;$$

2-е сочетание сил:

Поперечная инерционная сила: $F_n' = a_n \cdot Q_{гр}' = 0.33 \cdot 17.7 = 5.84\,тс$;

$a_n = 0.33$ (табл. 20 ТУ) – удельная величина поперечной инерционной силы;

Вертикальная инерционная сила: $F_в' = a_в \cdot Q_{гр}' = 0.371 \cdot 17.7 = 6.57\,тс$;

$$a_{в(100)} = 250 + k\ell_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}'} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{17.7} = 371\,кгс/т = 0.371\,тс/т;$$

$a_{в(100)}$ – удельная величина вертикальной инерционной силы;

$k = 5$ (при опирании груза на одну платформу);

$\ell_{гр} = 0$ – расстояние от $ЦТ_{гр}$ до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы;

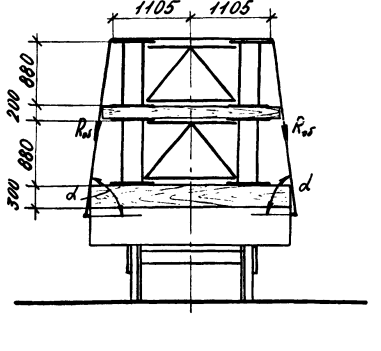
Сила трения: $F_{тр}^{n'} = Q_{гр}' \mu (1000 - a_в) = 17.7 \cdot 0.4 (1000 - 371) = 4453\,кгс = 4.45\,тс$;

Ветровая нагрузка: $W_n' = 50 S_n' = 50 \cdot 16.25 \cdot 0.88 = 715\,кгс = 0.72\,тс$;

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n' = n(F_n' + W_n') - F_{тр}^{n'} = 1.25(5.84 + 0.72) - 4.45 = 3.75\,тс;$$

VI. Определение усилий в обвязке.



$$R_{об} = \frac{\Delta F_{пр}^{об}}{2 n_{об} \mu \sin\alpha};$$

Усилия в обвязке от 1-го сочетания сил:

$$R_{об} = \frac{24.43}{2 \cdot 8 \cdot 0.4 \cdot 0.989} = 3.86\,тс$$

Усилия в обвязке от 2-го сочетания сил:

$$R_{об} = \frac{6.83}{2 \cdot 8 \cdot 0.4 \cdot 0.989} = 1.08\,тс$$

Принято: обвязка из проволоки ф7.5 мм по 8 нитей с допускаемым усилием 3.88 тс.

VII. Расчет подкладок по смятию.

Напряжение в подкладках при смятии по 1-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^{пр}}{S} = \frac{48.2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.3} = 134\,т/м^2 = 13.4\,кг/см^2 < [30\,кг/см^2]$$

$$N_0^{пр} = \frac{Q_{гр}}{2} + (\Sigma R_p^{пр} \sin\alpha) = \frac{35.4}{2} + (8 \cdot 3.86 \cdot 0.989) = 48.2\,тс$$

Напряжение в подкладках при смятии по 2-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^{n} + F_в}{S} = \frac{26.2 + 11.01/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.3} = 88\,т/м^2 = 8.8\,кг/см^2 < [30\,кг/см^2]$$

$$N_0^{n} = \frac{Q_{гр}}{2} + (\Sigma R_p^{n} \sin\alpha) = \frac{35.4}{2} + (8 \cdot 1.08 \cdot 0.989) = 26.2\,тс$$

VIII. Определение размеров подкладок.

Определение высоты подкладок:

$$h_0 = a_n \cdot tg\gamma + h_n + f_r + h_3 + h_5 ;$$

$a_n = 2365$мм ; $tg = 0.025$; $h_n = 100$мм ; $h_3 = 25$мм ; $h_5 = 0$;

$$f_r = \frac{-q\ell^4}{24EJ}\left(\frac{5}{24} - \frac{a^2}{\ell^2}\right);$$

$$q = \frac{Q_{ср}}{L} = \frac{35.4}{16.25} = 2.18\text{т/м} ; \quad E = 2.1\cdot10^7\text{т/м}^2 ; \quad J = 0.034\text{м}^4 ;$$

$a = 3.265$м ; $\ell = 9.72$м ;

$$f_r = \frac{-2.18\cdot9.72^4}{24\cdot2.1\cdot10^7\cdot0.034}\left(\frac{5}{24} - \frac{3.265^2}{9.72^2}\right) = -0.00011\text{м} \approx 0$$

$$h_0 = 2365\cdot0.025 + 100 + 0 + 25 + 0 = 185\text{мм}$$

Принято: $h_0 = 0.3$м ;

Проверка на устойчивость

$$b_0 \geq \frac{2(1.25 N_0 \mu h_0 - P_y h_y)}{N_0};$$

$h_y = 0$; $N_0^{пр} = 48.2$тс ; $\mu = 0.4$;

$$b_0 \geq \frac{2\cdot1.25\cdot48.2\cdot0.4\cdot0.3}{48.2} = 0.3\text{м};$$

Принято: $b_0 = 0.3$м

IX. Расчет прокладок по смятию.

Напряжение в прокладках при смятии по 1-му сочетанию сил:

$$\sigma_c' = \frac{N_0^{пр\,\prime}}{S} = \frac{39.4}{2\cdot0.6\cdot0.2} = 164\text{т/м}^2 = 16.4\text{кгс/см}^2 \; \angle\,[30\text{кгс/см}^2]$$

$$N_0^{пр\,\prime} = \frac{Q_{ср}'}{2} + \left(\Sigma R_p^n \sin\alpha\right) = \frac{17.7}{2} + \left(8\cdot3.86\cdot0.989\right) = 39.4\text{тс}$$

Напряжение в прокладках при смятии по 2-му сочетанию сил:

$$\sigma_c' = \frac{N_0'' + F\delta}{S} = \frac{17.4 + 6.57/2}{2\cdot0.6\cdot0.2} = 86\text{т/м}^2 = 8.6\text{кгс/см}^2 \; \angle\,[30\text{кгс/см}^2]$$

$$N_0^{пр\,\prime} = \frac{Q_{ср}'}{2} + \left(\Sigma R_p^n \sin\alpha\right) = \frac{17.7}{2} + \left(8\cdot1.08\cdot0.989\right) = 17.4\text{тс}$$

Принято: $h_0 = 0.2$м

X. Определение размеров прокладок.

Проверка на устойчивость:

$$b_0 \geq \frac{2(1.25 N_0 \mu h_0 - P_y h_y)}{N_0};$$

$h_y = 0$; $N_0^{пр}$ 39.4тс ; $\mu = 0.4$;

$$b_0 \geq \frac{2\cdot1.25\cdot39.4\cdot0.4\cdot0.2}{39.4} = 0.2\text{м};$$

Принято: $b_0 = 0.2$м

XI. Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{ср} = \frac{\ell}{(h_{ц.т.} - h_y^{пр})} \geq 1.25 ; \quad h_{ц.т.} = 1.28\text{м} ; \quad h_y^{пр} = 0 ;$$

$$\eta_{ср} = \frac{8.125}{1.28} = 6.3 > 1.25$$

XII. Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_n = \frac{Q_{гр} \cdot b_n^o}{F_n(h_{нт} - h_y^o) + W_n(h_{нп}^o - h_y^o)} \geq 1.25; \quad h_{нт} = 1.28\,м; \quad h_y^o = 0;$$

$$\eta_n = \frac{35.4 \cdot 1.105}{11.68 \cdot 1.28 + 1.59 \cdot 1.28} = 2.3 > 1.25$$

XIII. Проверка габаритности груза.

Допускаемая ширина груза: $B_н = B_г - 2f_н$;

$B_г = 3250\,мм$ — ширина габарита погрузки

$f_н$ - ограничение ширины груза с учетом его смещения наружу кривой.

$f_н = f(n_н) = 0$ (табл. 24 ТУ);

$$n_н = \frac{L - l_в}{2} = \frac{16.25 - 9.72}{2} = 3.3$$

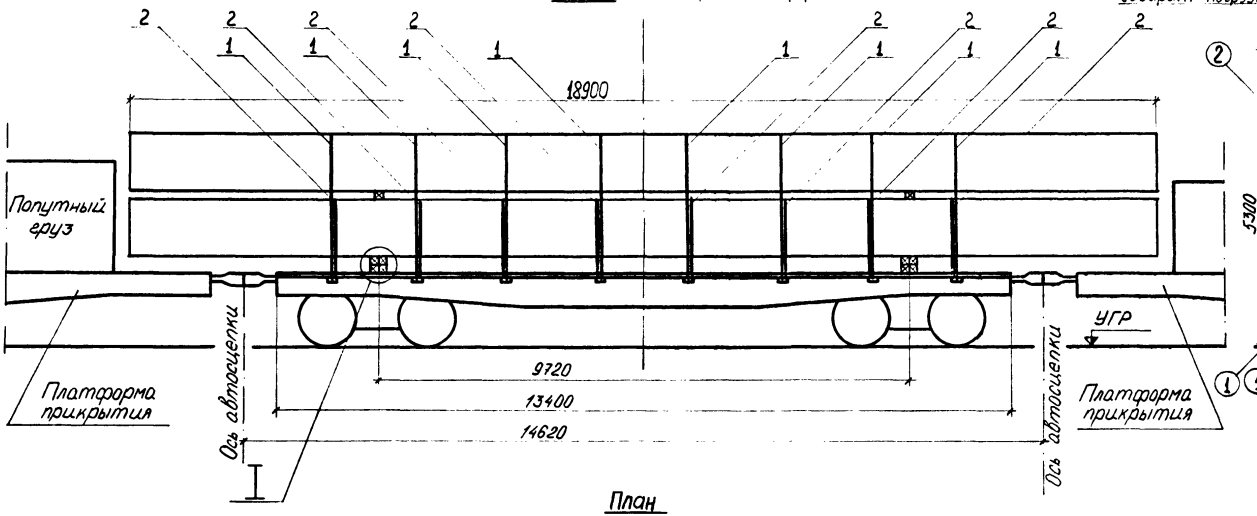
$B_н = 3250 - 2 \cdot 0 = 3250\,мм > 2210\,мм$;

Следовательно, груз как на прямом участке, так и на кривой радиусом 350м габаритен.

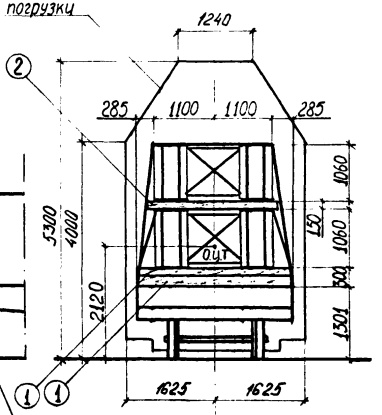
Примечание

Конструктивно подкладки крепятся к полу платформы при помощи гвоздей $d = 6\,мм$, длиной 200 мм.

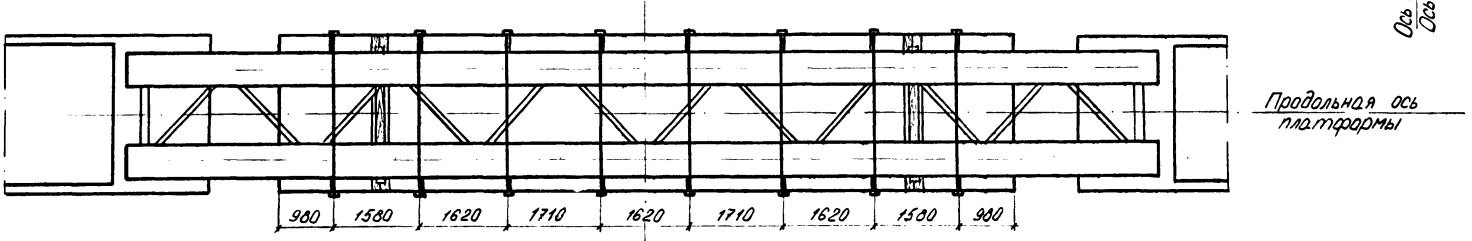
Фасад (борта платформы условно не показаны)



габарит погрузки



План



Примечание:

Конструкцию узла I см. на чертеже 2539-05.05.01.

Нач. отд.	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		
Норм. конт.	Новолодский		
Рук. группы	Гуревич		
Инженер	Ноль		

2539-04.0501

Размещение и крепление на ж.д. платформе металлического пакетного пролетного строения $L_п$ = 18.9 м.

Литер	Лист	Листов
РП	1	5

Гипротранспуть

Характеристика схемы погрузки

№№ поз.	Наименование	Изм.	Величина
1	База груза	мм	9720
2	Высота Ц.Т. груза относительно пола платформы	мм	1435
3	Высота общего Ц.Т. платформы с грузом относительно УГР	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.

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса кг ед.	Масса кг общ.	Материал	Примечание
1	Обвязка	7 ⌀6,3	57300	8	14,0	112	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
2	Обвязка	7 ⌀6,3	40500	8	9,9	79	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
3	Стопительный болт с гайкой и двумя шайбами	М16	350	8	0,6	5	Вст3сп4 по ГОСТ 380-71*	—
4	Штырь	● 12	300	8	0,3	2	Вст3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2590-71*
5	Костыль путевой	—	165	12	0,4	5	Ст3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5812-51
6	Гвоздь	d=6	150÷200	20	0,044	1	Ст2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75 ГОСТ 4028-63
Итого металла:						204		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Примечание
(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-осной грузонесущей платформе в сцепе с двумя платформами прикрытия. Пролётные строения изготовлены по типовому проекту 3.501.2-127.

   Грузонесущая платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т, постройки с 1965г на тележках ЦНИИ-Х3.
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 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 ⌀6,3мм. Обвязки увязываются за стоечные скобы грузонесущей 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 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 - 18.9м
Ширина груза - 2.21м
Высота груза - 2,59м
Вес груза - 46,8т

Характеристика платформы.

Платформа четырёхосная
База - 9.72м
Вес платформы - 22т
Положение Ц.Т от УГР - 0,8м

Определение минимальной высоты подкладок.

$h_n = a_{пов} + t_{\partial y} + h_n + f_r + h_3 + h_б$

$a_{пов} = 3690$мм $t_{\partial y} = 0.025$ $h_n = 100$мм $h_3 = 25$мм $h_б = 0$

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

$$q = \frac{Q}{L} = \frac{23.414}{18.9} = 1.239\ т/м \quad E = 2.1\times10^7\ т/м^2 \quad J = 0.042\ м^4$$

$$f_r = \frac{1.239\times4.590\times9.72^3}{24\times2.1\cdot10^8\times0.042}\left(1 - 6\frac{4.59^2}{9.72^2} - 3\frac{4.59^3}{9.72^3}\right) = -0.0001\ м \approx 0$$

$h_n = 3690\times0.025 + 100 + 0 + 25 + 0 = 217$мм

Принято: $h_n = 0.3$м

Определение габаритности груза.

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

$$f_н = \frac{500}{R}(\ell_в + n_н)\times n_н - 105 + K$$

$$K = 70\left(\frac{L}{\ell_в} - 1.41\right) = 37$$

$n_н = 0.5\,(L - \ell_в) = 4.59$м
$L = 18.9$м $\ell_в = 9.72$м

$$f_н = \frac{500}{350}(9.72 + 4.59)\,4.59 - 105 + 37 = 26\ мм$$

$B = B_r - 2f_н = 3250 - 2\times26 = 3198$мм > 2210мм

Вывод: груз габаритен.

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Навётренная поверхность четырехосной платформы с грузом не должна превышать 50м²

$S_{навет.} = S_{пл} + S_{гр}$

$S_{пл} = 13 + 1.06\times18.9\times2 = 53\ м^2 > 50м^2$

Условие не выполняется, необходима проверка устойчивости платформы.

Проверка поперечной устойчивости платформы.

Поперечная устойчивость обеспечивается если удовлетворяется неравенство:

$$\frac{P_ц + P_в}{P_c} \le 0.5$$

$$P_c = \frac{1}{n_н}\left[n_в Q_т + Q_{гр}\left(1 - \frac{3 - B_0}{S + 0.5 f_{ок}}\right)\right] = \frac{1}{8}\left[1\times22 + 46.8\times1\right] = 8.6\ тс$$

$n_к = 8$ $n_в = 1$ $B = 0$ $B_0 = 0$ $f_{ок} = 0$

$$P_ц + P_в = \frac{2}{n_к(2S + f_{ок})}\left[0.075\times(n_в\times Q_т + Q_{гр})H_{ц.т} + W_в h + n_в p - q\right]$$

Положение общего Ц.Т. платформы с грузом относительно УГР:

$$H_{ц.т.} = \frac{Q_{гр}\times h_{гр} + Q_{пл}\cdot h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} = \frac{23.4\times2.131 + 23.4\times3.341 + 22\times0.8}{23.4\times2 + 22} = 2.12\ м$$

Ветровая нагрузка: $W = 50 S_n = 50\times18.9\times1.06\times2 = 2$тс
Высота приложения равнодействующей сил ветра над УГР $h = 2.74$м
$p = 3.34$ $q = 0.1$

$$P_ц + P_в = \frac{2}{8\times1.59}\left[0.075\times(22 + 46.8)\times2.12 + 2\times2.74 + 3.34 - 0.1\right] = 3.11\ т$$

$$\frac{P_ц + P_в}{P_c} = \frac{3.11}{8.6} = 0.36 < 0.5$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом обеспечивается.

Определение усилий действующих на верхний пакет.

1ое сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{пр}' = a_{пр}\times Q_1 = 1.051\times23.414 = 24.61$тс

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{22}^{э}\cdot(a_{22} - a_{85})}{63} = 1.2 - \frac{46.823\,(1.2 - 1.0)}{63} = 1.051\ тс/т$$

Сила трения: $F_{тр}^{пр'} = Q_1\times\mu_1 = 23.414\times0.4 = 9.37$тс
Продольное усилие, передающееся на крепление:
$\Delta F_{пр}' = F_{пр}' - F_{тр}^{пр'} = 24.61 - 9.37 = \underline{15.24\ тс}$

2ое сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_n' = a_n\times Q_1 = 0.33\times23.414 = 7.73$тс $a_n = 0.33$ (по табл.)
Вертикальная инерционная сила: $F_в' = a_в\times Q_1 = 0.301\times23.414 = 7.05$тс

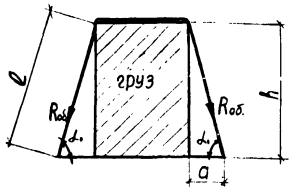
$$a_в = 250 + K\ell_{ср} + \frac{2140}{Q_{гр}^{э}} = 250 + 5\times0 + \frac{2140}{46.823} = 301\ кгс/т$$

Сила трения: $F_{тр}^{n'} = Q_1\times\mu_1(1000 - a_в) = 23.414\times0.4\,(1.0 - 0.301) = 6.55$тс
Ветровая нагрузка: $W_n' = 50 S_n = 0.05\times18.9\times1.06 = 1.0$тс
Поперечное усилие, передающееся на крепление:
$\Delta F_n' = n_1(F_n' + W_n') - F_{тр}^{n'} = 1.25\,(7.73 + 1.0) - 6.55 = \underline{4.36\ тс}$

Определение усилий в обвязках.

Усилие в обвязке (для 1-го сочетания):

$$R_{об}^{пр} = \frac{\Delta F_{пр}^{об}}{2 n_{об} M \sin\alpha}$$



$a = 0.285$м $h = 2.57$м

$$\ell = \sqrt{a^2 + h^2} = \sqrt{0.285^2 + 2.57^2} = 2.586\text{м}$$

$$\sin\alpha_1 = \frac{h}{\ell} = \frac{2.57}{2.586} = 0.994$$

$$R_{об}^{пр} = \frac{15.24}{2 \cdot 8 \cdot 0.4 \cdot 0.994} = 2.4\text{тс}$$

Усилие в обвязке (для 2-го сочетания сил):

$$R_{об}^{в} = \frac{\Delta F_n^{об}}{2 n_{об} M \sin\alpha} = \frac{4.36}{2 \times 8 \times 0.4 \times 0.994} = 0.69\text{тс}$$

Принято: обвязки из проволоки ф6,3мм по 7 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну обвязку 2.48тс по продольному усилию.

Определение усилий действующих на два пакета.

1-ое сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{пр}'' = Q_{пр} \times Q_{гр}^{в} = 1.051 \times 46.828 = 49.22\text{тс}$

$Q_{гр}^{в} = Q_1 + Q_2 = 23.414 + 23.414 = 46.828\text{т}$

Сила трения: $F_{тр}^{пр\,II} = (Q_{гр}^{в} + R_{об}^{пр} \times 2 \times n_{об}^{пр} \times \sin\alpha) \times M = (46.828 + 2.4 \times 2 \times 8 \times 0.994) \cdot 0.4 = 34\text{тс}$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_{пр}'' = F_{пр}'' - F_{тр}^{пр\,II} = 49.22 - 34 = \underline{15.22\text{тс}}$

2-ое сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_n'' = Q_n \times Q_{гр}^{в} = 0.33 \times 46.828 = 15.45\text{тс}$

Вертикальная инерционная сила: $F_в'' = Q_в \times Q_{гр}^{в} = 0.301 \times 46.828 = 14.1\text{тс}$

Сила трения: $F_{тр}^{n\,II} = (Q_{гр}^{в} + R_{об}^{в} \times 2 \times n_{об}^{в} \times \sin\alpha) \times M \times (1000 - Q_в)$

$F_{тр}^{n\,II} = (46.828 + 0.69 \times 2 \times 8 \times 0.994) \cdot 0.4 (1000 - 0.301) = 16.16\text{тс}$

Ветровая нагрузка: $W_n'' = 50 \times S_n = 0.05 \times 18.9 \times 2.12 = 2.003\text{тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_n'' = n \times (F_n'' + W_n'') - F_{тр}^{n\,II} = 1.25(15.45 + 2.003) - 16.16 = \underline{5.66\text{тс}}$

Определение креплений нижнего пакета к платформе.

Расчет ведется на наибольшее усилие $\Delta F''$

$\Delta F'' = \Delta F_n'' = 15.22\text{тс}$

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

$a = 0.285$ $h = 1.36$м $\ell = \sqrt{a^2 + h^2} = \sqrt{0.285^2 + 1.36^2} = 1.389$м

$$\sin\alpha_2 = \frac{h}{\ell} = \frac{1.36}{1.389} = 0.979$$

$$R_{об}^{n} = \frac{15.22}{2 \cdot 8 \times 0.4 \times 0.979} = 2.4\text{тс}$$

Принято: обвязки из проволоки $d = 6.3$мм по 7 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну обвязку 2,48 тс по продольному усилию.

Расчет подкладок на смятие.

Напряжение смятия подкладки (для 1-го сочетания сил)

$$\sigma_c = \frac{N_o^{пр'}}{S_o} \qquad N_o^{пр'} = \frac{Q_{гр}^{в} + R_{об}^{пр} \times 2 \times n_{об}^{пр} \sin\alpha_1 + R_{об}^{пон} \times 2 \times n_{об}^{пр} \times \sin\alpha_2}{2}$$

$$N_o^{пр'} = \frac{46.828 + 2.4 \times 2 \times 8 \times 0.994}{2} = 42.5\text{тс}$$

$S_o = 60 \times 30 \times 4 = 7200\text{см}^2$

$\sigma_c = \frac{42500}{7200} = 6\text{кгс/см}^2 < [30\ \text{кгс/см}^2]$

Напряжение смятия подкладки (для 2-го сочетания сил)

$$\sigma_c = \frac{N_o^{n'} + F_в^{n'}}{S_o} \qquad N_o^{n'} = \frac{Q_{гр}^{в} + R_{об}^{n} \times 2 \times n_{об}^{в} \times \sin\alpha_1 + R_{об}^{n} \times 2 \times n_{об}^{в} \times \sin\alpha_2}{2}$$

$F_в'' = \frac{F_в''}{2} = 7.05\text{тс}$ $N_o^{n'} = \frac{46.828 + 0.69 \times 2 \times 8 \times 0.994 + 0.83 \times 2 \times 2 \times 0.979}{2} = 30.53\text{тс}$

$\sigma_c = \frac{30530 + 7050}{7200} = 5.2\text{кгс/см}^2 < [30\ \text{кгс/см}^2]$

Проверка устойчивости подкладок

$$в_o \geq \frac{2(1.25 N_o M h_o - P_y h_y)}{N_o}$$

$N_o = 42.5\text{тс}$ $M = 0.4$ $h_o = 0.3$м $P_y = 0$ $h_y = 0$

$в_o \geq \frac{2(1.25 \cdot 42.5 \cdot 0.4 \times 0.3)}{42.5} = 0.3$м

При ширине подкладки $в_o = 0.3$м устойчивость обеспечивается.

Расчет подкладок на смятие.

Напряжение смятия подкладки (для 1го сочетания сил):

$$\sigma_c = \frac{N_0^{пр''}}{S_0} \qquad N_0^{пр''} = \frac{Q_1 + R_{об}^{пр'} \times 2 \times n_{об}^{пр} \times \sin\alpha_1}{2}$$

$$N_0^{пр''} = \frac{23.414 + 2.4 \times 2 \times 8 \times 0.994}{2} = 30.79\,тс \qquad S_0 = 60 \times 30 \times 2 = 3600$$

$$\sigma_c = \frac{30790}{3600} = 9\,кгс/см^2 < [30\,кгс/см^2]$$

Напряжение смятия подкладки (для 2го сочетания сил):

$$\sigma_c = \frac{N_0^{п''} + F_в''}{S_0} \qquad N_0^{п''} = \frac{Q_1 + R_{об}^{п'} \times 2 \times n_{об} \times \sin\alpha_1}{2}$$

$$F_в'' = \frac{F_в'}{2} = \frac{7.05}{2} = 3.525\,тс \qquad N_0^{п''} = \frac{23.414 + 0.69 \times 2 \times 8 \times 0.994}{2} = 17.19\,тс$$

$$\sigma_c = \frac{17190 + 3525}{3600} = 8\,кгс/см^2 < [30\,кгс/см^2]$$

Проверка устойчивости подкладок.

$$b_0 \geqslant \frac{2(1.25 N_0 \mu h_0 + P_y h_y)}{N_0}$$

$N_0 = 30.79\,тс \quad h_0 = 0.15\,м \quad \mu = 0.4 \quad P_y = 0 \quad h_y = 0$

$$b_0 \geqslant \frac{2(1.25 \times 30.79 \times 0.4 \times 0.15)}{30.79} = 0.15\,м$$

При ширине подкладки $b_0 = 0.15\,м$ устойчивость обеспечивается.

Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$\eta_{пр} = \frac{l_{пр}^0}{h_{ц.т.} - h_y^{пр}} = \frac{5,01}{1,135} = 4,4 > [1,25]$$

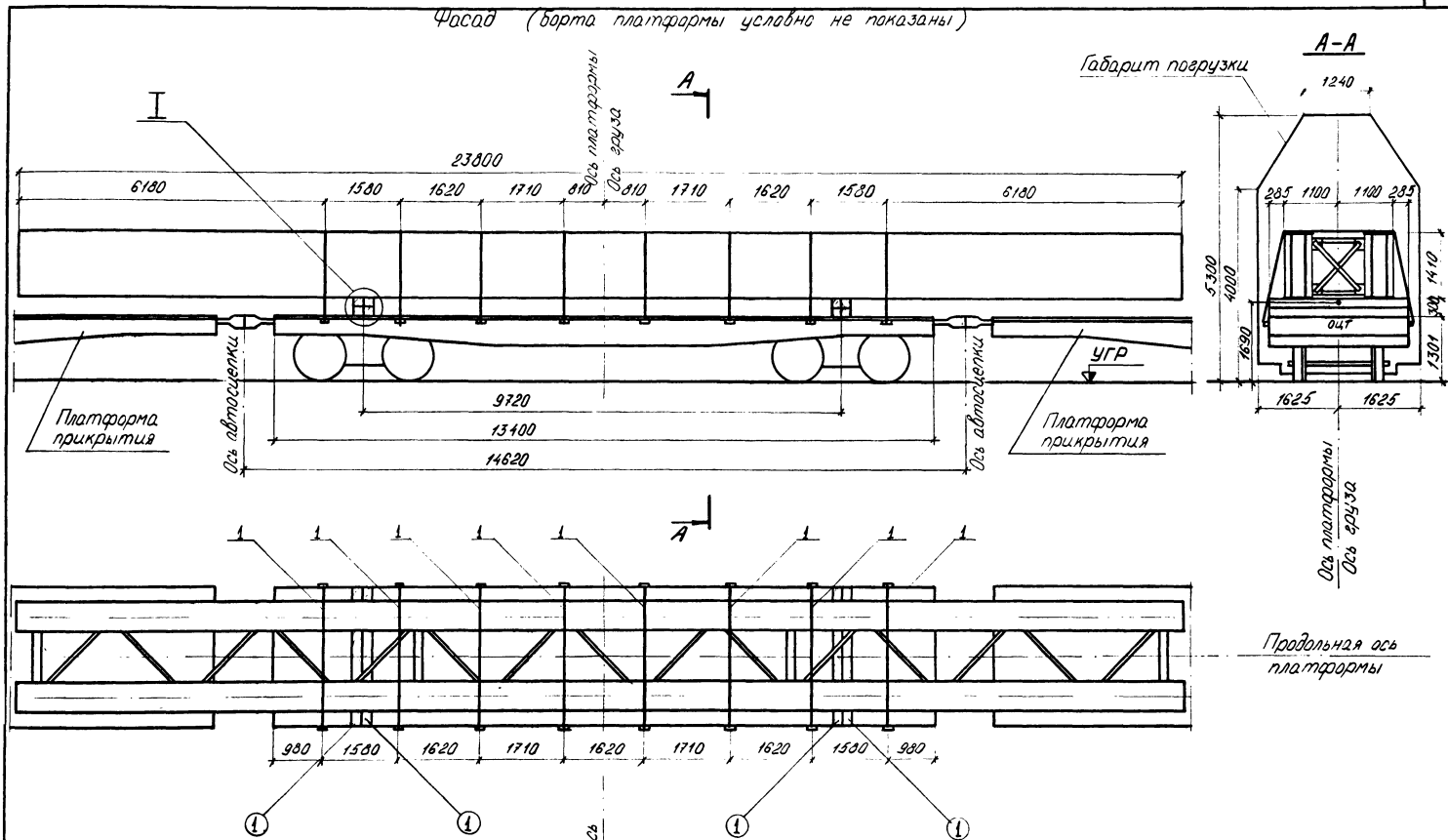
$$l_{пр}^0 = \frac{9,72}{2} + 0,15 = 5,01\,м \; ; \; h_y^{пр} = 0$$

Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_п = \frac{Q_{гр} \times B_п^0}{F_п(h_{ц.т.} - h_y^п) + W_п(h_{нп}^п - h_y^п)} = \frac{46,8 \times 1,1}{15,22 \times 1,135 + 2 \times 1,135} = 2,6 > [1,25]$$

$h_{ц.т} = 1,135\,м \; ; \; h_{нп}^п = 1,135\,м$

Вывод: груз на платформе устойчив.



Примечание:

Конструкцию узла I см. на чертеже 2539-05.05.01

				2539-04.06.01.			
Нач.отд.	Гродзенский			Размещение и крепление на ж.д. платформе металлического пакетного пролетного строения $L_п = 23.8$ м.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский				РП	1	4
Норм.кон.	Новоладский				Гипротранспуть		
Рук.груп.	Гуревич						
Инженер	Нодь						

Характеристика схемы погрузки

NN п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	База груза	мм	9720
2	Высота Ц.Т. пролетного строения относительно пола платформы	мм	1005
3	Высота общего Ц.Т. платформы с грузом относительно УГР	мм	1690
4	Масса груза	т	31,4
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

NN№ поз	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт	Масса, кг. ед.	Масса, кг. общ	Материал	Примечание
1	Обвязка	8 Ø7,5	51700	8	18,0	144	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
2	Строительный болт с гайкой и двумя шайбами	М16	350	8	0,6	5	В.Ст.3 сп4 по ГОСТ 380-71*	——
3	Штырь	●12	300	8	0,3	2	В.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	Гвоздь	⌀6	150÷200	20	0,044	1	Ст.2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75 ГОСТ 4028-63
Итого металла:						155		

Спецификация лесоматериалов

NN№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт	Объем м³ ед.	Объем м³ общ.	Материал	Примечание
①	Опорный брус	15×15	287	8	0,064	0,51	Сосна, ель не ниже 3 сорта	ГОСТ 8486-66*
Итого лесоматериалов:						0,51		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

I. В настоящем подразделе разработана перевозка инвентарного металлического пакетного пролётного строения длиной 23,8м на 4-осной грузонесущей платформе в сцепе с двумя платформами прикрытия. Пролётное строение изготовлено по типовому проекту 3.501.2-127.

Грузонесущая платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.

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 брусьев сечением 150х150мм и скрепляемых между собой болтами и штырями.

4. Для предотвращения поперечного и продольного смещений пакета служат обвязки, состоящие из 8 проволок Ø7,5мм. Обвязки увязываются за стоечные скобы грузонесущей платформы.

5. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанное 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 четырёхосная
База - 9.72 м
Вес платформы - 22 т
Положение ЦТ от УГР - 0.8 м

Определение габаритности груза.

Величина расчетного смещения конца груза наружу кривой при радиусе 350 м:

$$f_н = \frac{500}{R}(\ell_б + n_н) \cdot n_н - 105 + K$$

$$K = 70\left(\frac{L}{\ell_б} - 1.41\right) = 73$$

$$n_н = 0.5(L - \ell_б) = 7.04 \text{ м}$$

$L = 23.8$ м $\ell_б = 9.72$ м

$$f_н = \frac{500}{350}(9.72 + 7.04) \cdot 7.04 - 105 + 73 = 137 \text{ мм}$$

$B = B_н - 2f_н = 3250 - 2 \cdot 137 = 2976 \text{ мм} > 2210 \text{ мм}$

Вывод: груз габаритен.

Определение минимальной высоты подкладок.

$$h_п = Q_{наэ} \cdot \frac{1}{q_{уд}} + h_п + f_г + h_з + h_б$$

$Q_{наэ} = 6140$ мм $\frac{1}{q_{уд}} = 0.025$ $h_п = 100$ мм $h_з = 25$ мм $h_б = 0$

$$f_г = \frac{q n_н \ell_б^3}{24 E J}\left(1 - 6\frac{n_н^2}{\ell_б^2} - 3\frac{n_н^3}{\ell_б^3}\right)$$

$$q = \frac{Q}{L} = \frac{31.435}{23.8} = 1.321 \text{ т/м} \quad E = 2.1 \cdot 10^7 \text{ т/м}^2 \quad J = 0.077 \text{ м}^4$$

$$f_г = \frac{1.321 \cdot 7.04 \cdot 9.72^3}{24 \cdot 2.1 \cdot 10^7 \cdot 0.077}\left(1 - 6\frac{7.04^2}{9.72^2} - 3\frac{7.04^3}{9.72^3}\right) = 0.001 \text{ м}$$

$h_п = 6140 \cdot 0.025 + 100 + 25 + 1 = 279$ мм

Принято: $h_п = 0.3$ м

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом не должна превышать 50 м²:

$S_{наветр.\ поб.} = S_{пл} + S_{гр}$

$S_{пл.} = 13 + 1.13 \cdot 23.8 = 46.6 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$

Положение общего ЦТ платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{общ} = \frac{Q_{гр} \cdot h_{гр} + Q_{пр} \cdot h_{пр}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leq 2.3 \text{ м} \qquad [\S 34 \text{ ТУ}]$$

$$h_{общ} = \frac{31.435 \cdot (1.301 - 0.3 + 0.715) + 22 \cdot 0.8}{31.435 + 22} = 1.69 \text{ м} < 2.3 \text{ м}$$

Вывод: платформа с грузом устойчива.

Определение усилий действующих на груз.

1ое сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = a_{пр} Q_{гр} = 1.1 \cdot 31.435 = 34.58 \text{ тс}$

$$a_{пр} = a_{32} - \frac{a_{10}(a_{32} - a_{85})}{6.3} = 1.2 - \frac{31.435(1.2 - 1.0)}{6.3} = 1.1 \text{ тс/т}$$

Сила трения: $F_{тр}^{пр} = Q_{гр} \cdot \mu$ $\mu = 0.4$ $F_{тр}^{пр} = 31.435 \cdot 0.4 = 12.57 \text{ тс}$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр}^{пр} = 34.58 - 12.57 = 22.01 \text{ тс}$

2ое сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_п = a_п Q_{гр} = 0.33 \cdot 31.435 = 10.37 \text{ тс}$

$a_п = 0.33$ (по табл. 20 ТУ)

Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в Q_{гр} = 0.318 \cdot 31.345 = 10 \text{ тс}$

$$a_в = 250 + K\ell_в + \frac{2140}{Q_{гр}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{31.435} = 318 \text{ кгс/т} = 0.318 \text{ тс/т}$$

Сила трения: $F_{тр}^{п} = Q_{гр} \cdot \mu(1000 - a_в) = 31.435 \cdot 0.4(1000 - 318) = 8.58 \text{ тс}$

Ветровая нагрузка: $W_п = 50 S_п = 50 \cdot 23.8 \cdot 1.43 = 1.68 \text{ тс}$

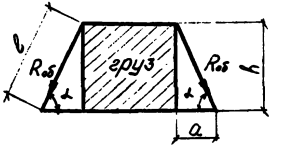
Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_п = n(F_п + W_п) - F_{тр}^{п} = 1.25(10.37 + 1.68) - 8.58 = 6.48 \text{ тс}$

Определение усилий в обвязке.

Усилие в обвязке (для 1ое сочетания сил):

$$R_{об} = \frac{\Delta F_{пр}^{пр}}{2 n_{об} \mu \sin\alpha}$$



$a = 0.285$ м $h = 1.73$ м

$$\ell = \sqrt{a^2 + h^2} = \sqrt{0.285^2 + 1.73^2} = 1.75 \text{ м}$$

$$\sin\alpha = \frac{h}{\ell} = \frac{1.73}{1.75} = 0.988$$

$$R_{об}^{пр} = \frac{22.01}{2 \cdot 3 \cdot 0.4 \cdot 0.988} = 3.48 \text{ тс}$$

Усилие в обвязке (для 2-го сочетания сил):

$$R_{об}^{в} = \frac{\Delta F_n}{2 n_{об} M \sin\alpha} = \frac{6.43}{2 \times 8 \times 0.4 \times 0.988} = 1.02 \text{ тс}$$

Принято: обвязки из проволоки ф7.5мм по 8 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну обвязку 3.88 тс.

Расчет подкладок на смятие.

Напряжение смятия подкладки по 1-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_o^{пр}}{S_n} \qquad N_o^{пр} = \frac{Q_p^{в} + R_{об}^{пр} \times 2 \times n_{об}^{пр} \times \sin\alpha}{2}$$

$$S_n = 60 \times 30 \times 4 = 7200 \text{ см}^2 \qquad N_o^{пр} = \frac{31.435 + 3.48 \times 2 \times 8 \times 0.988}{2} = 43.22 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{43220}{7200} = 6 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Напряжение смятия подкладки по 2-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_o^{п} + F_в^{п}}{S_n} \qquad N_o^{п} = \frac{Q_p^{в} + R_{об}^{в} \cdot 2 \times n_{об}^{в} \times \sin\alpha}{2}$$

$$F_в^{п} = \frac{F_в}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ тс} \qquad N_o^{п} = \frac{31.435 + 1.02 \times 2 \times 8 \times 0.988}{2} = 23.78 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{23780 + 5000}{7200} = 4 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$\eta_{пр} = \frac{\ell_{пр}^{в}}{h_{цт} - h_у^{пр}} = \frac{5.01}{0.705} = 7.1 > [1.25]$$

$$\ell_{пр}^{в} = \frac{9.72}{2} + 0.15 = 5.01 \text{ м} \qquad h_у^{пр} = 0$$

Проверка устойчивости груза поперек платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы:

$$\eta_п = \frac{Q_{гр} \times \ell_п^{в}}{F_n (h_{цт} - h_у^{в}) + W_n (h_{цп}^{п} - h_у^{в})} = \frac{31.435 \times 1.1}{10.37 \times 0.705 + 1.63 \times 0.705} = 4.07 > [1.25]$$

$h_{цт} = 0.705$ м $\qquad h_{цп}^{п} = 0.705$ м

Вывод: груз на платформе устойчив

Проверка устойчивости подкладок.

$$в_n \geq \frac{2(1.25 N_o^{пр} \mu h_o - P_y h_y)}{N_o} \qquad в_n \geq \frac{2 \times 1.25 \times 43.22 \times 0.4 - 0.3}{43.22} = 0.3 \text{ м}$$

$h_y = 0$ $N_o^{пр} = 43.22$ тс $\mu = 0.4$ $P_y = 0$ $h_y = 0$ $h_n = 0.3$ м

При ширине 0.3 м подкладки устойчивы.

РАЗДЕЛ 5. ПОГРУЗКА, РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ ИНВЕНТАРНЫХ ПАКЕТНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ С МОСТОВЫМ ПОЛОТНОМ / ТИПОВОЙ ПРОЕКТ СЕРИИ 3.501.2-127 / НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМАХ.

СОСТАВ РАЗДЕЛА

№№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
1	2	3	4
1	2539-05.01.01.	Инвентарные металлические пакетные пролетные строения с мостовым полотном / проект серии 3.501.2-127 /. Основные характеристики.	108
2	2539-05.02.01.	Размещение и крепление на ж.-д. платформе металлического пакетного пролетного строения с мостовым полотном $L_п$= 8,44м.	109÷113
3	2539-05.03.01.	Размещение и крепление на ж.-д. платформе металлического пакетного пролетного строения с мостовым полотном $L_п$= 12,55м.	114÷117
4	2539-05.04.01.	Размещение и крепление на ж.-д. платформе металлического пакетного пролетного строения с мостовым полотном $L_п$= 16,25м.	118÷123
5	2539-05.05.01.	Размещение и крепление на ж.-д. платформе металлического пакетного пролётного строения с мостовым полотном $L_п$= 18,9м.	124÷129
6	2539-05.06.01.	Размещение и крепление на ж.-д. платформе металлического пакетного пролётного строения с мостовым полотном $L_п$= 23,8м	130÷134

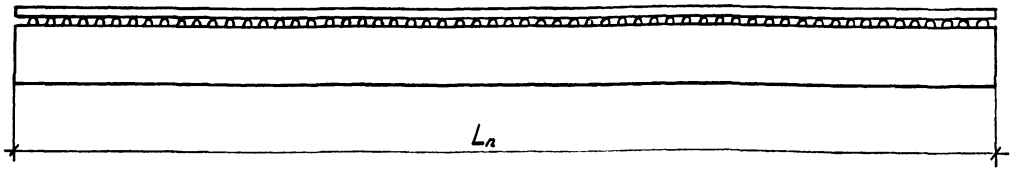
Нач.отд	Гродзенский	
ГИП	Гродзенский	
Норм.конт.	Новолодский	
Рук.группы	Гуревич	
Инженер	Гитова	

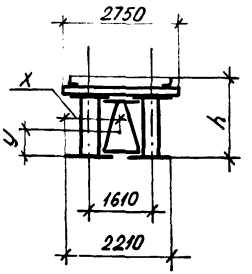
2539-05.00.00.

Состав раздела 5.

Литер	Лист	Листов
РП	1	1

Гипротранспуть





Основные характеристики инвентарных металлических пролётных строений с мостовым полотном длинами $L_п$=8,44 ÷ 23,8 м

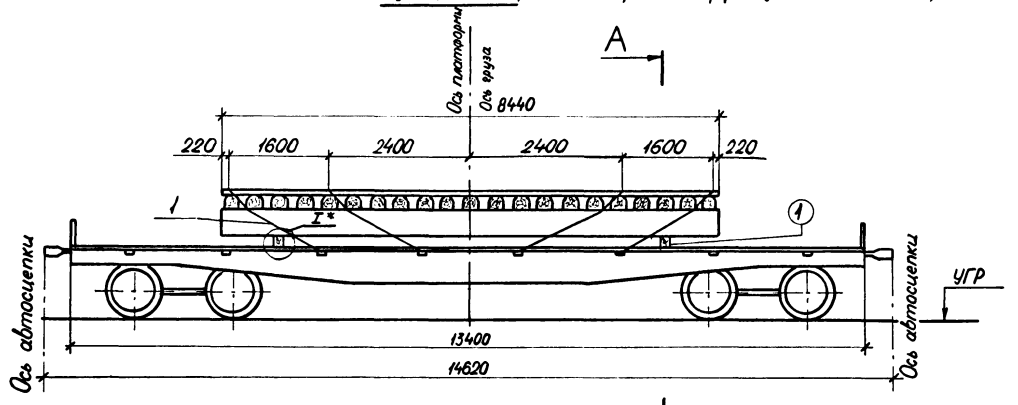
№№ п/п	Полная длина $L_п$ м	Расчетная длина $L_р$ м	Высота грузаh см	Ширина грузаb см	Положение ц.т., мм		Масса груза т
					x	y	
1.	8.44	8.00	69	275	1105	290	9.5
2.	12.55	12.00	91	275	1105	420	15.5
3.	16.25	15.60	116	275	1105	570	22
4.	18.90	18.20	136	275	1105	670	28.5
5	23.80	23.00	171	275	1105	840	37.5

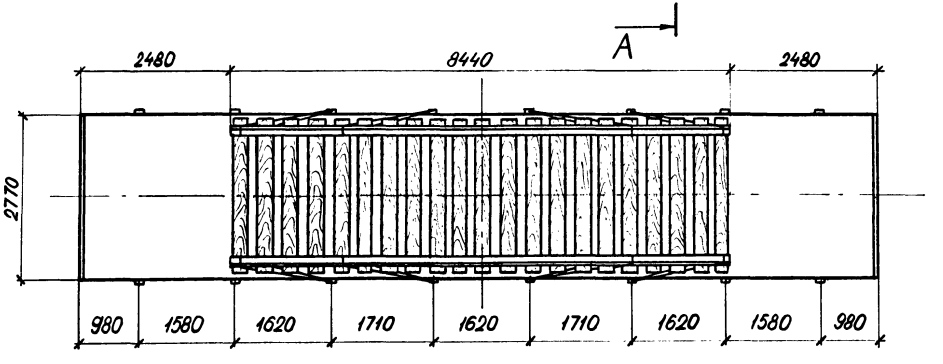
			2539-05.01.01
Нач. отд.	Гродзенский		Инвентарные металлические пакетные пролетные строения с мостовым полотном (проект серии 3.501.2-127). Основные характеристики.
ГИП	Гродзенский		
Н. контр.	Новогодский		
Рук. груп.	Гуревич		
Инженер	Данкова		

Литер	Лист	Листов
РП	1	1

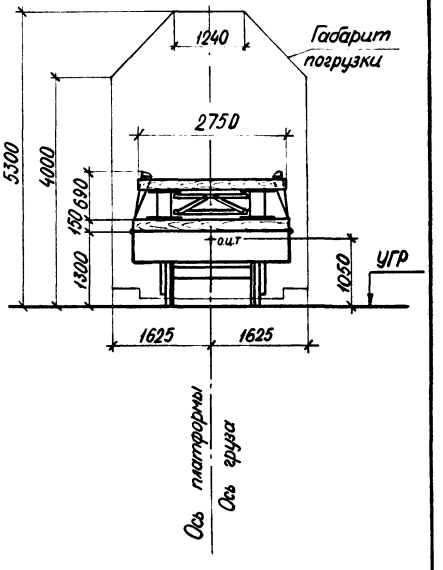
ГИПРОТРАНСПУТЬ

Фасад (продольные борта платформы условно не показаны).



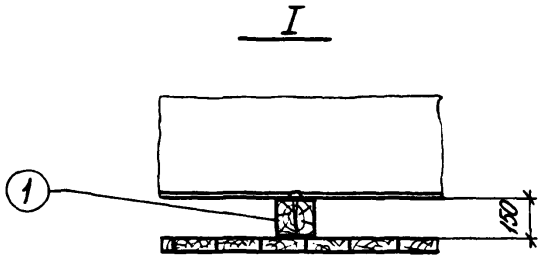


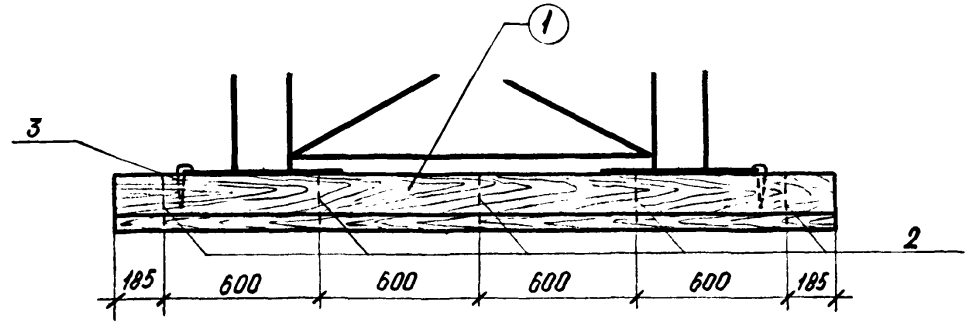
А-А

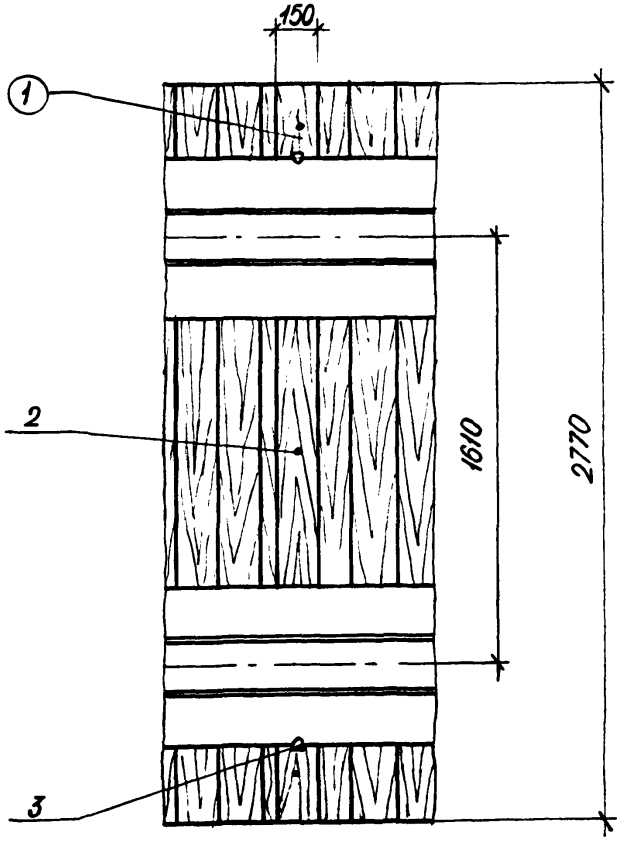


*Узел I см. на черт. 2539-05.02.01 лист 2.

				2539-05.02.01		
Нач. отд.	Гродзенский			Размещение и крепление на ж.д. платформе металлического пакетного пролетного строения с мостовым полотном L_n = 8.44 м.	Литер	Лист 1 / Листов 5
ГИП	Гродзенский				РП	
Н.контр.	Новолодский				ГИПРОТРАНСПУТЬ	
Рук. груп.	Гуревич					
Инженер	Данкова					


I
1
150


1
3
2
185
600
600
600
600
185


150
1
2
3
1610
2770

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1.	База груза	мм	6000
2.	Высота Ц.Т. 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

Спецификация металла креплений

Марка	№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Примечание
	1.	Растяжка из проволоки ℓ=1750 мм	6 ф 6	12100	8	2.69	21.5	Сталь ГОСТ 14 085-79	ГОСТ 3282-74
	2.	Гвозди	d=6	200	10	—	0.44	Ст. 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75 ГОСТ 4028-63
	3.	Костыль путевой	—	165	4	0.4	0.2	Ст. 3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5812-51
	4.								
Итого металла:							22		

Спецификация лесоматериалов

Констр.	№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Примечание
	(1)	Опорный брус	15×15	277	2	0.062	0.12	Сосна, ель не ниже 3с	ГОСТ 9486-66*
Итого лесоматериалов:							0.12		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^{x}-осной платформе инвентарных металлических пакетных пролетных строений длиной 8.44м **с мостовым полотном, изготовленных по типовому проекту** 3.501.2-127. Платформа принята грузоподъемностью 62÷66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.
2. Металлический пакет размещается на платформе симметрично относительно поперечной оси платформы, при этом в плане продольная ось пролетного строения должна совпадать с продольной осью платформы.
3. Металлический пакет устанавливается на деревянные подкладки из брусьев 150×150мм.
4. 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.
5. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанный металлический пакет 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", 1981г.

Расчет к погрузке

I. Характеристика груза. II. Характеристика платформы.

Груз – металлический пакет сварной конструкции
Полная длина груза – 8,44 м
Полная ширина груза – 2,21 м
Полная высота груза – 0,69 м
Вес груза – 9,5 т
Положение ЦТ от подошвы груза по вертикали – 0,29 м

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:

$$h_{общ} = \frac{Q_{гр} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leq 2{,}3\,м \ (\text{§ 34 ТУ})$$

$$h_{общ} = \frac{9{,}5(1{,}300 + 0{,}15 + 0{,}28) + 22 \cdot 0{,}8}{9{,}5 + 22} = 1{,}05\,м < 2{,}3\,м$$

Наветренная поверхность платформы с грузом:
$S \leq 50\,м^2$ $\quad S = 13 + 8{,}44 \cdot 0{,}69 = 18{,}8\,м^2 < 50\,м^2$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдается.

IV. Определение усилий, действующих на груз.

1ое сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = a_{пр} \cdot Q_{гр} = 1{,}169 \cdot 9{,}5 = 11{,}12\,тс$

$$a_{пр} = a_{63} - \frac{Q_{гр}(a_{63} - a_{43})}{63} = 1{,}2 - \frac{9{,}5(1{,}2 - 1{,}0)}{63} = 1{,}169\,тс/т$$

$a_{пр}$ – удельная величина продольной инерционной силы

Сила трения: $F_{тр}^{пр} = Q_{гр} \mu = 9{,}5 \cdot 0{,}4 = 3{,}8\,тс$

$\mu_1 = 0{,}4$ – коэффициент трения металлического пакета по дереву

Продольное усилие, передающееся на крепление: $\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр}^{пр} = 11{,}12 - 3{,}8 = \boxed{7{,}32\,тс}$

2ое сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_п = a_п \cdot Q_{гр} = 0{,}33 \cdot 9{,}5 = 3{,}14\,тс$ $\quad a_п = 0{,}33$ (по табл.)

$a_п$ – удельная величина поперечной инерционной силы.

Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в \cdot Q_{гр} = 0{,}475 \cdot 9{,}5 = 4{,}500\,тс$

$$a_{в(100)} = 250 + к \cdot \ell_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{9{,}5} = 475\,кг/т = 0{,}475\,тс/т$$

$a_в$ – удельная величина вертикальной инерционной силы;
$к = 5$ (при опирании груза на одну платформу);
$\ell_{гр} = 0$ – расстояние от ЦТгр до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы.

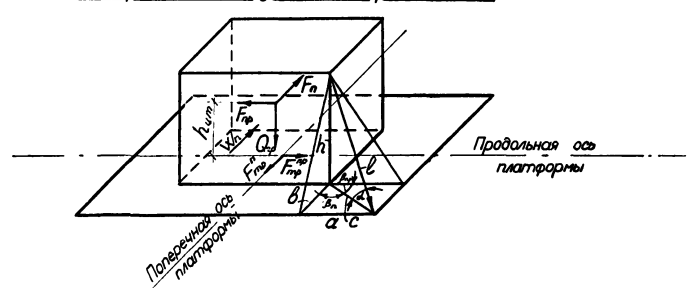
Сила трения: $F_{тр}^{п} = Q_{гр} \mu_1 (1000 - a_в) = 9{,}5 \cdot 0{,}4 (1000 - 475) = 1995\,кгс = 1{,}995\,тс$.

Ветровая нагрузка: $W_п = 50 \cdot S_п = 50 \cdot 8{,}44 \cdot 0{,}69 = 283\,кгс = 0{,}283\,тс$.

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_п = n(F_п + W_п) - F_{тр}^{п} = 1{,}25 \cdot (3{,}14 + 0{,}283) - 1{,}995 = 2{,}28\,тс.$$

V. Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке в продольном направлении (для 1ого сочетания сил):

$$R_р^{пр} = \frac{\Delta F_{пр}}{n_р^{пр}(\mu \sin\alpha_i \sin\beta_{пр\,i} + \cos\alpha_i \cos\beta_{пр\,i})}$$

$n_р^{пр} = 4$ – количество растяжек, работающих одновременно в одном направлении

$a = 1500\,мм$; $b = 280\,мм$; $h = 840\,мм$; $c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{1500^2 + 280^2} = 1526\,мм$;

$\ell = \sqrt{h^2 + c^2} = \sqrt{840^2 + 1526^2} = 1742\,мм$;

$\cos\beta_{пр} = \frac{a}{c} = \frac{1500}{1526} = 0{,}9829$; $\quad \cos\alpha = \frac{c}{\ell} = \frac{1526}{1742} = 0{,}8760$;

$\sin\alpha = \frac{h}{\ell} = \frac{840}{1742} = 0{,}4822$;

$$R_p^{пр} = \frac{7.32}{4(0.4 \cdot 0.4822 + 0.8760 \cdot 0.9829)} = 1.73\ тс$$

Усилие в растяжке в поперечном направлении (от $2^{го}$ сочетания сил):

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n}{n_p^{пр}(\mu \sin\delta_i + \cos\delta_i \cos\beta_{пi})}$$

$$\cos\beta_n = \frac{b}{c} = \frac{280}{15.26} = 0.1835;$$

$$R_p^n = \frac{2.28}{4(0.4 \cdot 0.4822 + 0.8760 \cdot 0.1835)} = 1.61\ тс$$

Принято: растяжки из проволоки ф6.0 мм по 6 нитей в каждой с допускаемым 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:

$$\sigma_c = \frac{N_o^{пр}}{S_o} = \frac{8.35}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 46.4\ т/м^2 = 4.68\ кг/см^2 < [30\ кг/см^2];$$

$$N_o^{пр} = \frac{Q_{зр}}{2} + 4 R_p^{пр} \sin\delta_i = \frac{9.5}{2} + 4 \cdot 1.73 \cdot 0.5196 = 8.35\ тс$$

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

$$\sigma_c = \frac{N_o^n + F_в}{S_o} = \frac{8.1 + 4.5/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 57.5\ т/м^2 = 5.75\ кг/см^2 < [30\ кг/см^2];$$

$$N_o^n = \frac{Q_{зр}}{2} + 4 \cdot R_p^n \sin\delta_i = \frac{9.5}{2} + 4 \cdot 1.61 \cdot 0.5196 = 8.1\ тс.$$

VII. Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{пр} = \frac{\ell_{пр}^{\circ}}{(h_{ц.т} - h_y^{пр})} \geq 1.25;$$

$$h_{ц.т} = 0.44м; \qquad h_y^{пр} = 0;$$

$$\eta_{пр} = \frac{4.22}{0.44} = 9.59 > [1.25].$$

VIII. Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_n = \frac{Q_{зр} \cdot b_n^{\circ}}{F_n(h_{ц.т} - h_y^n) + W_n(h_{тт}^n - h_y^n)} > 1.25; \qquad h_y^n = 0;$$

$$\eta_n = \frac{9.5 \cdot 1.105}{3.14 \cdot 0.44 + 0.283 \cdot 0.495} = 6.9 > 1.25$$

IX. Проверка подкладок на устойчивость.

$$b_o \geq \frac{2(1.25 N_o \mu h_o - P_y h_y)}{N_o};$$

$h_y = 0$; $N_o^{пр} = 8.35\ тс$; $\mu = 0.4$;

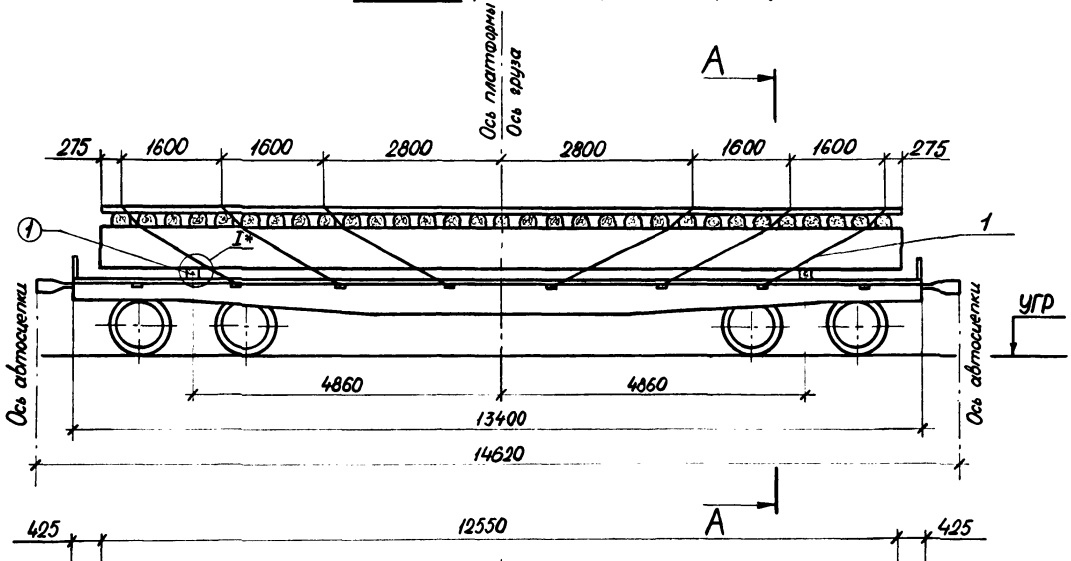
$$b_o \geq \frac{2(1.25 \cdot 8.35 \cdot 0.4 \cdot 0.15)}{8.35} = 0.15\ м$$

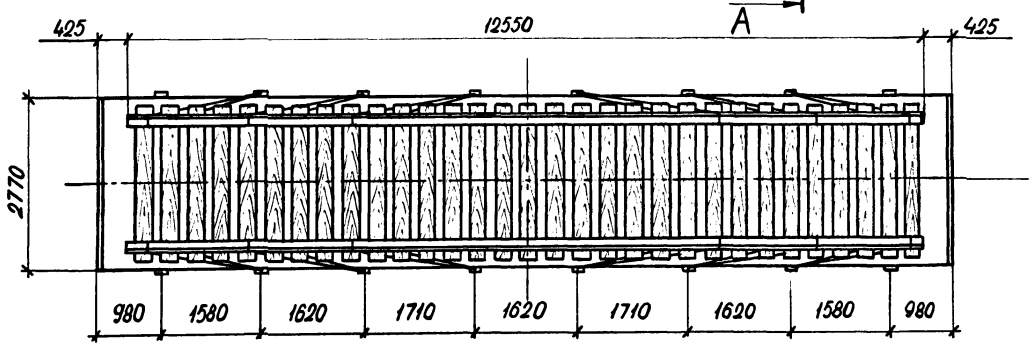
Принято: $b_o = 0.15$ м;

Примечание.

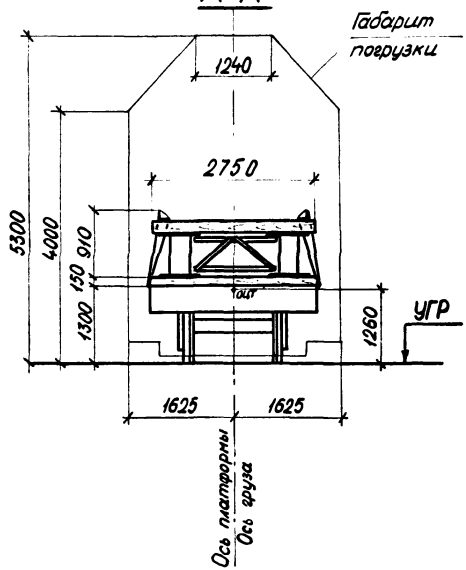
Конструктивно подкладки крепятся к полу платформы при помощи гвоздей d=8 мм длиной 200мм.

Фасад (продольные борта платформы условно не показаны).





А–А



*Узел I см. на черт. 2539-05.02.01 лист 2

				2539–05.03.01			
Нач.отд.	Гродзенский			Размещение и крепление на ж.д. платформе металлического пакетного пролетного строения с мостовым полотном $L_н$ = 12.55 м.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский				РП	1	4
Н.контр.	Новолодский				ГИПРОТРАНСПУТЬ		
Рук.груп	Гуревич						
Инженер	Данкова						

Характеристика схемы погрузки

№№ поз.	Наименование	Изм	Величина
1.	База груза	мм	9720
2.	Высота Ц.Т. пролетного строения относительно его низа	мм	420
3.	Высота общего Ц.Т. платформы с грузом относительно УГР	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

Спецификация металла креплений

Марка	№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Примечание
	1.	Растяжка из проволоки ℓ=2200 мм	6ф6	14800	12	3.29	39.5	Сталь ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
	2.	Гвозди	d=6	200	10	—	0.44	Ст. 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75 ГОСТ 4028-63
	3.	Костыль путевой	—	165	4	0.4	0.2	Ст. 3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5812-51
	4.								
Итого металла:							40		

Спецификация лесоматериалов

Констр.	№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Примечание
	(1)	Опорный брус	15×15	277	2	0.062	0.12	Сосна, ель не ниже 3 с.	ГОСТ 9463-66*
Итого лесоматериалов:							0.12		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4-осной платформе инвентарных металлических пакетных пролетных строений длиной 12,55м **с мостовым полотном, изготовленных по типовому проекту** 3.501.2-127. Платформа принята грузоподъемностью 62÷66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.
2. Металлический пакет размещается на платформе симметрично относительно поперечной оси платформы, при этом в плане продольная ось пролетного строения должна совпадать с продольной осью платформы.
3. Металлический пакет устанавливается на деревянные подкладки из брусьев 150х150мм.
4. Для предотвращения поперечного и продольного смещений металлический пакет прикрепляется к стоечным скобам платформы при помощи растяжек из проволочных скруток. На пролётном 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 борта платформы закрываются, а боковые 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 — металлический пакет сварной конструкции
Полная длина груза — 12.55м
Полная ширина груза — 2.21м
Полная высота груза — 0.91м
Вес груза — 15.5т

Платформа четырехосная
База — 9.72м
Вес платформы — 22т
Положение ЦТ от УГР — 0.8м

III. Проверка соблюдения условий общей поперечной устойчивости.

Положение общего ЦТ платформы с грузом относительно УГР

$$h_{общ} = \frac{Q_{гр}h_{гр} + Q_{пл}h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leq 2.3м (§34 ТУ);$$

$$h_{общ} = \frac{15.5(1.300 + 0.15 + 0.42) + 22 \cdot 0.8}{15.5 + 22} = 1.26м < 2.3м.$$

Наветренная поверхность платформы с грузом: $S \leq 50м^2$; $S = 13 + 12.55 \cdot 0.91 \cdot 24.4м^2 \leq 50м^2$

Вывод: условия поперечной устойчивости платформы с грузом соблюдаются.

IV. Определение усилий, действующих на груз.

1ое сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = a_{пр} \cdot Q_{гр} = 1.15 \cdot 15.5 = 17.83$ тс;

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{гр}(a_{11} - a_{01})}{63} = 1.2 - \frac{15.5(1.2 - 1.0)}{63} = 1.15 тс/т;$$

$a_{пр}$ — удельная величина продольной инерционной силы.

Сила трения: $F_{тр}^{пр} = Q_{гр} \cdot \mu = 15.5 \cdot 0.4 = 6.2$ тс;

$\mu = 0.4$ — коэффициент трения металлического пакета по дереву.

Продольное усилие, передающееся на крепление: $\Delta F_{пр} = F_{тр} - F_{тр}^{пр}$.

$$\Delta F_{пр} = 17.83 - 6.2 = \boxed{11.63 тс}$$

2ое сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_п = a_п \cdot Q_{гр} = 0.33 \cdot 15.5 = 5.115$ тс;

$a_п = 0.33$ (по табл.) — удельная величина поперечной инерционной силы.

Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в Q_{гр} = 0.388 \cdot 15.5 = 6.014$ тс;

$$a_{в(100)} = 250 + k\ell_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{15.5} = 388 кгс/т = 0.388 тс/т;$$

$a_в$ — удельная величина вертикальной инерционной силы;

$k = 5$ (при опирании груза на одну платформу);

$\ell_{гр} = 0$ — расстояние от $ЦТ_{гр}$ до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы.

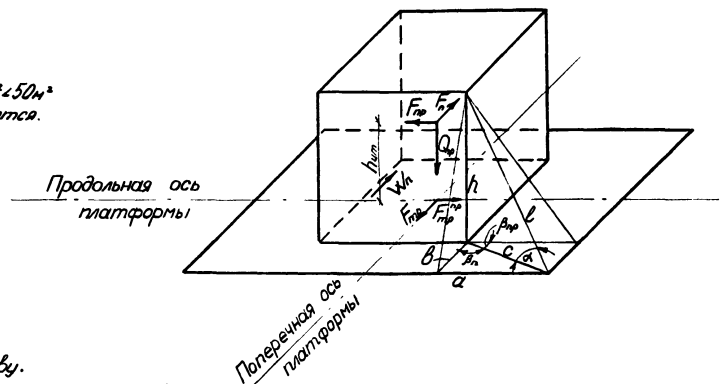
Сила трения: $F_{тр}^{п} = Q_{гр}\mu(1000 - a_в) = 15.5 \cdot 0.4(1000 - 388) = 3794 кгс = 3.794$ тс

Ветровая нагрузка: $W_п = 50 S_п = 50 \cdot 12.55 \cdot 0.97 = 609 кгс = 0.609$ тс.

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_п = n(F_п + W_п) - F_{тр}^{п} = 1.25(5.115 + 0.609) - 3.794 = 3.361 тс.$$

V. Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке в продольном направлении (для 1ого сочетания сил):

$$R_р^{пр} = \frac{\Delta F_{пр}}{n_р^{пр}(\mu \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \cos\beta_{пр_i})}$$

$n_р^{пр} = 6$ — количество растяжек, работающих одновременно в одном направлении

$a = 1900$ мм ; $b = 280$ мм ; $h = 1060$ мм; $c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{1900^2 + 280^2} = 1921$ мм;

$l = \sqrt{h^2 + c^2} = \sqrt{1060^2 + 1921^2} = 2194$ мм;

$\cos\beta_{пр} = \frac{a}{c} = \frac{1900}{1921} = 0.9891$; $\cos\alpha = \frac{c}{l} = \frac{1921}{2194} = 0.8756$;

$\sin\alpha = \frac{h}{l} = \frac{1060}{2194} = 0.4831$;

$$R_p^{пр} = \frac{11.63}{6(0.4 \cdot 0.4831 + 0.8756 \cdot 0.9891)} = 1.83 \text{ тс}.$$

Усилие в растяжке в поперечном направлении (от 2-го сочетания сил):

$$R_p^n = \frac{\triangle F_n}{n_p^{пр}(\mu \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \cos\beta_{ni})};$$

$$\cos\beta_{ni} = \frac{b}{c} = \frac{280}{1921} = 0.1458;$$

$$R_p^n = \frac{3.361}{6(0.4 \cdot 0.4831 + 0.8756 \cdot 0.1458)} = 1.74 \text{ тс}.$$

Принято: растяжки из проволоки ф6.0 мм по 6 нитей в каждой с допускаемым 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:

$$\sigma_c = \frac{N_o^{пр}}{S_o} = \frac{13.3}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 73.9 \text{ т/м}^2 = 7.39 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2];$$

$$N_o^{пр} = \frac{Q_{эр}}{2} + (\Sigma R_p^{пр} \cdot \sin\alpha_i) 2 = \frac{15.5}{2} + 3 \cdot 1.83 \cdot 0.4978 \cdot 2 = 13.3 \text{ тс}$$

Напряжение в подкладках при смятии по 1-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_o^n + F_k}{S_o} = \frac{12.95 + 6.014/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.15} = 88.65 \text{ т/м}^2 = 8.9 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2];$$

$$N_o^n = \frac{Q_{эр}}{2} + (\Sigma R_p^n \cdot \sin\alpha_i) 2 = \frac{15.5}{2} + 3 \cdot 1.74 \cdot 0.4978 \cdot 2 = 12.95 \text{ тс}.$$

VII. Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{пр} = \frac{l_{пр}^{\circ}}{(h_{ц.т.} - h_y^{пр})} \geq 1.25;$$

$h_{ц.т.} = 0.42 + 0.15 = 0.57$ м; $h_y^{пр} = 0$;

$$\eta_{пр} = \frac{6.275}{0.57} = 11.01 > 1.25.$$

VIII. Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_n = \frac{Q_{эр}\, b_n^{\circ}}{F_n(h_{ц.т} - h_y^n) + W_n(h_{нп}^n - h_y^n)} \geq 1.25;$$

$h_{ц.т.} = 0.57$ м ; $h_y^{пр} = 0$; $h_{нп}^n = 0.435$ м ; $b_n^{\circ} = 1.105$

$$\eta_n = \frac{15.5 \cdot 1.105}{5.115 \cdot 0.57 + 0.609 \cdot 0.435} = 5.38 > 1.25$$

IX. Проверка подкладок на устойчивость.

$$b \geq \frac{2(1.25 N_o \mu h_o - P_y h_y)}{N_o};$$

$h_y = 0$; $\mu = 0.4$; $N_o^{пр} = 13.3$ тс ;

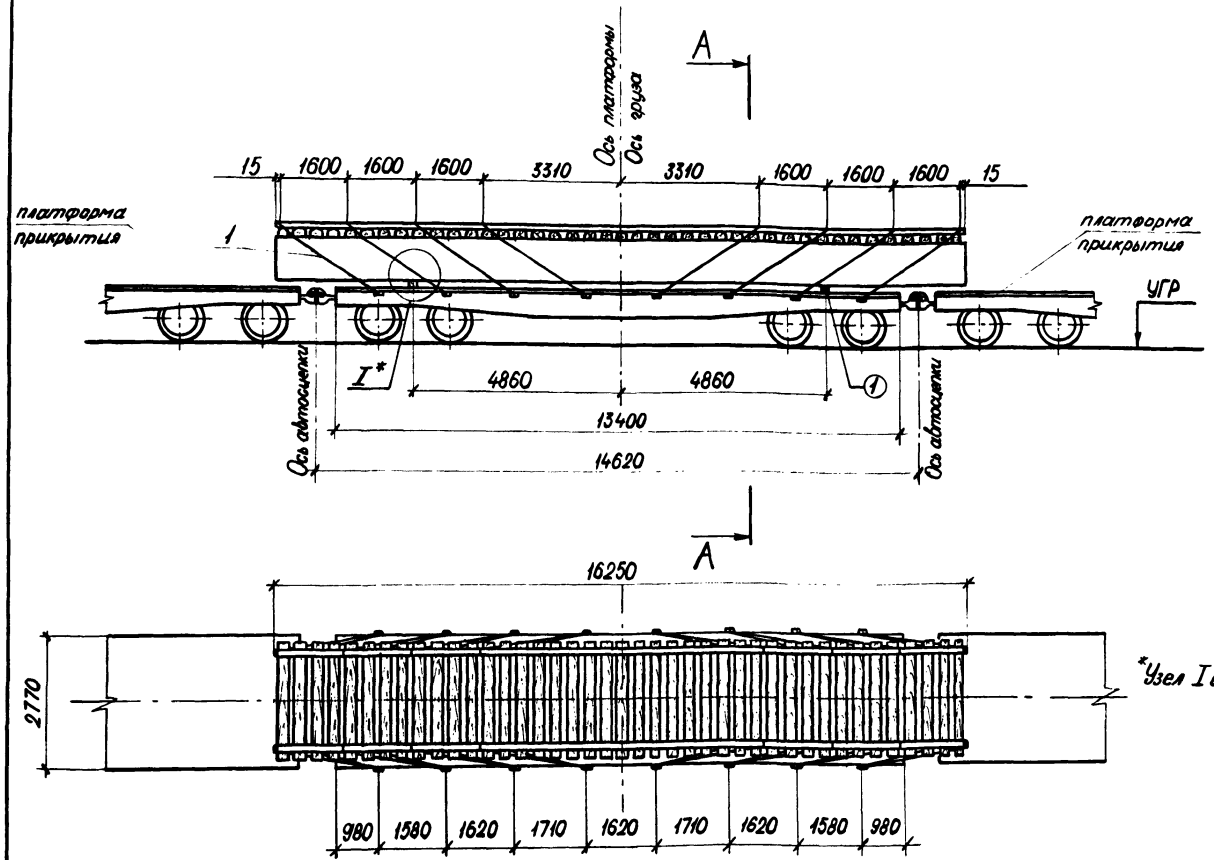
$$b \geq \frac{2 \cdot 1.25 \cdot 13.3 \cdot 0.4 \cdot 0.15}{13.3} = 0.15 \text{ м}$$

Принято: $b = 0.15$ м ;

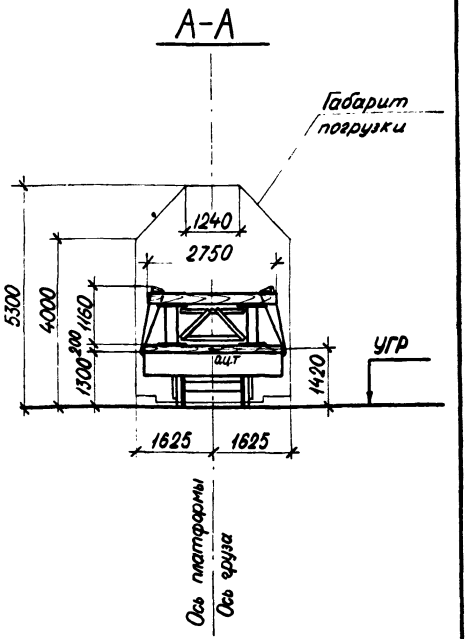
Примечание

Конструктивно подкладки крепятся к полу платформы при помощи гвоздей $d = 6$мм длиной 200 мм.

Фасад (борта платформы условно не показаны)



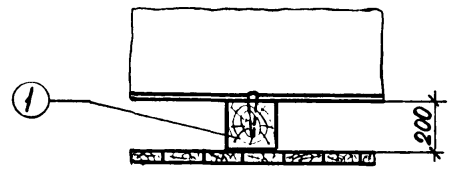
А-А

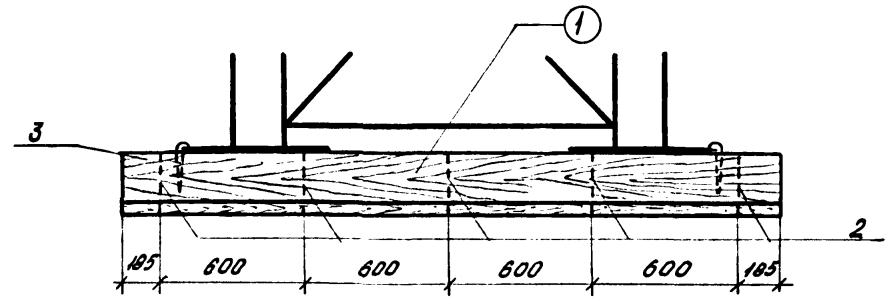


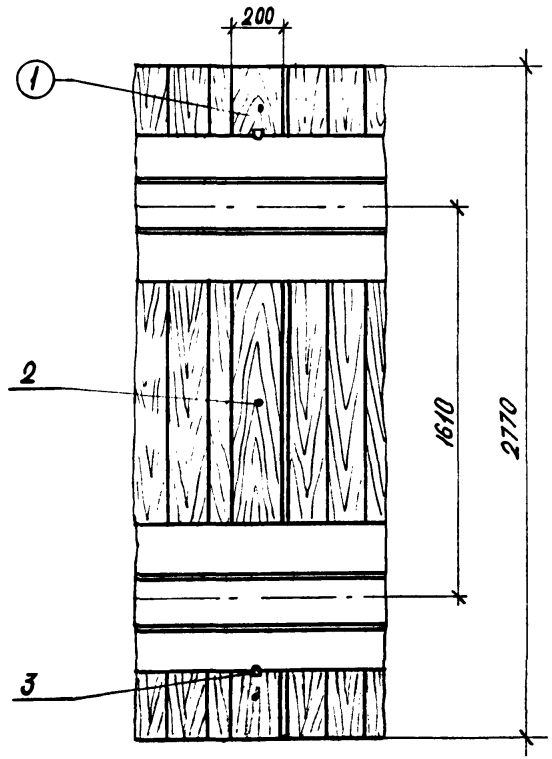
*Узел I см. на черт. 2539-05.04.01 лист 2.

				2539-05.04.01		
Нач. отд.	Гродзенский		Размещение и крепление на ж.д. платформе металлического пакетного пролетного строения с мостовым полотном $L_д = 16.25$ м	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский			РП	1	6
Н. контр.	Новолодский			ГИПРОТРАНСПУТЬ		
Рук. груп.	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	570
3.	Высота общего Ц.Т. платформы с грузом относительно УГР	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

Спецификация металла креплений

Марка	№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Примечание
	1.	Растяжка из проволоки ℓ=277 см	6ф6.3	1822	16	4,5	72	Сталь ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
	2.	Гвозди	d=6	250	10	—	0.8	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75 ГОСТ 4028-63
	3.	Костыль путевой	—	165	4	0.4	1.6	Ст 3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5812-51
	4.								
Итого металла:							74.4		

Спецификация лесоматериалов

Констр.	№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Примечание
	①	Опорный брус	20×20	277	2	0.11	0.22	сосна, ель не ниже 3с	ГОСТ 9486-65*
Итого лесоматериалов:							0.22		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^{X}-осной грузонесущей платформе в сцепе с двумя платформами прикрытия инвентарных металлических пакетных пролетных строений длиной 16,25м **с мостовым полотном**, изготовленных по типовому проекту 3.501.2-127. Грузонесущая платформа принята грузоподъемностью 62÷66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.
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.

Расчет к погрузке

I. Характеристика груза.

Груз — металлический пакет сварной конструкции
Полная длина груза — 16.25м
Полная ширина груза — 2.21м
Полная высота груза — 1.16м
Вес груза — 22 т

II. Характеристика платформы.

Платформа четырехосная
База — 9.72м
Вес платформы — 22 т
Положение ЦТ от УГР — 0.8м

III. Проверка соблюдения условий общей поперечной устойчивости.

Положение общего ЦТ платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{общ} = \frac{Q_{гр} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} < 2.3м \ (\text{ГОСТ}) ;$$

$$h_{общ} = \frac{22(1300+0.20+0.57)+22\cdot 0.8}{22+22} = 1.42м < 2.3м$$

Наветренная поверхность платформы с грузом:

$S < 50м^3$; $S = 13 + 16.25 \cdot 1.16 = 31.85м^3 < 50м^3$

Вывод: условия поперечной устойчивости платформы с грузом соблюдаются.

IV. Определение усилий, действующих на груз.

1ое сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = a_{пр} \cdot Q_{гр} = 1.131 \cdot 22 = 24.88$ т с;

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{гр}(a_{22} - a_{65})}{63} = 1.2 - \frac{22(1.2-1.0)}{63} = 1.131 тс/т ;$$

$a_{пр}$ — удельная величина продольной инерционной силы;

Сила трения: $F_{тр}^{пр} = Q_{гр}\, \mu = 22 \cdot 0.4 = 8.8$ тс

$\mu = 0.4$ — коэффициент трения металлического пакета по дереву;

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр}^{пр} ;$$

$$\Delta F_{пр} = 24.88 - 8.8 = \boxed{16.1 тс}$$

2ое сочетание сил:

Поперечная инерционная сила: $F_n = a_n \cdot Q_{гр} = 0.33 \cdot 22 = 7.26$ т с ;

$a_n = 0.33$ (по табл.) — удельная величина поперечной инерционной силы

Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в \cdot Q_{гр} = 0.347 \cdot 22 = 7.634$ тс;

$$a_{в(100)} = 250 + к \cdot \ell_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} = 250 + 5\cdot 0 + \frac{2140}{22} = 347 кгс/т = 0,347 тс/т ;$$

$a_{в(100)}$ — удельная величина вертикальной инерционной силы

$к = 5$ - (при опирании груза на одну платформу)

$\ell_{гр} = 0$ — расстояние от $ЦТ_{гр}$ до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы

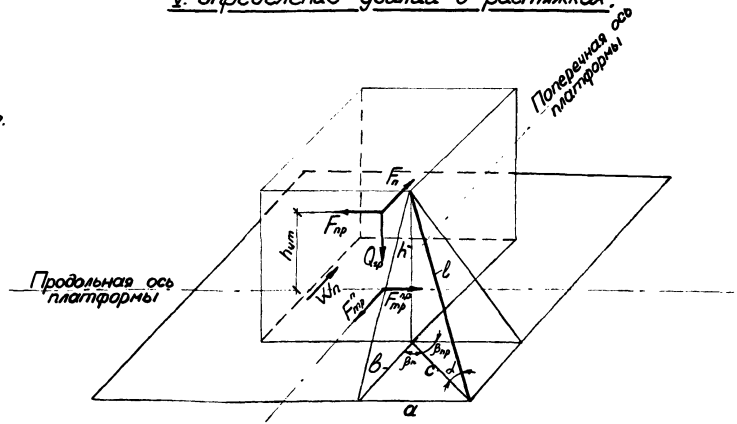
Сила трения: $F_{тр}^{n} = Q_{гр}\, \mu (1000 - a_в) = 22 \cdot 0.4 (1000 - 347) = 5747 кгс = 5.747 тс$

Ветровая нагрузка: $W_n = 50 S_n = 50 \cdot 1.16 \cdot 16.25 = 992 кгс = 0.992 тс$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_n = n(F_n + W_n) - F_{тр}^{n} = 1.25(7.26 + 0.992) - 5.747 = 4.57 тс$$

V. Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке в продольном направлении (для 1ого сочетания сил):

$$R_p^{пр} = \frac{\Delta F_{пр}}{n_p^{пр}(\mu \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \cos\beta_{пр i})};$$

$n_p^{пр} = 8$ – количество растяжек, работающих одновременно в одном направлении;

$a = 2400$ мм; $b = 280$ мм; $h = 1360$ мм; $c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{2400^2 + 280^2} = 2416$ мм;

$l = \sqrt{h^2 + c^2} = \sqrt{1360^2 + 2416^2} = 2772$ мм;

$$\cos\beta_{пр} = \frac{a}{c} = \frac{2400}{2416} = 0.9934; \qquad \cos\alpha = \frac{c}{l} = \frac{2416}{2772} = 0.8716;$$

$$\sin\alpha = \frac{h}{l} = \frac{1360}{2772} = 0.4906;$$

$$R_p^{пр} = \frac{16.1}{8(0.4 \cdot 0.4906 + 0.8716 \cdot 0.9934)} = 1.90 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке в поперечном направлении (от 2-го сочетания сил):

$$R_p^{п} = \frac{\Delta F_n}{n_p^{п}(\mu \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \cos\beta_{ni})}$$

$$\cos\beta_{ni} = \frac{b}{c} = \frac{280}{2416} = 0.1159;$$

$$R_p^{п} = \frac{4.57}{8(0.4 \cdot 0.4906 + 0.8716 \cdot 0.1159)} = 1.93 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки ф6.3 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:

$$\sigma_c = \frac{N_o^{пр}}{S_o} = \frac{18.5}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.20} = 77.1 \text{ т/м}^2 = 7.7 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2]$$

$$N_o^{пр} = \frac{Q_{эр}}{2} + (\Sigma R_p^{пр} \sin\alpha_i)2 = \frac{22}{2} + (4 \cdot 1.90 \cdot 0.4906)2 = 18.5 \text{ тс}$$

Напряжение в подкладках при смятии по 2-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_o^{п} + F_в}{S_o} = \frac{18.6 + 7.634/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.20} = 93 \text{ т/м}^2 = 9.3 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2]$$

$$N_o^{п} = \frac{Q_{эр}}{2} + (\Sigma R_p^{п} \sin\alpha_i)2 = \frac{22}{2} + (1.93 \cdot 0.4906 \cdot 4)2 = 18.6 \text{ тс}$$

VII. Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{ср} = \frac{l}{(h_{ц.т} - h_y^{пр})} \geq 1.25; \qquad h_{ц.т} = 0.77 \text{ м}; \; h_y^{пр} = 0;$$

$$\eta_{ср} = \frac{8.125}{0.77} = 10.6 > 1.25;$$

VIII. Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_n = \frac{Q_{эр} \cdot B_n^o}{F_n(h_{ц.т} - h_y^o) + W_n(h_{пл}^n - h_y^o)} \geq 1.25; \; h_{ц.т} = 0.77 \text{ м}; \; h_y^n = 0;$$

$$\eta_n = \frac{22 \cdot 1.105}{7.26 \cdot 0.77 + 0.992 \cdot 0.78} = 3.8 > 1.25;$$

IX. Проверка габаритности груза.

Допускаемая ширина груза: $B_н = B_г - 2f_н$

$B_г = 3250$ мм – ширина габарита погрузки

$f_н$ – ограничение ширины груза с учетом его смещения наружу кривой

$f_н = f(n_н) = 0$ (табл. 24 ТУ)

$$n_н = \frac{L - l_o}{2} = \frac{16.25 - 9.72}{2} = 3.3$$

$B_н = 3250 - 2 \cdot 0 = 3250$ мм > 2210 мм

Следовательно, груз как на прямом участке, так и на кривой радиусом 350 м габаритен.

X. Определение размеров подкладок.

Определение высоты подкладок:

$$h_0 = a_n \times tg\gamma + h_n + f_r + h_з + h_б;$$

$a_n = 2365$ мм; $tg\gamma = 0.025$; $h_n = 100$мм; $h_з = 25$мм; $h_б = 0$;

$$f_r = \frac{-q\ell^4}{24EJ}\left(\frac{5}{24} - \frac{a^2}{\ell^2}\right);$$

$$q = \frac{Q_{гр}}{L} = \frac{22}{16.25} = 1.35\ т/пм;\quad E = 2.1\cdot 10^7\ т/м^2;\quad J = 0.025\ м^4$$

$$a = 3.265м;\quad \ell = 9.72м;$$

$$f_r = \frac{-1.35\cdot 9.72^4}{24\cdot 2.1\cdot 10^7\cdot 0.025}\left(\frac{5}{24} - \frac{3.265^2}{9.72^2}\right) = -0.0001м \approx 0$$

$$h_0 = 2365\cdot 0.025 + 100 + 0 + 25 + 0 = 185мм;$$

Принято: $h_0 = 0.2м$

Проверка на устойчивость

$$b_0 \geqslant \frac{2(1.25N_0\mu h_0 - P_y h_y)}{N_0};$$

$$h_y = 0;$$

$N_0^{пр} = 19.6$ тс; $\mu = 0.4$

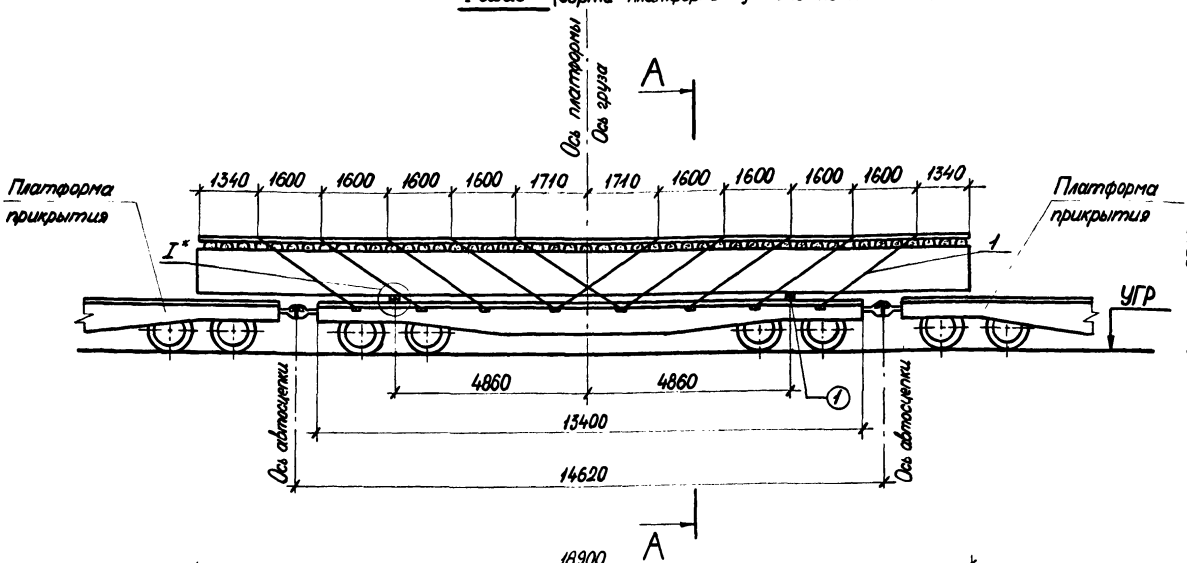
$$b_0 \geqslant \frac{2\cdot 1.25\cdot 19.6\cdot 0.4\cdot 0.2}{19.6} = 0.2м$$

Принято: $b_0 = 0.2м$

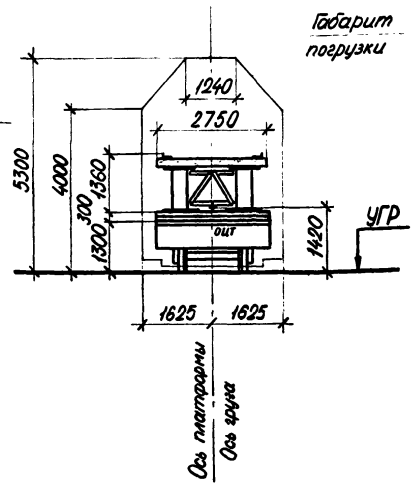
Примечание

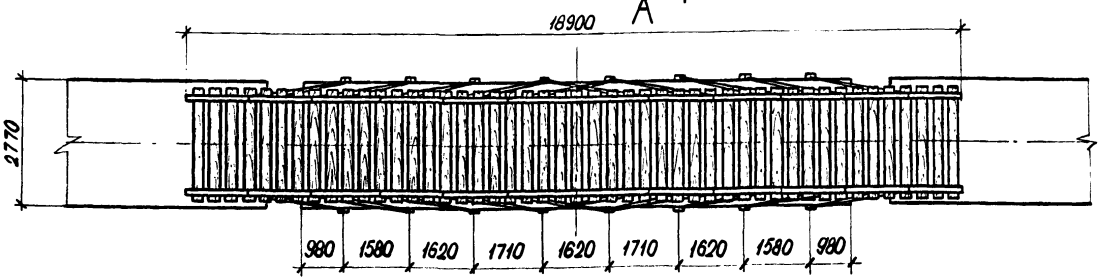
Конструктивно подкладки крепятся к полу платформы при помощи гвоздей $d = 6$мм длиной 250мм.

Фасад (борта платформы условно не показаны)



А-А





*Узел I см. на черт. 2539-05.05.01 лист 2.

Нач. отд.	Гродзенский	
ГИП	Гродзенский	
Н. контр.	Новаподский	
Рук. эрчп	Гуревич	
Инженер	Данкова	

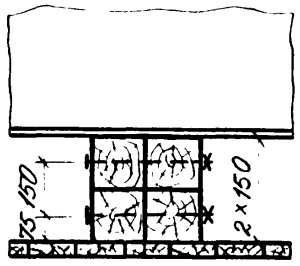
2539-05.05.01

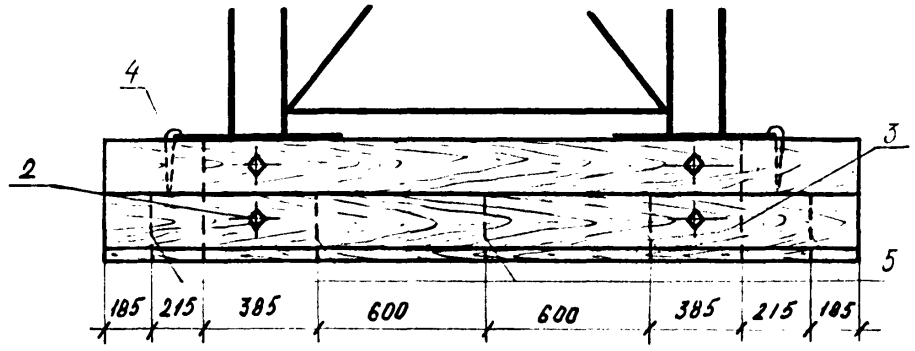
Размещение и крепление на ж.д. платформе металлического пакетного пролетного строения с мостовым полотном $L_{пр} = 18.9$ м.

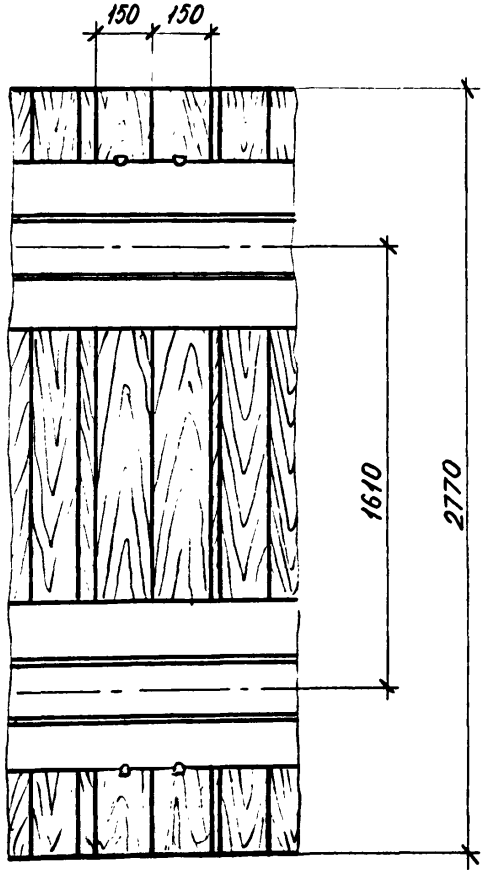
Литер	Лист	Листов
РП	1	6

ГИПРОТРАНСПУТЬ

I


75
150
2×150


4
2
3
5
185
215
385
600
600
385
215
185


150
150
1610
2770

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

Спецификация металла креплений

Марка	№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Примечание
	1.	Растяжка из проволоки ℓ=3020мм	6ф6.3	19700	20	4.83	96.6	Сталь ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
	2.	Строительный болт с гайкой и двумя шайбами	М16	350	8	0.6	5	Ст3 сп4 Ст 3 пс ГОСТ 380-71*	
	3.	Штырь	ф12	250	8	—	1.8	Ст3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2590-71*
	4.	Костыль путевой	—	165	8	0.4	3	Ст3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5812-51
	5.	Гвозди	d=6	200	20	—	0.9	Ст2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75 ГОСТ 4028-63
Итого металла:							107		

Спецификация лесоматериалов

Констр.	№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Примечание
	(1)	Опорный брус	15×15	277	8	0.062	0.5	сосна, ель не ниже 3с	ГОСТ 8486-66*
Итого лесоматериалов:							0.5		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^{X}-осной грузонесущей платформе в сцепе с двумя платформами прикрытия инвентарных металлических пакетных пролетных строений длиной 18,9м **с мостовым полотном**, изготовленных по типовому проекту 3.501.2-127. Грузонесущая платформа принята грузоподъёмностью 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. Подкладки состоят из 4^{X} брусьев 150х150мм, объединенных между собой горизонтальными болтами и вертикальными штырями в пакет.
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.

Расчёт к погрузке

I. Характеристика груза.

Груз – металлический пакет сварной конструкции

Полная длина груза – 18.9 м

Полная ширина груза – 2.21 м

Полная высота груза – 1.36 м

Вес груза – 28.5 т

II. Характеристика платформы.

Платформа четырехосная

База – 9.72 м

Вес платформы – 21 т

Положение ЦТ от УГР – 0.8 м

III. Проверка соблюдения условий общей поперечной устойчивости.

Положение общего ЦТ платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{общ} = \frac{Q_{гр} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leq 2.3 м \ (§ 34 ТУ)$$

$$h_{общ} = \frac{28.5(1.3 + 0.15 + 0.67) + 21 \cdot 0.8}{28.5 + 21} = 1.54 м < 2.3 м$$

Наветренная поверхность платформы с грузом:

$S \leq 50 м^3$; $S = 1.3 + 16.25 \cdot 1.16 = 31.85 м^3 < 50 м^3$

Вывод: условия поперечной устойчивости платформы с грузом соблюдаются

IV. Определение усилий, действующих на груз.

1 ое сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = a_{пр} \cdot Q_{гр} = 1.11 \cdot 28.5 = 31.635$ тс

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{гр}(a_{22} - a_{65})}{63} = 1.2 - \frac{28.5(1.2 - 1.0)}{63} = 1.11 тс/т ;$$

$a_{пр}$ – удельная величина продольной инерционной силы

Сила трения: $F_{тр}^{пр} = Q_{гр} \cdot \mu = 28.5 \cdot 0.4 = 11.4$ тс ;

$\mu = 0.4$ – коэффициент трения металлического пакета по дереву

Продольное усилие, передающееся на крепление: $\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр}^{пр} = 31.635 - 11.4 = 20.235$ тс

2 ое сочетание сил:

Поперечная инерционная сила: $F_п = a_п \cdot Q_{гр} = 0.33 \cdot 28.5 = 9.405$ тс ;

$a_п = 0.33$ (по табл.) – удельная величина поперечной инерционной силы

Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в \cdot Q_{гр} = 0.325 \cdot 28.5 = 9.26$ тс

$$a_{в(100)} = 250 + к \cdot l_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{28.5} = 325 кгс/т = 0.325 тс/т ;$$

$a_в$ – удельная величина вертикальной инерционной силы

$к = 5$ (при опирании груза на одну платформу)

$l_{гр} = 0$ – расстояние от $Ц Т_{гр}$ до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы

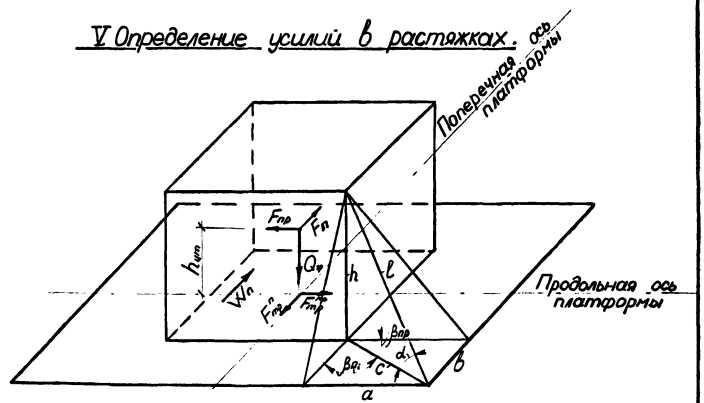
Сила трения: $F_{тр}^{п} = Q_{гр} \cdot \mu (1000 - a_в) = 28.5 \cdot 0.4 (1000 - 325) = 7695 кгс = 7.7 тс$.

Ветровая нагрузка: $W_п = 50 S_п = 50 \cdot 1.36 \cdot 18.9 = 1285 кгс = 1.285 тс$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_п = n(F_п + W_п) - F_{тр}^{п} = 1.25(9.405 + 1.285) - 7.7 = 5.66 тс$$

V. Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке в продольном направлении (для 1 ого сочетания):

$$R_р^{пр} = \frac{\Delta F_{пр}}{n_р^{пр}(\mu \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \cos\beta_{пр i})} ;$$

$n_р^{пр} = 10$ – количество растяжек, работающих одновременно в одном направлении

$a = 2500$ мм ; $b = 280$ мм ; $h = 1660$ мм ; $c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{2500^2 + 280^2} = 2516$ мм ;
$l = \sqrt{h^2 + c^2} = \sqrt{1660^2 + 2516^2} = 3014$ мм ;

$$\cos\beta_{пр} = \frac{a}{c} = \frac{2500}{2516} = 0.9936 \; ; \quad \cos\alpha = \frac{c}{l} = \frac{2516}{3014} = 0.8348 ;$$
$$\sin\alpha = \frac{h}{l} = \frac{1660}{3014} = 0.5508 ;$$

$$R_p^{пр} = \frac{20.235}{10(0.4 \cdot 0.5508 + 0.8348 \cdot 0.9936)} = 1.93 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке в поперечном направлении (от $2^{го}$ сочетания сил):

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n}{n_p^{пр}(\mu \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \cos\beta_{ni})}$$

$$\cos\beta_{ni} = \frac{b}{c} = \frac{280}{2516} = 0.1113$$

$$R_p^n = \frac{5.66}{10(0.4 \cdot 0.5508 + 0.8348 \cdot 0.1113)} = 1.81 \text{ тс}$$

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:

$$\sigma_c = \frac{N_o^{пр}}{S^o} = \frac{24.9}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.3} = 69 \text{ т/м}^2 = 6.9 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{кг/см}^2] ;$$

$$N_o^{пр} = \frac{Q_{ср}}{2} + \left(\Sigma R_p^{пр} \sin\alpha_i\right) 2 = \frac{28.5}{2} + \left(1.93 \cdot 0.5508\right) \cdot 5 \cdot 2 = 24.9 \text{ тс}$$

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

$$\sigma_c = \frac{N_o^n + F_l}{S} = \frac{24.22 + 9.26/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.3} = 80 \text{ т/м}^2 = 8.0 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2]$$

$$N_o^n = \frac{Q_{ср}}{2} + \left(\Sigma R_p^n \sin\alpha_i\right) 2 = \frac{28.5}{2} + \left(1.81 \cdot 0.5508\right) 5 \cdot 2 = 24.22 \text{ тс}$$

VII. Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{пр} = \frac{l}{(h_{цт} - h_y^{пр})} \geq 1.25 ;$$

$h_y^{пр} = 0$; $h_{цт} = 0.67 + 0.30 = 0.97$; $\eta_{пр} = \frac{9.45}{0.97} = 9.74 > 1.25$

VIII. Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_n = \frac{Q_{ср} b_n^o}{F_n(h_{цт} - h_y^o) + W_n(h_{нп}^n - h_y^o)} \geq 1.25 ;$$

$h_{цт} = 0.97$ м ; $h_y^n = 0$; $h_{нп}^n = \frac{1.36}{2} + 0.30 = 0.98$ 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:

$$B_н = B_г - 2f_н$$

$B_г = 3250$ мм — ширина габарита погрузки

$f_н$ — ограничение ширины груза с учетом его смещения наружу кривой

$f_н = f(n_н) = 26$ мм (табл. 24 ТУ)

$n_н = 0.5(L - l_в) = \frac{18.9 - 9.72}{2} = 4.59$

L — длина груза

$l_в$ — база платформы

$B_н = 3250 - 2 \cdot 26 = 3198$ мм > 2210 мм

Следовательно, груз как на прямом участке, так и на кривой радиусом 350 м габаритен.

X Определение размеров подкладок

Определение высоты подкладок:

$$h_o = a_n \operatorname{tg}\gamma + h_n + f_r + h_3 + h_6 ;$$

$a_n = 3690$ мм ; $\operatorname{tg}\gamma = 0.025$; $h_n = 100$ мм ; $h_3 = 25$ мм ; $h_6 = 0$;

$$f_r = \frac{q\,l^4}{24EJ}\left(\frac{5}{24} - \frac{a^2}{l^2}\right) ;$$

$$q = \frac{Q_{кр}}{L} = \frac{28.5}{18.9} = 1.51\ т/пм ; \quad E = 2.1\cdot 10^7\ т/м^2 ; \quad J = 0.042\ м^4 ;$$

$a = 4.590$ м ; $\quad l = 9.72$ м ;

$$f_r = \frac{-1.51\cdot 9.72^4}{24\cdot 2.1\cdot 10^7\cdot 0.042}\left(\frac{5}{24} - \frac{4.59^2}{9.72^2}\right) = -0.00001\text{м} \approx 0 ;$$

$h_o = 3650\cdot 0.025 + 100 + 0 + 25 + 0 = 217$ мм ; Принято: $h_o = 0.3$ м

Проверка на устойчивость:

$$b_o \geq \frac{2(1.25 N_o}{N_o}\ \frac{h_o - P_y h_y)}{} ;$$

$h_y = 0$; $N_o^{пр} = 24.9$ тс ; $\mu = 0.4$;

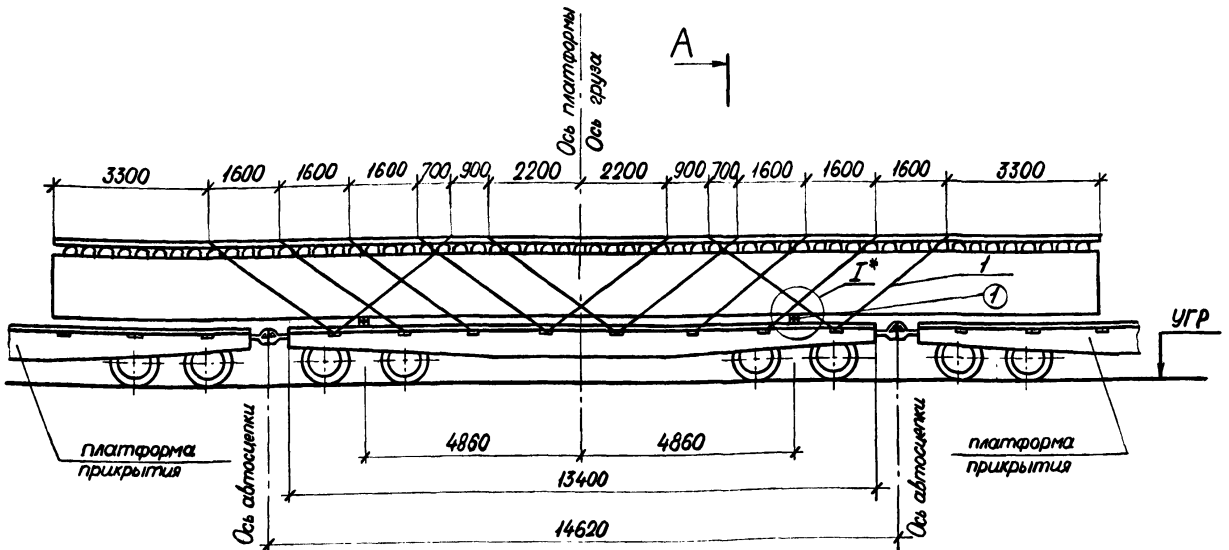
$$b_o \geq \frac{2\cdot 1.25\cdot 24,9\cdot 0.4\cdot 0.3}{24,9} = 0.3\text{м}$$

Принято: $b_o = 0.3$ м

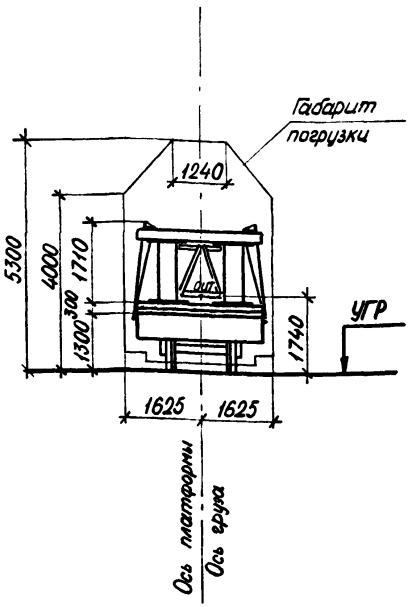
Примечание.

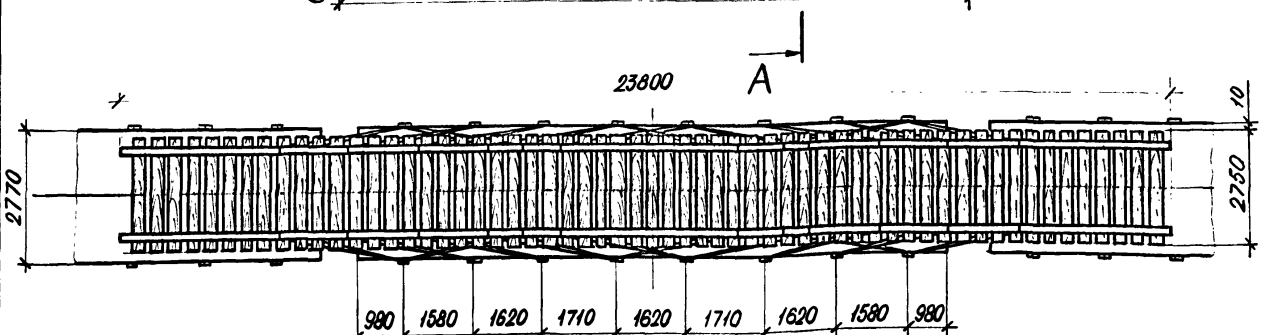
Конструктивно подкладки крепятся к полу платформы при помощи гвоздей $d = 6$мм длиной 200мм.

Фасад (борта платформы условно не показаны)



A–A





*Узел I см. на черт. 2539-05.05.01 лист 2

Нач. отд.	Гродзенский		2539-05.06.01			
ГИП	Гродзенский		Размещение и крепление на ж.д. платформе металлического пакетного пролетного строения с мостовым полотном L_n = 23.8 м	Литер	Лист	Листов
Н. контр.	Наволодский			РП	1	5
Рук. груп.	Гуревич			ГИПРОТРАНСПУТЬ		
Инженер	Данкова					

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

Спецификация металла креплений

	№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ	Материал	Примечание
	1.	Растяжка из проволоки ℓ=3340мм	6ф6.5	26050	24	5.94	143	Сталь ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
	2.	Строительный болт с гайкой и двумя шайбами	М16	350	8	0.6	5	ВСт3сп4 и 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	Ст3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5812-51
	5.	Гвозди	d=6	200	20	—	0.9	Ст.2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75 ГОСТ 4028-63
	Итого металла:						154		

Спецификация лесоматериалов

	№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Примечание
	(1)	Опорный брус	15×15	277	8	0.062	0.5	Сосна, ель не ниже 3с	ГОСТ 8486-66**
	Итого лесоматериалов:						0.5		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^{X}-осной грузонесущей платформе в сцепе с двумя платформами прикрытия инвентарных металлических пакетных пролетных строений длиной 23,8м **с мостовым полотном**, изготовленных по типовому проекту 3.501.2-127. Грузонесущая платформа принята грузоподъемностью 62÷66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.
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. Подкладки состоят из 4^{X} брусьев 150х150мм, объединённых между собой горизонтальными болтами и вертикальными штырями в пакет.
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.

Расчет к погрузке.

I. Характеристика груза. II. Характеристика платформы.

Груз — металлический пакет сварной конструкции
Полная длина груза — 23.80 м
Полная ширина груза — 2.21 м
Полная высота груза — 1.71 м
Вес груза — 37.5 т

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:

$$h_{общ} = \frac{Q_{ср} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leq 2.3_м \ (\S 34\ ТУ);$$

$$h_{общ} = \frac{37.5(1.300 + 0.30 + 0.84) + 21 \cdot 0.8}{37.5 + 21} = 1.74_м < 2.3_м.$$

Наветренная поверхность платформы с грузом:

$$S \leq 50 м^2 \ ; \quad S = 13 + 23.80 \cdot 1.71 = 53.7\ м^2 > 50 м^2$$

Необходима проверка поперечной устойчивости платформы с грузом:

$$\frac{P_и + P_в}{P_c} \leq 0.5$$

P_c — статическая нагрузка от колеса на рельс

$$P_c = \frac{1}{n_к}\left[n_в Q_т + Q_{гр}\left(1 - \frac{в - в_о}{S + 0.5 f_{ок}}\right)\right];$$

$n_к = 8$ — число колес грузонесущей платформы;
$Q_т = 21 т$ — тара вагона;
$n_в = 1$ — число грузонесущих вагонов;
$в = 0$ — поперечное смещение ЦТ груза от вертикальной оси вагона;
$в_о = 0$ — дополнительное поперечное смещение ЦТ длинномерного груза на сцепе при прохождении кривых;

$$P_c = \frac{1}{8}\left[1 \cdot 21 + 28.5\right] = 6.32\ тс$$

$$P_и + P_в = \frac{2}{n_к (2S + f_{ок})}\left[0.075(n_в Q_т + Q_{гр}) H_{ит} + Wh + n_в P - 9\right]$$

$f_{ок} = 0$

$$P_и + P_в = \frac{2}{8 \cdot 2 \cdot 0.79}\left[0.075(1 \cdot 21 + 28.5) 1.74 + 2.04(0.84 + 0.15 + 1.300) + \right.$$
$$\left. + 1 \cdot 3.34 - 0.1\right] = 2.29\ тс$$

$p = 3.34$; $q = 0.1$; (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-ое сочетание

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = a_{пр} \cdot Q_{гр} = 1.08 \cdot 37.5 = 40.5\ тс$;

$$a_{пр} = a_{32} - \frac{Q_{гр}(a_{32} - a_{63})}{63} = 1.2 - \frac{37.5(1.2 - 1.0)}{63} = 1.08\ тс/т;$$

$a_{пр}$ — удельная величина продольной инерционной силы.

Сила трения: $F_{тр}^{гр} = Q_{гр} \cdot \mu = 37.5 \cdot 0.4 = 15\ тс$;

$\mu = 0.4$ — коэффициент трения металлического пакета по дереву.

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр}^{гр} = 40.5 - 15 = 25.5\ тс$$

2ое сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_n = a_n Q_{гр} = 0.33 \cdot 37.5 = 12.38$ тс

$a_n = 0.33$ (по табл.) — удельная величина поперечной инерционной силы

Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в Q_{гр} = 0.307 \cdot 37.5 = 11.52$ тс;

$a_{в(100)} = 250 + K \cdot l_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{37.5} = 307$ кгс/т $= 0.307$ тс/т;

$a_в$ — удельная величина вертикальной инерционной силы;

$K = 5$ (при опирании груза на одну платформу);

$l_{гр} = 0$ — расстояние от $ЦТ_{гр}$ до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось платформы.

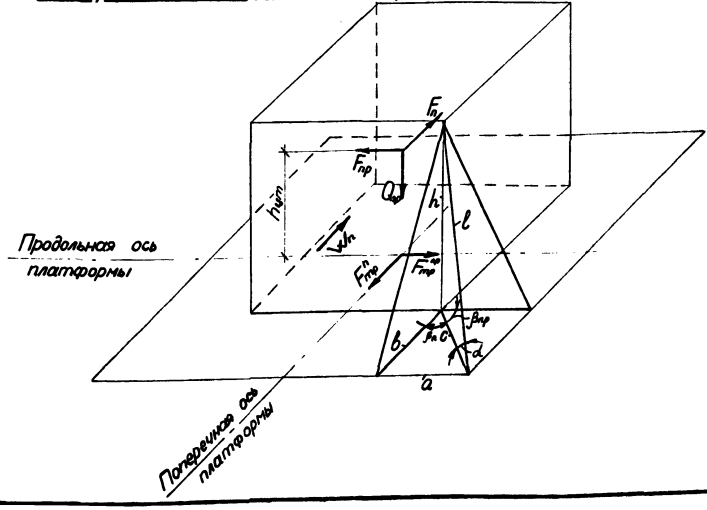
Сила трения: $F^n_{тр} = Q_{гр} \cdot \mu (1000 - a_в) = 37.5 \cdot 0.4 (1000 - 307) = 10395$ кгс $= 10.4$ тс.

Ветровая нагрузка: $W_n = 50 S_n = 50 \cdot 23.8 \cdot 1.71 = 2035$ кгс $= 2.04$ тс.

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_n = n(F_n + W_n) - F^n_{тр} = 1.25(12.38 + 2.11) - 10.4 = 7.71$ тс.

V. Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке в продольном направлении (для 1ого сочетания):

$$R^{пр}_p = \frac{\Delta F_{пр}}{n^{пр}_p (\mu \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \cos\beta_{пр\,i})}$$

$n^{пр}_p = 12$ — количество растяжек, работающих одновременно в одном направлении.

$a = 2900$ мм; $b = 280$ мм; $h = 2010$ мм; $c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{2900^2 + 280^2} = 2913$ мм

$l = \sqrt{h^2 + c^2} = \sqrt{2010^2 + 2913^2} = 3539$ мм;

$$\cos\beta_{пр} = \frac{a}{c} = \frac{2900}{2913} = 0.9955 \qquad \cos\alpha = \frac{c}{l} = \frac{2913}{3539} = 0.8231$$

$$\sin\alpha = \frac{h}{l} = \frac{2010}{3539} = 0.5680$$

$$R^{пр}_p = \frac{25.5}{12(0.4 \cdot 0.5680 + 0.8231 \cdot 0.9955)} = 2.03 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке в поперечном направлении (от 2ого сочетания):

$$R^n_p = \frac{\Delta F_n}{n^{пр}_p (\mu \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \cos\beta_{пi})}$$

$$\cos\beta_{пi} = \frac{b}{c} = \frac{280}{2913} = 0.0961$$

$$R^n_p = \frac{7.71}{12(0.4 \cdot 0.5680 + 0.8231 \cdot 0.0961)} = 2.10 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки ф6.5мм по 6 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку 2.19 тс по продольному усилию.

VI. Расчет подкладок по смятию.

Напряжение в подкладках при смятии по 1ому сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N^{пр}_o}{S_.} = \frac{32.6}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.3} = 90.6 \text{ т/м}^2 = 9.06 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2]$$

$$N^{пр}_o = \frac{Q_{гр}}{2} + \left(\Sigma R^{пр}_p \sin\alpha_i\right) 2 = \frac{37.5}{2} + 6 \cdot 2.03 \cdot 2 \cdot 0.5680 = 32.6 \text{ тс}$$

Напряжение в подкладках при смятии по 2-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^n + Fl}{S} = \frac{33.06 + 11.52/2}{2 \cdot 0.6 \cdot 0.3} = 107\ т/м^2 = 10.7\ кг/см^2 < [30\ кг/см^2];$$

$$N_0^n = \frac{Q_{гр}}{2} + (\Sigma R_p^n \sin\alpha_i)2 = \frac{37.5}{2} + 6 \cdot 2.1 \cdot 2 \cdot 0.5680 = 33.06\ тс$$

VII. Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{пр} = \frac{l}{(h_{ст} - h_y^{пр})} \geq 1.25;$$

$$h_y^{пр} = 0 \quad ; \quad h_{ст} = 0.84 + 0.3 = 1.14\ м;$$

$$\eta_{пр} = \frac{11.9}{1.14} = 10.4 > 1.25$$

VIII. Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_n = \frac{Q_{гр} b_n^n}{F_n(h_{ст} - h_y^n) + W_n(h_{нп}^n - h_y^n)} \geq 1.25;$$

$$h_{ст} = 1.02м \ ; \quad h_y^n = 0 \ ; \quad h_{нп}^n = \frac{1.71}{2} + 0.3 = 1.16м$$

$$\eta_n = \frac{37.5 \cdot 1.105}{12.38 \cdot 1.14 + 2.11 \cdot 1.16} = 2.5 > 1.25$$

IX. Проверка габаритности груза.

Допускаемая ширина груза:

$$B_н = B_г - 2f_н$$

$B_г = 3250мм$ — ширина габарита погрузки

$f_н$ — ограничение ширины груза с учетом его смещения наружу кривой

$f_н = f(n_н) = 136$ мм (табл. 24 ТУ)

$n_н = 0.5(L - l_в) = \frac{23.8 - 9.72}{2} = 7.04$

L — длина груза

$l_в$ — база платформы

$B_н = 3250 - 2 \cdot 136 = 2978мм > 2210мм$

Следовательно, груз как на прямом участке, так и на кривой радиусом 350 м габаритен.

X. Определение размеров подкладок.

Определение высоты подкладок:

$$h_0 = a_n \cdot tg\gamma + h_n + f_r + h_з + h_б;$$

$a_n = 6140мм$; $tg\gamma = 0.025$; $h_n = 100мм$; $h_з = 25мм$; $h_б = 0$;

$$f_r = \frac{q a l^3}{24 EJ}\left(1 - 6\frac{a^2}{l^2} - 3\frac{a^3}{l^3}\right);$$

$q = \frac{Q_{гр}}{L} = \frac{37.5}{23.8} = 1.58\ т/пм$; $E = 2.1 \cdot 10^7\ т/м^2$; $J = 0.077м^4$;

$a = 7.040м$; $l = 9.72м$; $f_r = \frac{1.58 \cdot 7.04 \cdot 9.72^3}{24 \cdot 2.1 \cdot 10^7 \cdot 0.077}\left(1 - 6\frac{7.04^2}{9.72^2} - 3\frac{7.04^3}{9.72^3}\right) = 0.001м$;

$h_0 = 6140 \cdot 0.025 + 100 + 1 + 25 + 0 = 279мм$;

Принято: $h_0 = 0.3м$;

Проверка на устойчивость:

$$b_0 \geq \frac{2(1.25 N_0 \mu h_0 - P_y h_y)}{N_0} \ ; \quad h_y = 0;$$

$$b_0 \geq \frac{2 \cdot 1.25 \cdot 33.1 \cdot 0.4 \cdot 0.3}{33.1} = 0.3м; \quad Принято: b_0 = 0.3м$$

Примечание.

Конструктивно подкладки крепятся к полу платформы при помощи гвоздей $d = 6мм$ длиной 200мм.

РАЗДЕЛ 6. ПОГРУЗКА, РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ ЗВЕНЬЕВ Ж.-Б. КРУГЛЫХ ТРУБ (ТИПОВОЙ ПРОЕКТ №I0I) НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМАХ.

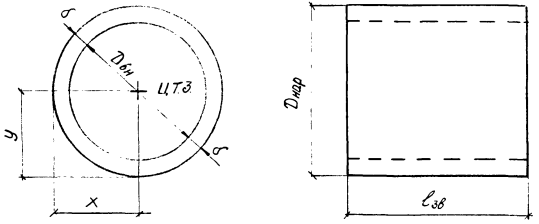
СОСТАВ РАЗДЕЛА.

№№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
I	2	3	4
I	2539-06.0I.0I.	Звенья ж.-б. круглых труб (проект инв.№I0I). Основные характеристики звеньев труб.	136
2	2539-06.02.0I.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб отверстием I,0м, длиной I,0м на ж.-д. платформе.	137÷140
3	2539-06.03.0I.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб отверстием I,0м, длиной 2,0м на ж.-д. платформе.	141÷142
4	2539-06.04.0I.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб отверстием I,25м, длиной I,0м на ж.-д. платформе.	143÷146
5	2539-06.05.0I.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб отверстием I,25м, длиной 2,0 м на ж.-д. платформе.	147÷148
6	2539-06.06.0I.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб отверстием I,5м, длиной I,0м на ж.-д. платформе.	149÷152
7	2539-06.07.0I.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб отверстием I,5м, длиной 2,0м на ж.-д. платформе.	153÷154
8	2539-06.08.0I.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб отверстием 2,0м, длиной I,0м на ж.-д. платформе.	155÷158
9	2539-06.09.0I.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб оверстием 2,0м, длиной 2,0м на ж.-д. платформе.	159÷160

Нач отд.	Гродзенский		2539-06.00.00.
ГИП	Гродзенский		Состав раздела 6
Норм. кон.	Новолодский		Литер РП; Лист 1; Листов 1
Рук. арш.	Гуревич		Гипротранспуть
Инженер	Ноль		

Основные характеристики звеньев круглых железобетонных труб отверстием ($D_{вн}$) 1,0–2,0 м

№№ п/п	Отверстие трубы $D_{вн}$ м	Толщина звена δ см	Наружный диаметр звена $D_{нар}$ м	Длина звена $\ell_{зв}$ м	Положение ЦТ звена X см	Положение ЦТ звена Y см	Вес звена т
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		24	2,48	1,0	124	124	4,2
12	1,0	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



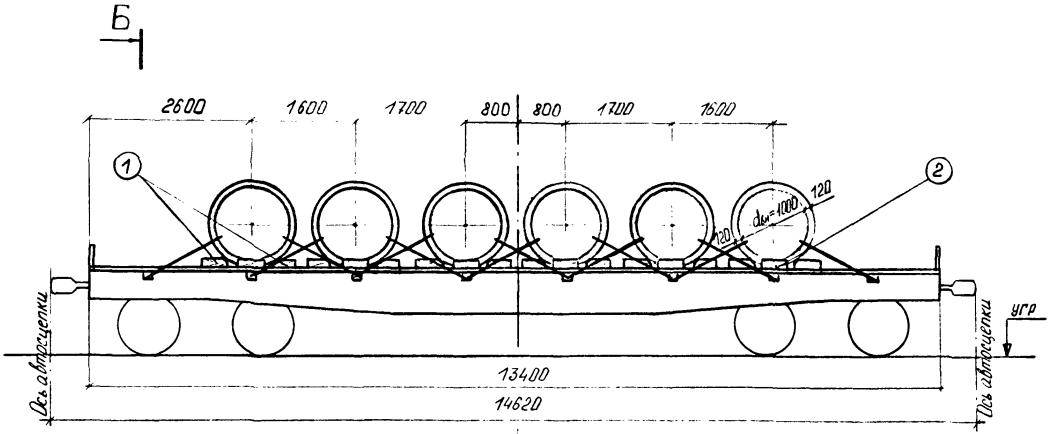
Нач отд.	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		
Норм конт.	Новолодский		
Рук. группы	Зревич		
Инженер	Титова		

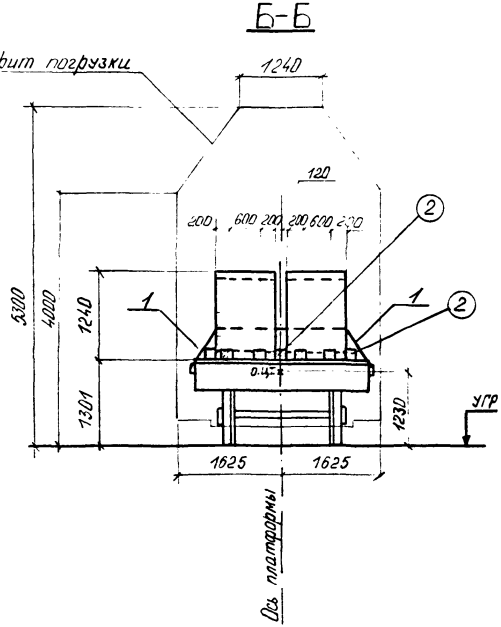
2539–06.01.01.

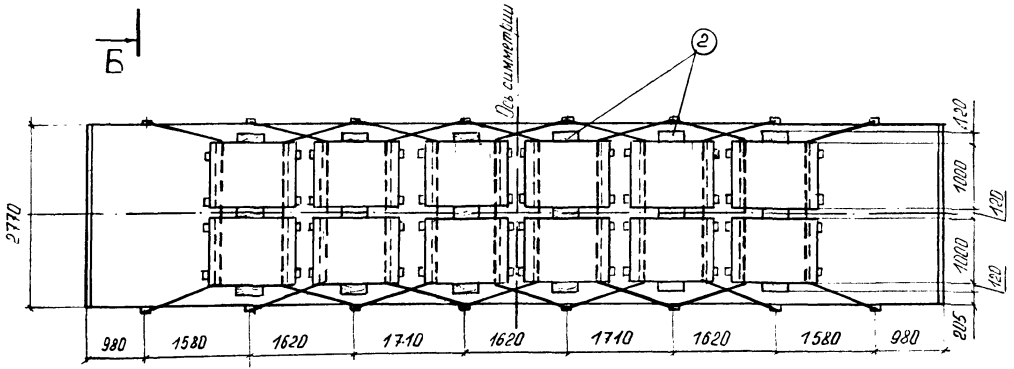
Звенья ж.-б. круглых труб (проект инв. № 101). Основные характеристики звеньев труб.

Литер	Лист	Листов
РП	1	1

Гипротранслуть







I. 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

Нач. отд.	Гродзенский		2539-06.02.01.
ГИП	Гродзенский		Размещение и крепление звеньев ж.-д. круглых труб отверстием 1,0 м, длиной 1,0 м на ж.-д. платформе.
Норм. конт.	Новолодзкий		Литер. РП; Лист 1; Листов 4
Рук. группы	Гуребин		Гипротранспуть
Инженер	Титова		

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм	Величина
1	Высота ц.т. звена относительно низа звена	мм	620
2	Высота общего ц.т. 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 ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
8	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№№ поз	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим.
1	Растяжка из проволоки σ_p=460 см	3 ф 6	1550	12	3,44	41,3	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
	Гвозди	ф6	20	168	0,044	7,4	Ст.2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 4028-63 ГОСТ 283-75
Итого металла:						49		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт	Объём, м³ ед.	Объём, м³ общ.	Материал	Прим
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.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4-осной платформе звеньев железобетонных круглых труб отверстием 1,0м, изготовленных по типовому проекту № 101.
   Платформа принята грузоподъёмностью 62,66т постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.

2. Груз состоит из 12 звеньев железобетонных круглых труб. Длина звена – 1,0м. 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 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.

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 участкам 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.

Расчет к погрузке

I Характеристика груза.

Груз – 12 звеньев круглых ж.б. труб
Диаметр внутренний звена $D_{вн} = 1,0$ м
Диаметр наружный звена $D_{нар} = 1,24$ м
Вес звена – $Q_{зв} = 1,1$ т
Координаты ц.т. звена: $x = 0,62$ м; $y = 0,62$ м
Длина звена – 1,0м

II Характеристика платформы.

Платформа четырёхосная
База платформы – 9,72 м
Вес платформы – 22 т
Положение ц.т. от УГР – 0,8 м

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{общ} = \frac{Q^{\circ}_{гр} \cdot h_{гр} + Q_{пл} \cdot h_{пл}}{Q^{\circ}_{гр} + Q_{пл}} \leq 2,3 \text{ м}$$

$$h_{общ} = \frac{12 \cdot 1,1 \cdot (1,301 + 0,62) + 22 \cdot 0,8}{12 \cdot 1,1 + 22} = 1,23 \text{м} < 2,3 \text{м}$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

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

Площадь наветренной поверхности звена $S_{зв} = \frac{\pi D_{нар}^2}{4} - \frac{\pi D_{вн}^2}{4} + \frac{3,14 \cdot 1,24^2}{2} - \frac{3,14 \cdot 1^2}{2} = 0,422 \text{м}^2$

$S_{гр} = 6 \cdot S_{зв} = 6 \cdot 0,422 = 2,5 \text{ м}^2$

$S = 13 \cdot 2,5 = 75,5 \text{м}^2 < 50 \text{ м}^2$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

IV Определение усилий, действующих на груз.

1ое сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{гр} = a_{гр} Q^{\circ}_{гр} = 1,158 \cdot 13,2 = 15,3$ тс

$$a_{гр} = a_{ср} - \frac{Q^{\circ}_{гр} \cdot (a_{ср} - a_{63})}{63} = 1,2 - \frac{13,2 \cdot (1,2 - 1,0)}{63} = 1,158 \text{ тс/т}$$

$Q^{\circ}_{гр} = n \cdot Q_{зв} = 12 \cdot 1,1 = 13,2$ тс

Сила трения: $F^{пр}_{тр} = Q^{\circ}_{гр} \cdot \mu = 13,2 \cdot 0,55 = 7,3$ тс

$\mu = 0,55$ – коэффициент трения железобетона по дереву

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F^{пр}_{тр} = 15,3 - 7,3 = 8 \text{ тс}$$

2ое сочетание сил

Расчёт ведётся для пары крайних звеньев.

Поперечная инерционная сила: $F_п = a_п \cdot 2 \cdot Q_{зв} = 0,516 \cdot 2 \cdot 1,1 = 1,14$ тс

$$a_п = a_c + \frac{2(a_ш - a_c) \cdot \ell_{гр}}{\ell_в} = 0,33 + \frac{2(0,55 - 0,33) \cdot 4,1}{9,72} = 0,516 \text{ тс/т}$$

$\ell_в = 9,72$ м – база платформы

$\ell_{гр} = 1,7 + 1,6 + 0,8 = 4,1$ м – расстояние ц.т. пары крайних звеньев до поперечной оси платформы

Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в \cdot 2 \cdot Q_{зв} = 0,433 \cdot 2 \cdot 1,1 = 0,95$ тс

$$a_в = 250 + к \cdot \ell_{гр} + \frac{2140}{Q^{\circ}_{гр}} = 250 + 5 \cdot 4,1 + \frac{2140}{132} = 433 \text{ кгс/т}$$

Сила трения: $F^{п}_{тр} = 2 \cdot Q_{зв} \cdot \mu (1000 - a_в) = 2 \cdot 1,1 \cdot 0,55 \cdot (1000 - 433) = 0,68$ тс

Ветровая нагрузка на звено: $W_п = 50 \cdot S_п = 0,05 \cdot 0,422 = 0,02$ тс

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F^{п} = n \cdot (F_п + W_п) - F^{п}_{тр} = 1,25 \cdot (1,14 + 0,02) - 0,69 = 0,76 \text{ тс}$$

V Определение крепления.

Звенья подвержены перекатыванию вдоль платформы и поступательным перемещениям поперёк платформы. Для крепления от перекатывания принимаются упорные бруски совместно с растяжками. Высота и ширина брусков равны 12см × 12см, длина – 30см. Бруски укладываются вдоль платформы по 2 штуки с каждой стороны звена.

Количество гвоздей диаметром 6 мм, длиной 200мм для крепления 1 бруска (см. рис 1 на листе № 4):

для одометровых звеньев $n^{гв}_{зв} = \frac{Q_{гр} \cdot (ctg\,\alpha_п - \mu)}{n^{гв}_{гр} \cdot R_{зв}} = \frac{13,2 \cdot (0,74 - 0,55)}{24 \cdot 0,108} = 1$ гв

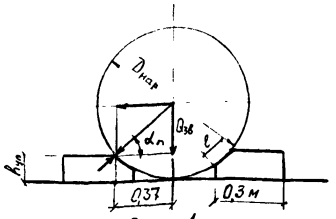


Рис. №1

$R_{гв} = 108$ кгс

$D_{нар} = 124$ см

$h_{уп} = 12$ см

$ctg\,\alpha_n = \frac{0,37}{0,5} = 0,74 \rightarrow \alpha_n \approx 53°$

$n^{оп}_{гв} = 12 \cdot 2 = 24$ шт.

$\sin\alpha_n = 0,799$

Для двухметровых звеньев: $n^{оп}_{гв} = \frac{Q_{гр} \cdot (ctg\,\alpha_n - f)}{n^{пр}_{бр} \times R_{гв}} = \frac{13,2 \cdot (0,74 - 0,55)}{12 \times 0,108} \approx 2$ гв.

Количество звеньев – 6 штук

$n^{2пр}_{бр} = 12$ - количество упорных брусьев, работающих в продольном направлении

Принято для одометровых и двухметровых звеньев:
каждый упорный брусок пришивается к полу платформы 2 гвоздями d=6мм ℓ=200 мм

Напряжение смятия упорного бруска (для двухметрового звена):

$$\sigma_{см} = \frac{Q_{зв} \cdot \sin\alpha_n}{n^{пр}_{бр} S_0} = \frac{22 \times 0,799 \times 10^3}{2 \times 60} = 14,6 \text{ кгс/см}^2 < [30 \text{ кгс/см}^2]$$

$\ell = 5$ см $S_0 = 5 \cdot 12 = 60$ см

Усилие в растяжке от 1-ого сочетания сил:

$$R^{оп}_p = \frac{1,25 \cdot F_{пр}(h_{цт} - h_{уп}) - Q_{гр} \cdot \ell^{о}_{пр}}{n^{пр}_p \cdot \ell_{пер} \cdot \cos\gamma}$$

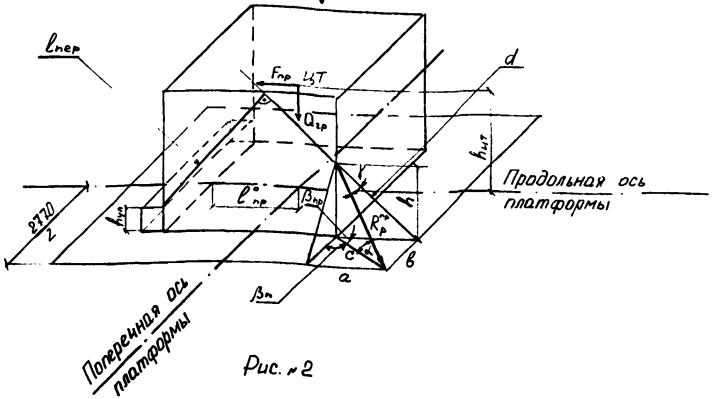


Рис. №2

a = 1,12 м – наименьшая проекция растяжек на продольную ось

$2b = 2,770 - 2 \cdot 1,0 - 0,12 = 0,65$ м

$b = \frac{0,65}{2} = 0,325$ м

$h = 0,438$ м

$d = \sqrt{a^2 + h^2} = \sqrt{1,12^2 + 0,438^2} = 1,2$ м

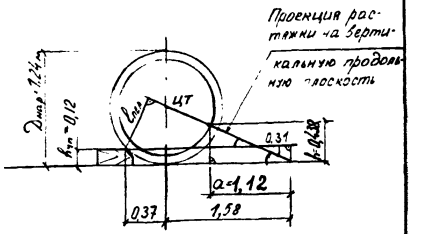
$tg\,\gamma = \frac{b}{d} = \frac{0,325}{1,2} = 0,271 \rightarrow \gamma = 15°10'$

$\cos\gamma = 0,965$

$\ell^{о}_{пр} = 0,37$ м

$\ell_{пер} = 0,6$ м (см рис. №3)

Рис. №3



$$R^{пр}_p = \frac{1,25 \times 15,3 \times (0,62 - 0,12) - 13,2 \cdot 0,37}{12 \times 0,6 \times 0,965} = \frac{4,69}{6,95} = 0,67 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки d = 6,0 мм по 3 нити в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку 0,93 тс

Поперечное усилие воспринимается боковыми упорными брусками с наружной стороны каждого звена.

Количество гвоздей диаметром d = 6мм, ℓ = 200мм для крепления бруска:

для одометровых звеньев $n^{о}_{гв} = \frac{\Delta F^{п}}{n^{о}_{б} \cdot R_{гв}} = \frac{0,76}{2 \cdot 0,108} = 4$ гв

$\Delta F^{п} = 0,76$ тс – для пары одометровых звеньев

$n^{о}_{б} = 2$ шт – количество брусков, работающих в одном направлении

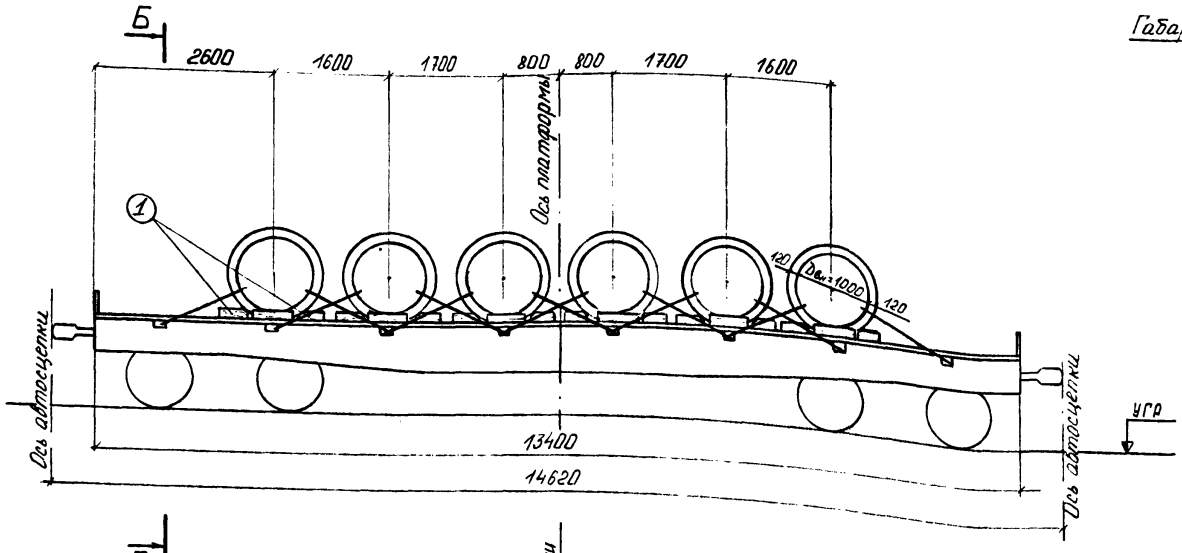
для двухметровых звеньев $n^{о}_{гв} = \frac{\Delta F^{п}}{n^{о}_{б}} = \frac{0,76}{1 \times 0,108} \approx 8$ гв

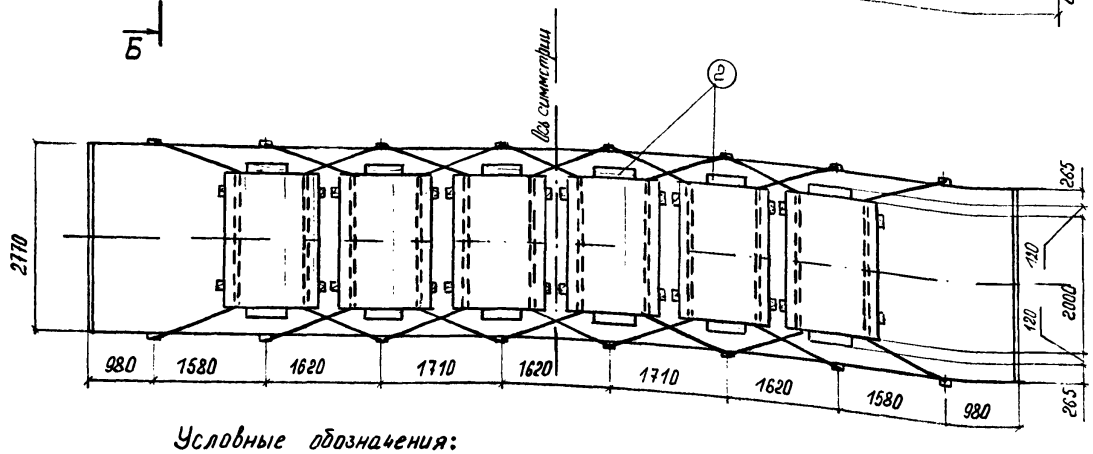
$\Delta F^{п} = 0,76$ тс – для двухметрового звена

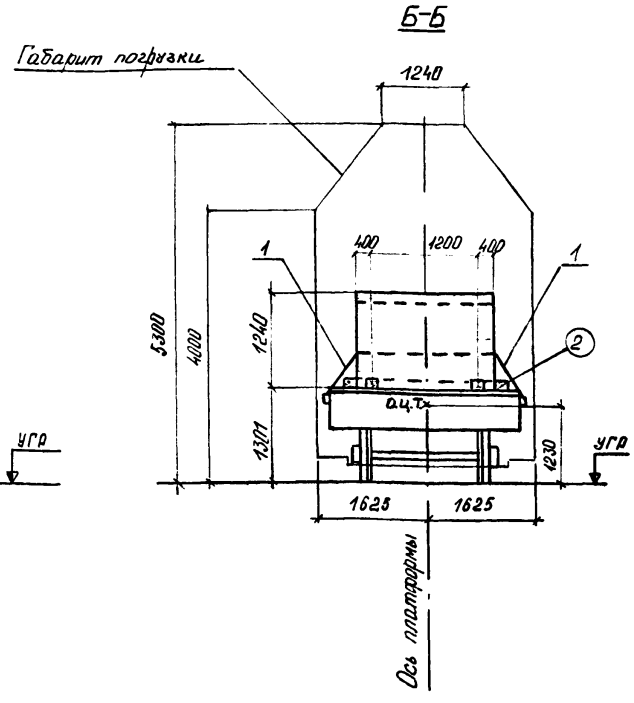
$n^{о}_{б} = 1$

Размеры бруска для одометровых звеньев 12×12×27 см

Размеры бруска для двухметровых звеньев 12×12×50 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 № 06.02.01. листы №№ 3,4) является универсальным для звеньев длиной 1,0м и 2,0м.
3. Продольные борта платформы условно не показаны.

			2539-06.03.01.		
Нач. отд.	Гродзенский		Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб отверстием 1,0м, длиной 2,0м на ж.-д. платформе.	Литер.	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский			РП	1	2
Норм. контр.	Новолодский			Гипротранспуть		
Рук.группы	Гуревич					
Инженер	Титова					

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	Высота ц т звена относительно низа звена	мм	620
2	Высота общего ц т платформы с грузом относительно УГР	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 ц т груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
8	Смещение ц т груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

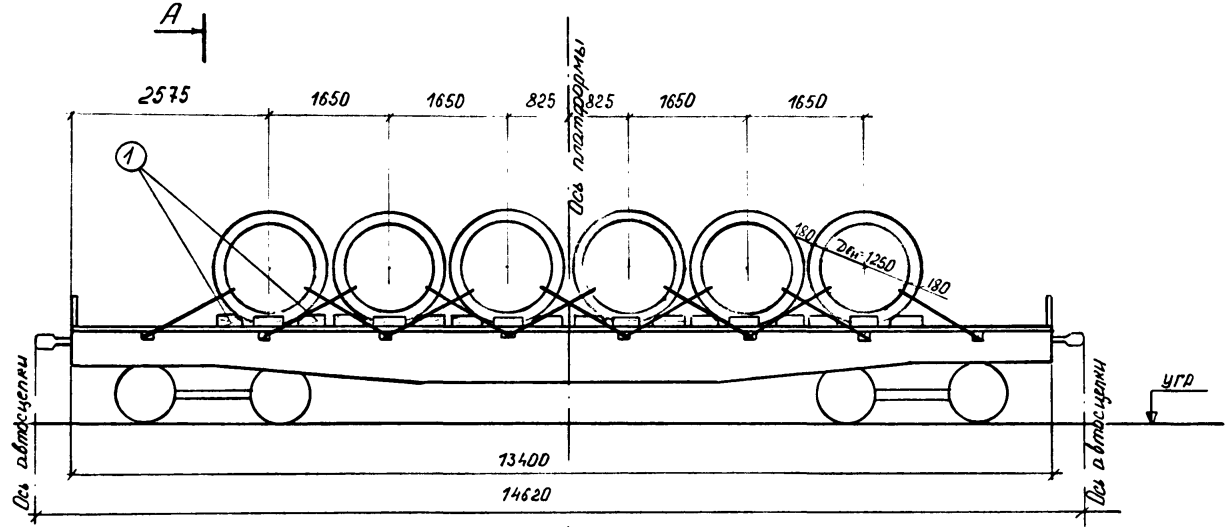
№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ	Материал	Примеч.
1	Растяжка из проволоки R_p = 452см	3 ф 6	1530	12	3,39	40,7	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
2	Гвоздь	ф 6	20	144	0,044	6,3	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75 ГОСТ 4028-63
Итого металла:						47		

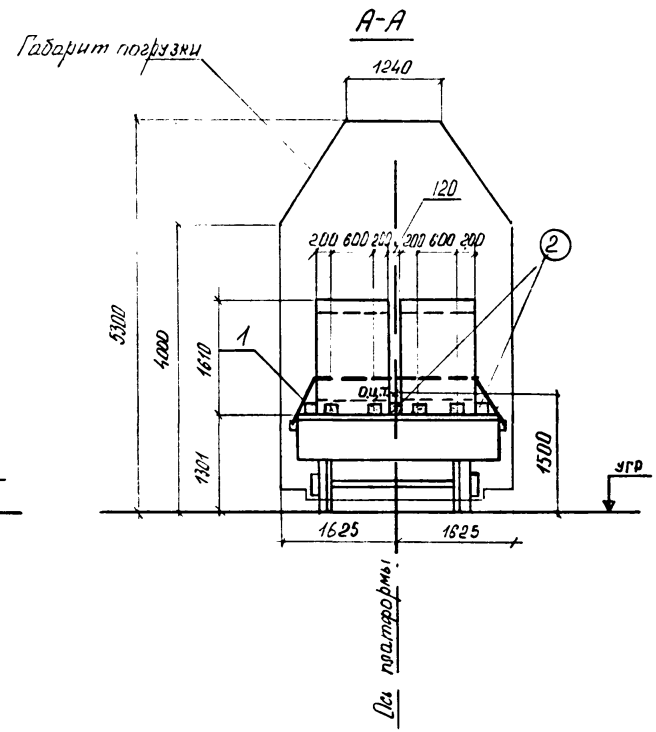
Спецификация лесоматериалов

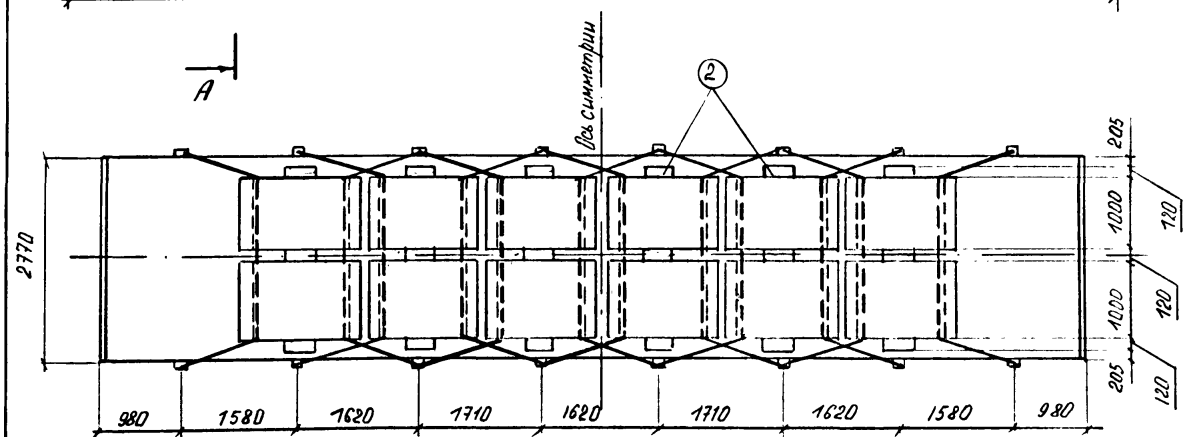
№№ поз	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объём, м³ ед.	Объём, м³ общ.	Материал	Примеч.
①	Брус	12×12	30	24	0,0043	0,10	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-66**
2	Брус	12×12	50	12	0,0072	0,09		
Итого лесоматериалов:						0,2		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4-осной платформе звеньев железобетонных круглых труб отверстием 1,0м, изготовленных по типовому проекту № 101.
   Платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.
2. 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.
3. 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 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 350м 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", 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) — лесоматериал

Нач.отд.	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		
Норм.контр.	Новолодский		
Вед.группы	Гуревич		
Инженер	Титова		

2539-06.04.01.

Размещение и крепление звеньев ж.б. круглых труб отверстием 1,25м, длиной 1,0м на ж.-д. платформе.

Литер.	Лист	Листов
РП	1	4

Гипротранспуть

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	Высота ц.т звена относительно низа звена	мм	805
2	Высота общего ц.т платформы с грузом относительно УГР	мм	1500
3	Вес звена	т	2,0
4	Количество звеньев	шт.	12
5	Вес груза	т	24,0
6	Длина звена	м	1,0
7	Смещение ц.т груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
8	Смещение ц.т груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Примеч.
1	Растяжка из проволоки ℓ_p = 455 см	5 ф 6	2540	12	5,63	67,6	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
	Гвоздь	ф6	20	204	0,044	9,0	Ст2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75 ГОСТ 4028-63
Итого металла:						77		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объём, м³ ед.	Объём, м³ общ.	Материал	Примеч.
(1)	Брус	12×12	30	48	0,0043	0,21	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 24336-66*
2	Брус	12×12	36	18	0,0052	0,09		
Итого лесоматериалов:						0,3		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4-осной платформе звеньев железобетонных круглых труб отверстием 1,25м, изготовленных по типовому проекту №101.
   Платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.
2. Груз состоит из 12 звеньев железобетонных круглых труб. Длина звена-1,0м. 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 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.
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.

Расчёт к погрузке

I Характеристика груза.

Груз — 12 звеньев ж.б. труб
Диаметр внутренний звена $D_{вн} = 1,25$ м
Диаметр наружный звена $D_{нар} = 1,61$ м
Вес звена $Q_{зв} = 2,0$ т
Координаты ц.т 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 ц.т от УГР — 0,8 м

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{оцт} = \frac{Q^{o}_{гр} \cdot h_{гр} + Q_{пл} \cdot h_{пл}}{Q^{o}_{гр} + Q_{пл}} \leq 2,3 \text{ м}$$

$$Q^{o}_{гр} = 12 \cdot Q_{зв} = 12 \cdot 2 \text{ тс} = 24 \text{ тс}$$

$$h_{оцт} = \frac{24 \cdot (1,301 + 0,805) + 22 \cdot 0,8}{24 + 22} = \frac{67,3}{45} = 1,5 \text{ м} < 2,3 \text{ м}$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

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

Площадь наветренной поверхности звена: $S_{зв} = \frac{\pi \cdot D^2_{нар}}{4} - \frac{\pi \cdot D^2_{вн}}{4} = \frac{3,14}{4}\left(1,61^2 - 1,25^2\right) = 0,81 \text{ м}^2$

$S_{п} = 6 \cdot 0,81 \text{ м}^2 = 4,86 \text{ м}^2$ $\quad S = 13 \cdot 4,86 = 17,9 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

IV Определение усилий, действующих на груз.

1 ое сочетание сил:

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = a_{пр} \cdot Q^{o}_{гр} = 1,124 \cdot 24 = 27$ тс

$$a_{пр} = a_{ш} - \frac{Q^{o}_{гр} \cdot (a_{ш} - a_{сб})}{63} = 1,2 - \frac{24 \cdot (1,2 - 1,0)}{63} = 1,2 - 0,076 = 1,124 \text{ тс/т}$$

Сила трения: $F^{пр}_{тр} = Q^{o}_{гр} \cdot \mu = 24 \cdot 0,55 = 13,2$ тс

$\mu = 0,55$ — коэффициент трения железобетона по дереву

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F^{пр}_{тр} = 27 - 13,2 = \underline{13,8 \text{ тс}}$$

2 ое сочетание сил:

Расчёт ведётся для пары крайних звеньев

Поперечная инерционная сила: $F_{п} = a_{п} \cdot 2 \cdot Q_{зв} = 0,517 \cdot 2 \cdot 2_{т} = 2,07$ тс

$$a_{п} = a_{с} + \frac{2(a_{ш} - a_{с}) \cdot \ell_{гр}}{\ell_{в}} = 0,33 + \frac{2 \cdot (0,55 - 0,33) \cdot 4,125}{9,72} = 0,517 \text{ тс/т}$$

$\ell_{в} = 9,72$ м — база платформы

$\ell_{гр} = 0,825 \cdot 2 = 1,65 = 4,125$ м — расстояние ц.т пары крайних звеньев до поперечной оси платформы

Вертикальная инерционная сила: $F_{в} = a_{в} \cdot 2 \cdot Q_{зв} = 0,360 \cdot 2 \cdot 2_{т} = 1,44$ тс

$$a_{в} = 250 + K \cdot \ell_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} = 250 + 5 \cdot 4,125 + \frac{2140}{24} = 360 \text{ кгс/т}$$

Сила трения: $F^{п}_{тр} = 2 \cdot Q_{зв} \cdot \mu \cdot (1000 - a_{в}) = 2 \cdot 2,0 \cdot 0,55 \cdot (1,0 - 0,36) = 1,4$ тс

Ветровая нагрузка на звено: $W_{п} = 50 \cdot S_{зв} = 0,05 \cdot 0,81 = 0,04$ тс

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{п} = n \cdot (F_{п} + W_{п}) - F^{п}_{тр} = 1,25 \cdot (2,07 + 0,04) - 1,4 = \underline{1,2 \text{ тс}}$$

V Определение креплений.

Звенья подвержены перекатыванию вдоль платформы и поступательным перемещениям поперек платформы. Для крепления от перекатывания применяются упорные бруски совместно с растяжками. Высота и ширина брусков равны 12см × 12см, длина — 30 см. Бруски укладываются вдоль платформы по 2 штуки с каждой стороны звена.

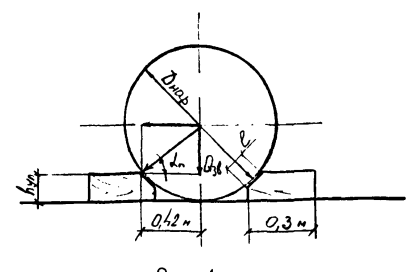


Рис. №1

$R_{тб} = 108$ кг $\quad d_{тб} = 6$ мм $\quad \ell_{тб} = 200$ мм

$D_{нар.} = 1,61$ м

$h_{уп.} = 12$ см

$ctg\,\alpha_{п} = \frac{0,42}{0,685} = 0,613 \rightarrow \alpha_{п} = 58°$

$n^{пер}_{бр} = 12 \cdot 2 = 24$ шт.

$n^{дол}_{бр} = 6 \cdot 2 = 12$ шт.

$\sin \alpha_{п} = 0,852$

Количество гвоздей диаметром $d_{гв}$=6мм, длиной 200мм для крепления 1 бруска (см. рис.1 на листе №3)

Для одометровых звеньев $$n_{гв}^{пр} = \frac{Q_{гр} \times (ctg\alpha_n - \mu)}{n_{бр}^{гр} \times R_{гв}} = \frac{24 \times (0{,}613 - 0{,}55)}{24 \times 0{,}108} = 1\ гв$$

Для двухметровых звеньев $$n_{гв}^{пр} = \frac{Q_{гр} \times (ctg\alpha_n - \mu)}{n_{бр}^{гр} \times R_{гв}} = \frac{24 \times (0{,}613 - 0{,}55)}{12 \times 0{,}108} \approx 2\ гв$$

Принято для одометровых и двухметровых звеньев:
каждый упорный брусок пришивается к полу платформы 2 гвоздями $d_{гв}$=6мм ℓ=200мм

Напряжение смятия упорного бруска (для двухметрового звена):

$$\sigma_{см} = \frac{Q_{гв} \times \sin\alpha_n}{n_{бр} \times S_0} = \frac{4_{т} \times 10^3 \times 0{,}852}{2 \times 96} = 17{,}8\ кгс/см^2 < 30\ кгс/см^2$$

ℓ=8см → площадка смятия $S_0 = 8 \times 12 = 96\ см^2$

Усилие в растяжке от 1 сочетания сил:

$$R_p^{пр} = \frac{1{,}25 \times F_{пр} \times (h_{цт} - h_{уп}) - Q_{гр} \times \ell_{пр}^{о}}{n_p^{пр} \times \ell_{пер} \times \cos\beta}$$

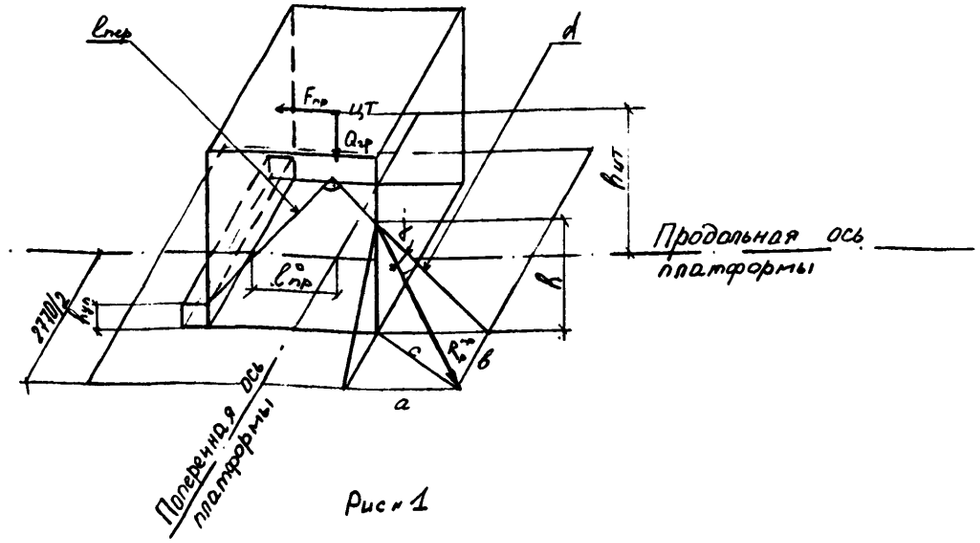


Рис.1

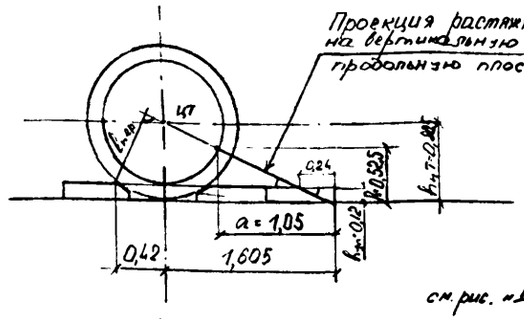


Рис.2

$n_p^{пр}$ = 12
a=1,05 - наименьшая проекция растяжки на продольную ось
$b = \frac{2{,}77 - 2 \cdot 1{,}0 - 0{,}12}{2} = 0{,}325$ м
h = 0,525м
см. рис. №1 $d = \sqrt{a^2 + h^2} = \sqrt{1{,}05^2 + 0{,}525^2} = 1{,}17$ м

$$tg\beta = \frac{b}{d} = \frac{0{,}325}{1{,}17} = 0{,}278 \rightarrow \beta \approx 15°30'$$

$\cos\beta = 0{,}963$ $\ell_{пр}^{о} = 0{,}42$ м $\ell_{пер} = 0{,}8$ м (см рис. №2)

$$R_p^{пр} = \frac{1{,}25 \times 27 \times (0{,}805 - 0{,}12) - 24 \times 0{,}42}{12 \times 0{,}8 \times 0{,}963} = \frac{13}{9{,}2} = 1{,}41\ тс$$

Принято: растяжки из проволоки d-6,0мм по 5 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку 1,55 тс.

Поперечное усилие воспринимается боковыми упорными брусками с наружной стороны каждого звена. (растяжки не учитываем).

Количество гвоздей диаметром d=6мм длиной 200мм для крепления бруска:

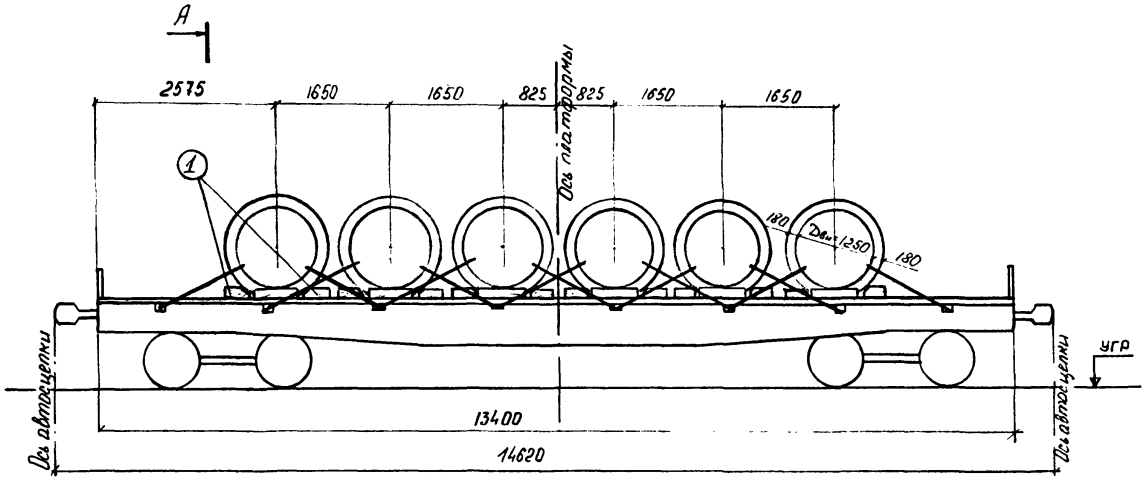
для одометровых звеньев $$n_{гв}^{п} = \frac{\Delta F_n}{n_б^{п} \times R_{гв}} = \frac{1{,}2}{2 \times 0{,}108} = 6\ гв$$

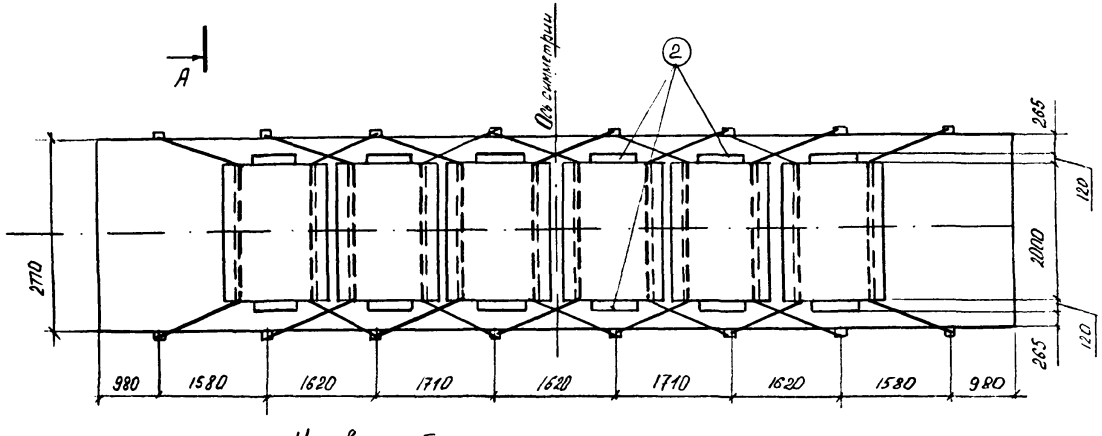
ΔF_n = 1,2 тс — для пары звеньев
$n_б^{п}$ = 2 - количество брусков, работающих в одном направлении.

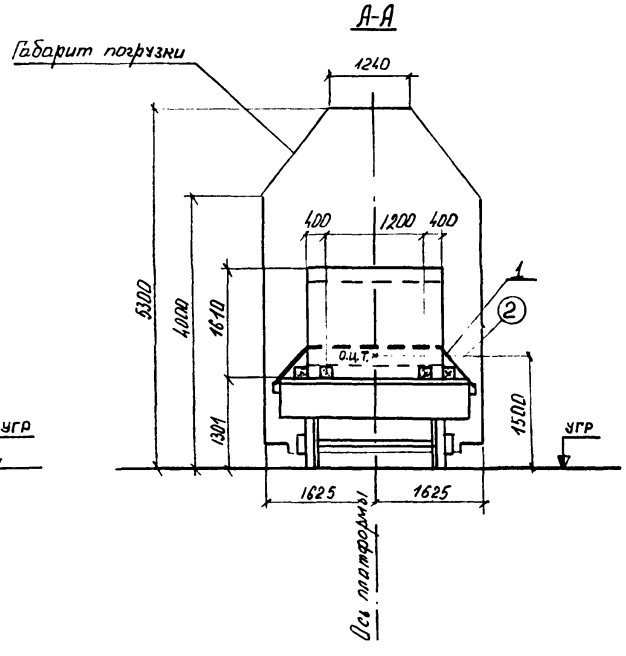
для двухметровых звеньев $$n_{гв}^{п} = \frac{\Delta F_n}{n_б^{п} \times R_{гв}} = \frac{1{,}2}{1 \times 0{,}108} = 12\ гв$$

ΔF_n = 1,2 тс - для звена
$n_б^{п}$ = 1 - количество брусков, работающих в одном направлении

Размеры бруска для одометровых звеньев: 12×12×36 см
Размеры бруска для двухметровых звеньев: 12×12×65 см







1. В настсящем 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 1,0м и 2,0м.
3. Продольные борта платформы условно не показаны.

Условные обозначения:

1 — металл

① — лесоматериал

Нач.отд.	Гродзенский		2539 06.05.01
ГИП	Гродзенский		Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб отверстием 1,25м, длиной 2,0м на ж-д. платформе.
Норм. конт.	Наволодских		Литер. РП; Лист 1; Листов 2
Рук. группы	Суревич		Гипротранспуть
Инженер	Титова		

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	Высота ц.т звена относительно низа звена	мм	805
2	Высота общего ц.т платформы с грузом относительно у.г.р.	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 ц.т груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
8	Смещение ц.т груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

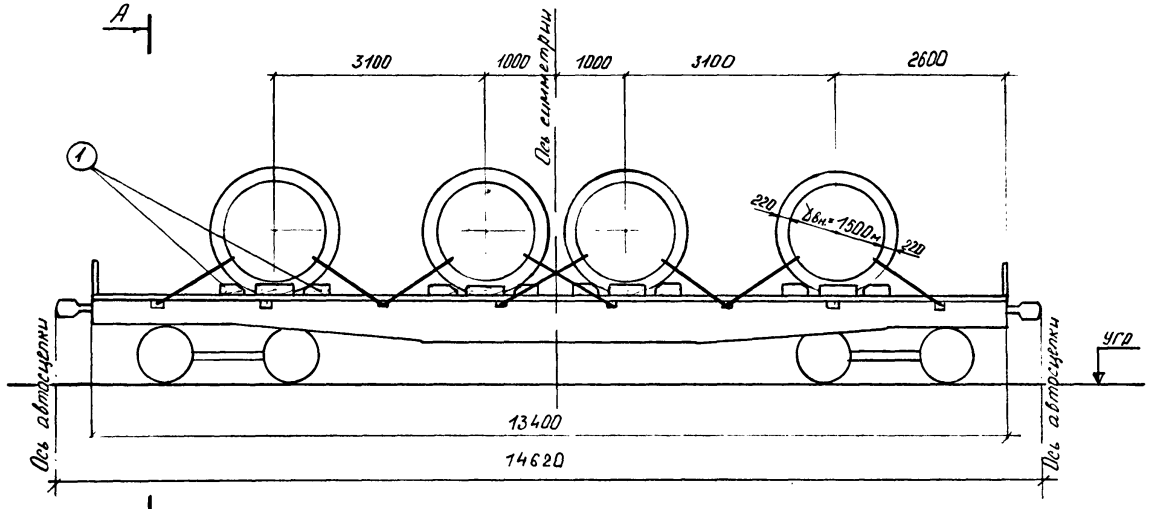
№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим.
1	Растяжка из проволоки ℓ_p=447см	5 ф 6	2500	12	5,55	66,6	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
	Гвоздь	d=6	20	192	0,044	8,4	Ст2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75 ГОСТ 4028-63
Итого металла:						75		

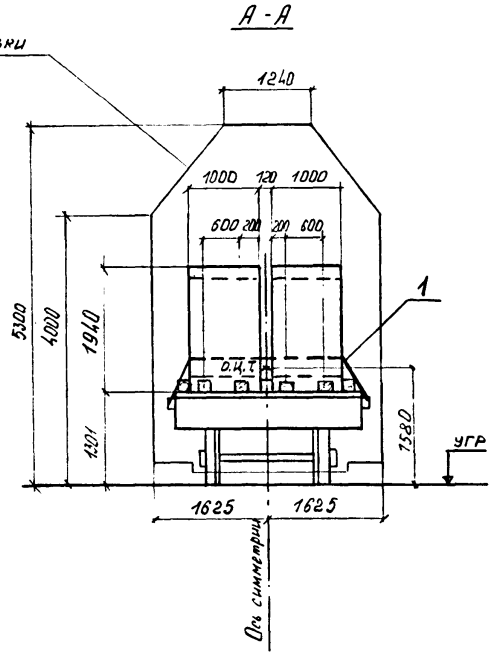
Спецификация лесоматериалов

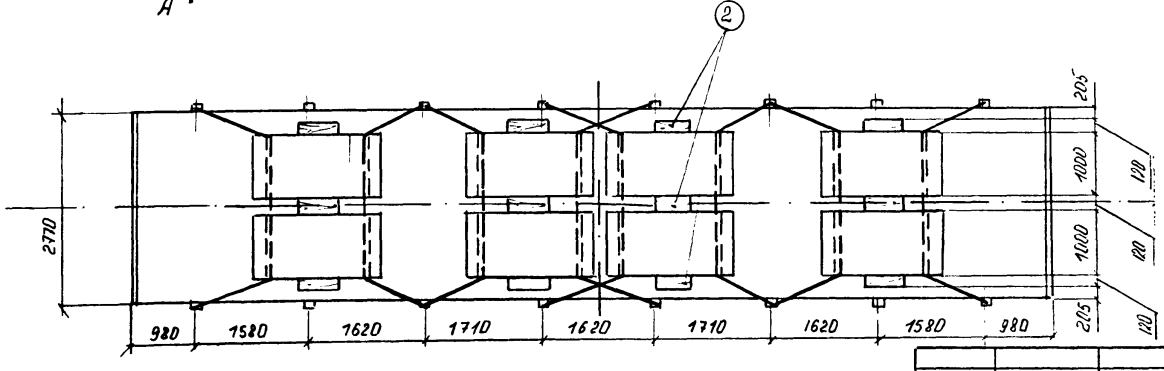
№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт	Объём, м³ ед.	Объём, м³ общ.	Материал	Примеч.
(1)	Брус	12×12	30	24	0,0043	0,10	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 9463-65
2	Брус	12×12	65	12	0,0093	0,11		
Итого лесоматериалов:						0,2		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4-х осной платформе звеньев железобетонных круглых труб отверстием 1,25м, изготовленных по типовому проекту № 101.
   Платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.
2. 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.
3. 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 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 350м 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", 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) – лесоматериал

Нач. отд.	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		
Норм. конт.	Новолодский		
Рук. группы	Гуревич		
Инженер	Титова		

2539-06.06.01.

Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб отверстием 1,5 м, длиной 1,0 м на ж.-д. платформе.

Литер.	Лист	Листов
РП	1	4

Гипротранспуть

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	Высота ц.т. звена относительно низа звена	мм	970
2	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно УГР	мм	1580
3	Вес звена	т	3,0
4	Количество звеньев	шт.	8
5	Вес груза	т	24,0
6	Длина звена	м	1,0
7	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
8	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим.
1	Растяжка из проволоки ℓ_p = 432 см	8 ф 6	3840	8	8,52	68,2	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
	Гвоздь	d=6	20	172	0,044	7,6	Ст2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75, ГОСТ 4028-63
Итого металла:						76		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт	Объём, м³ ед.	Объём, м³ общ.	Материал	Примеч.
(1)	Брус	12×12	30	32	0,0043	0,14	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-66*
2	Брус	12×12	54	12	0,0078	0,09		
Итого лесоматериалов:						0,23		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на $4\frac{X}{}$ -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.
2. Груз состоит из 8 звеньев железобетонных круглых труб. Длина звена – 1,0м. Общий центр груза грузом 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 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.
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 участкам 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 №1 "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Расчет к погрузке

I Характеристика груза.

Груз – 8 звеньев круглых ж.б труб
Диаметр внутренний звена $D_{вн}$ = 1,5м
Диаметр наружний звена $D_{нар}$ = 1,94м
Вес звена $Q_{зв}$ = 3,0т
Координаты цт звена: X = 0,97 м; y = 0,97м
Длина звена — 1,0 м

II Характеристика платформы.

Платформа четырехосная
База платформы — 9,72м
Вес платформы — 22т
Положение цт от УГР – 0,8м

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{общ} = \frac{Q^{o}_{гр} \cdot h_{гр} + Q_{пл} \cdot h_{пл}}{Q^{o}_{гр} + Q_{пл}}$$

$Q_{гр} = 8 \cdot 3 = 24$ тс

$$h_{общ} = \frac{24 \cdot (1,301 + 0,97) + 22 \cdot 0,8}{24 + 22} = \frac{71,3}{45} = 1,58\text{м} < 2,3\text{м}$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{пл} + S_{гр} < 50\,м^2$$

Площадь наветренной поверхности звена: $S_{зв} = \frac{\pi D^2_{нар}}{4} - \frac{\pi D^2_{вн}}{4} = \frac{3,14}{4}(1,94^2 - 1,5^2) = 1,18\,м^2$

$S_{гр} = 4 \times 1,18 = 4,72\,м^2$ $\quad S = 13 + 4,7 = 17,7\,м^2 < 50\,м^2$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

IV Определение усилий, действующих на груз.

1ое сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = a_{пр} \cdot Q^{o}_{гр} = 1,124 \times 24 = 27$ тс

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q^{o}_{гр} \cdot (a_{22} - a_{23})}{63} = 1,2 - \frac{24 \cdot (1,2 - 1,0)}{63} = 1,2 - 0,076 = 1,124\,тс/т$$

Сила трения: $F^{пр}_{тр} = Q^{o}_{гр} \cdot \mu = 24 \times 0,55 = 13,2$ тс

$\mu = 0,55$ – коэффициент трения железобетона по дереву

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F^{пр}_{тр} = 27 - 13,2 = 13,8\text{ тс}$$

2ое сочетание сил

Расчёт ведётся для пары крайних звеньев.

Поперечная инерционная сила: $F_{п} = a_{п} \cdot 2 \cdot Q_{зв} = 0,516 \times 2 \times 3 = 3,1$ тс

$$a_{п} = a_{с} + \frac{2 \cdot (a_{ш} - a_{с}) \cdot l_{гр}}{l_{в}} = 0,33 + \frac{2 \cdot (0,53 - 0,33) \cdot 4,1}{9,72} = 0,516\,тс/т$$

$l_{в} = 9,72$ м – база платформы

$l_{гр} = 1,0 + 3,1 = 4,1$м – расстояние цт пары крайних звеньев до поперечной оси платформы

Вертикальная инерционная сила: $F_{в} = a_{в} \cdot 2 \cdot Q_{зв} = 0,360 \times 2 \times 3 = 2,16$ тс

$$a_{в} = 250 + K \cdot l_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} = 250 + 5 \times 4,1 + \frac{2140}{24} = 359,7\,кг/т$$

Сила трения: $F^{п}_{тр} = 2 \times Q_{зв} \cdot \mu \cdot (1000 - a_{в}) = 2 \times 3 \times 0,55 \times (1 - 0,36) = 2,1$ тс

Ветровая нагрузка: $W_{п} = 50 \times S_{зв} = 0,05 = 1,18 = 0,06$ тс

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{п} = n \cdot (F_{п} + W_{п}) - F^{п}_{тр} = 1,25 \cdot (3,1 + 0,06) - 2,1 = 1,9\text{ тс}$$

V Определение креплений.

Звенья подвержены перекатыванию вдоль платформы и поступательным перемещениям поперек платформы. Для крепления от перекатывания приниматся упорные бруски совместно с растяжками. Высота и ширина брусков равны 12см × 12см, длина – 30см. Бруски укладываются вдоль платформы по 2 штуки с каждой стороны звена.

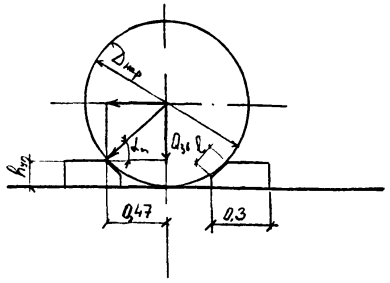


Рис №1

$R_{зв}$ = 108кгс $d_{зв}$ = 6мм $l_{зв}$ = 200мм
$D_{нар}$ = 1,04м
$h_{гр}$ = 12см

$ctg\,\alpha_{п} = 0,553 \rightarrow \alpha_{п} \approx 61°$
$n^{1пр}_{гр} = 8 \times 2 = 16$шт – для однометровых звеньев
$n^{2пр}_{гр} = 4 \times 2 = 8$шт – для двухметровых звеньев
$\sin\alpha_{п} = 0,875$

Количество гвоздей диаметром $d_{гв}$=6мм, длиной $\ell_{гв}$=200мм для крепления 1 бруска (см. рис. №1 на листе №3)

для одометровых звеньев

$$n^{пр}_{гв} = \frac{Q_{бр} \cdot (ctg\alpha_н - \mu)}{n^{пр}_{бр} \cdot R_{гв}} = \frac{24 \cdot (0{,}553 - 0{,}55)}{16 \cdot 0{,}108} \approx 1\ гв$$

для двухметровых звеньев

$$n^{пр}_{гв} = \frac{Q_{бр} \cdot (ctg\alpha_н - \mu)}{n^{пр}_{бр} \cdot R_{гв}} = \frac{24 \cdot (0{,}553 - 0{,}55)}{8 \cdot 0{,}108} \approx 1\ гв.$$

Принято для одометровых и двухметровых звеньев:
каждый упорный брусок пришивается к полу платформы 2 гвоздями $d_{гв}$=6мм $\ell_{гв}$=200мм

Напряжение смятия упорного бруска (для двухметровых звеньев):

$$\sigma_{см} = \frac{Q_{гв} \cdot \chi \cdot n_d}{n_{бр} \cdot S_0} = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot 0{,}875}{2 \cdot 96} = 27{,}3\ кг/см^2 < 30\ кг/см^2$$

ℓ·8см ⟶ площадка смятия $S_0 = 8 \cdot 12 = 96\ см^2$

Усилие в растяжке от 1 ого сочетания сил:

$$R^{пр}_р = \frac{1{,}25 \cdot F_{пр} \cdot (h_{шт} - h_{уп}) - Q_{гр} \cdot \ell^{о}_{гр}}{n^{пр}_р \cdot \ell_{пер} \cdot \cos\gamma}$$

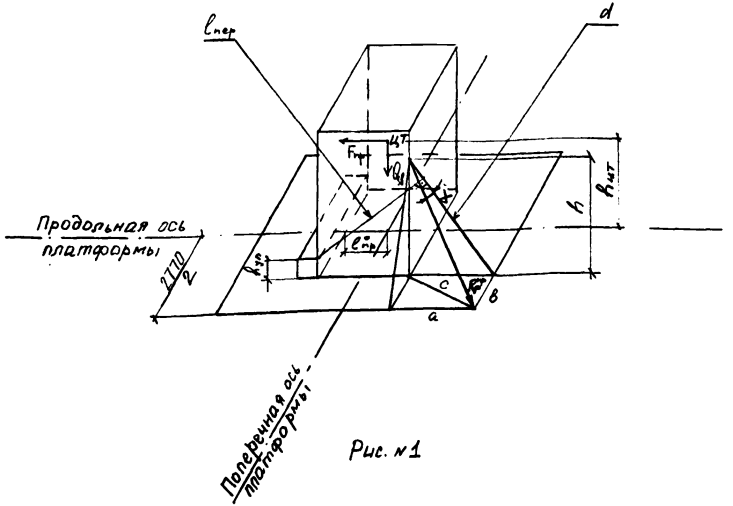


Рис. №1

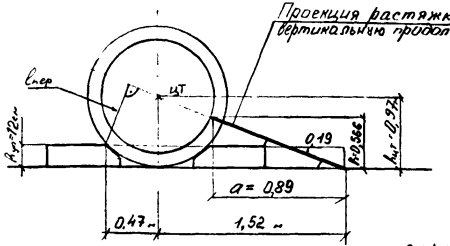


Рис. №2

$n^{пр}_р = 8$

a = 0,89 – наименьшая проекция растяжки на продольную ось

$$f = \frac{2{,}77 - 2 \cdot 1{,}0 - 0{,}12}{2} = 0{,}325\ м$$

h = 0,566м

см. рис. №1 → $d = \sqrt{a^2 + h^2} = \sqrt{0{,}89^2 + 0{,}566^2} = 1{,}05\ м$

$$tg\gamma = \frac{b}{d} = \frac{0{,}325}{1{,}05} = 0{,}309 \longrightarrow \gamma = 17{,}2°$$

$\cos\gamma = 0{,}955$ $\quad \ell^{о}_{гр} = 0{,}47\ м$ $\quad \ell_{пер} = 0{,}97м$ (см. рис. №2)

$$R^{пр}_р = \frac{1{,}25 \cdot 27 \cdot (0{,}97 - 0{,}12) - 24 \cdot 0{,}47}{8 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}955} = \frac{17{,}4}{7{,}4} = \underline{2{,}35\ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки d=6мм по 8 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку 2,48тс

Поперечное усилие воспринимается боковыми упорными брусками с наружной стороны каждого звена (растяжки не учитываем).

Количество гвоздей диаметром d=6мм длиной 200мм для крепления бруска:

для одометровых звеньев $\quad n^{пр}_{гв} = \frac{\Delta F_n}{n^{пр}_б \cdot R_{гв}} = \frac{1{,}9\ тс}{2 \cdot 0{,}108} \approx 9\ гв$

ΔF_n = 1,9тс — для пары звеньев

$n^{пр}_б$ = 2 – количество брусков, работающих в одном направлении

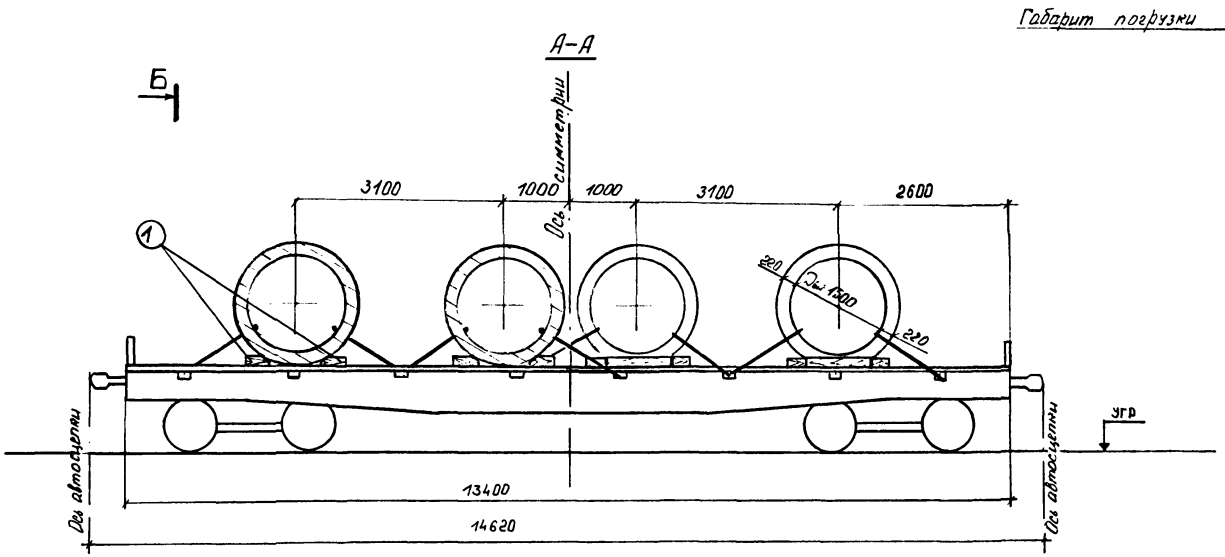
для двухметровых звеньев $\quad n^{пр}_{гв} = \frac{\Delta F_n}{n^{пр}_б \cdot R_{гв}} = \frac{1{,}9}{1 \cdot 0{,}108} \approx 18\ гв.$

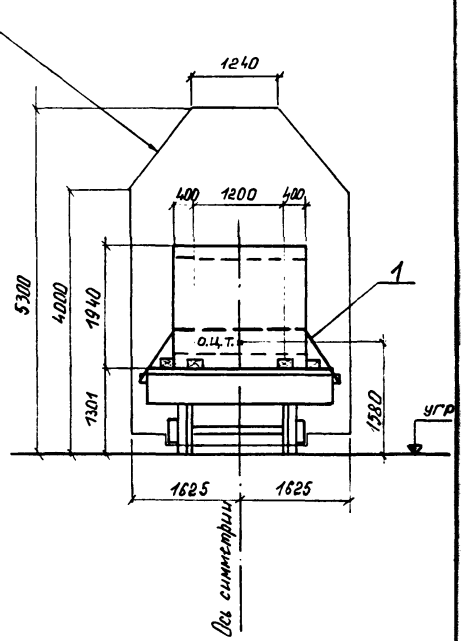
ΔF_n = 1,9тс – для звена

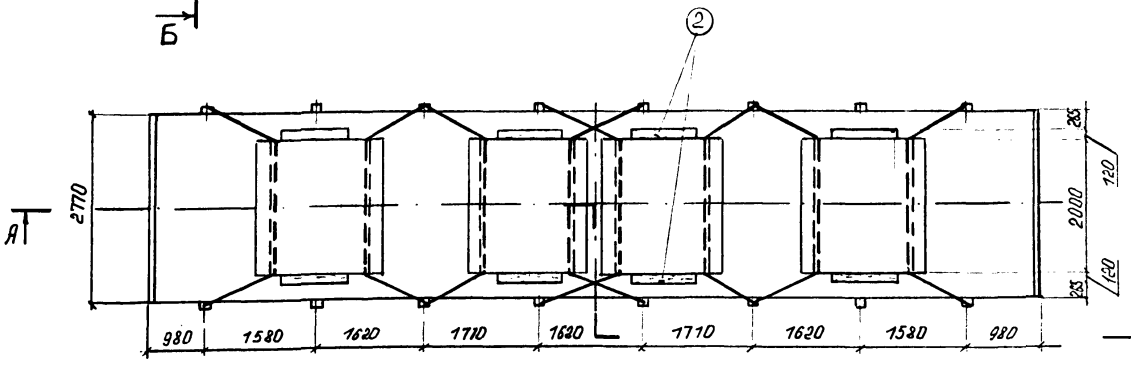
$n^{пр}_б$ = 1шт – количество брусков, работающих в одном направлении

Размеры бруска для одометровых звеньев – 12×12×54 см

Размеры бруска для двухметровых звеньев – 12×12×90 см







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.

Нач.отд	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		
Норм.контр	Новолодский		
Рук.группы	Гуревич		
Инженер	Титова		

2539-06.07.01.

Размещение и крепление звеньев ж-б. круглых труб отверстием 1,5м, длиной 2,0м на ж.д. платформе.

Литер.	Лист	Листов
РП	1	2

Гипротранспуть

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	Высота ц.т. звена относительно низа звена	мм	970
2	Высота общего ц.т. 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 ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
8	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

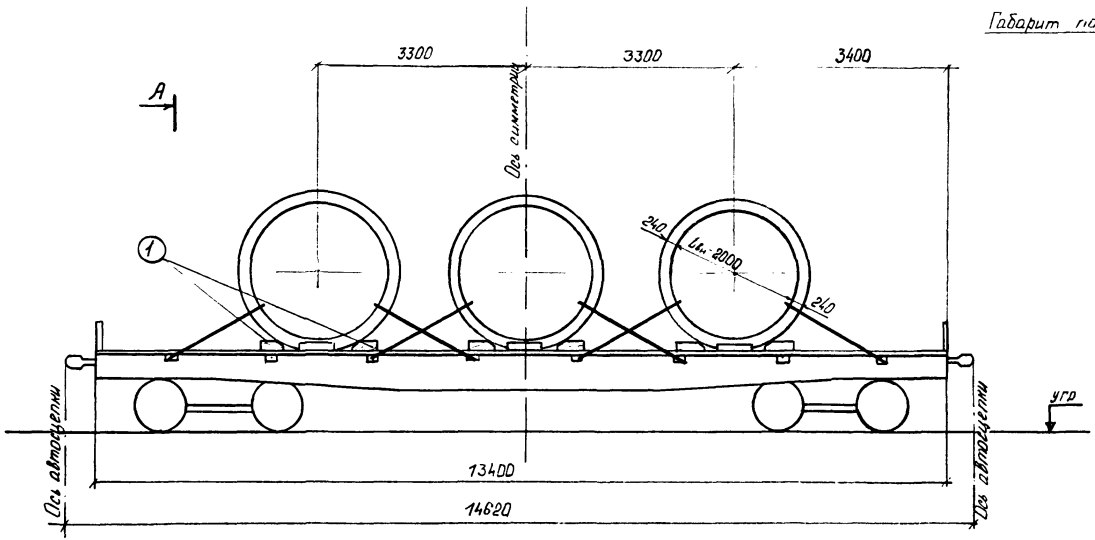
№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Примеч.
1	Растяжка из проволоки $\varnothing$=4,24см	8 ϕ6	3770	8	8,36	66,9	Сталь по ГОСТ 14085-75	ГОСТ 3282-74
	Гвоздь	d=6	20	176	0,044	7,7	Ст2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75, ГОСТ 4028-63
	Итого металла:					75		

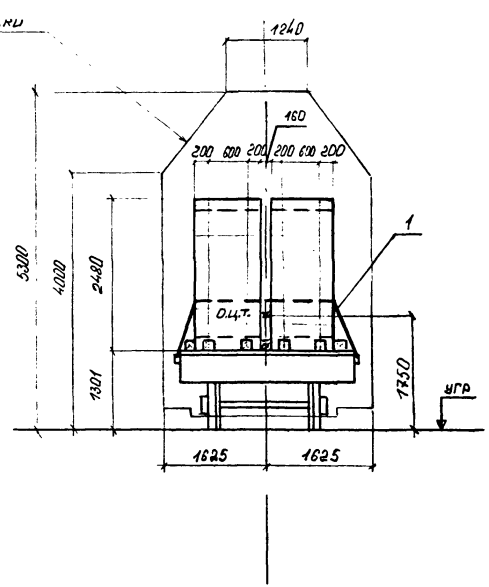
Спецификация лесоматериалов

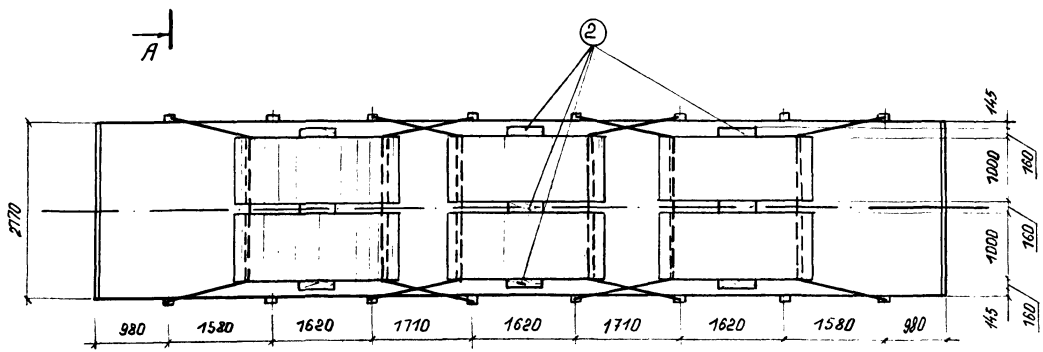
№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объём, м³ ед.	Объём, м³ общ.	Материал	Примеч.
(1)	Брус	12×12	30	16	0,0043	0,07	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-86
2	Брус	12×12	90	8	0,0130	0,10		
	Итого лесоматериалов:					0,2		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4-осной платформе звеньев железобетонных круглых труб отверстием 1,5м, изготовленных по типовому проекту № 101.
   Платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.
2. 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.
3. 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 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 350м 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", 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.		
Начотд.	Гродзенский			Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб отверстием 2,0 м, длиной 1,0 м на ж.-д. платформе.	Литер.	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский				РП	1	4
Норм. контр.	Новолодский				Гипротранспуть		
Рук. группы	Гуревич						
Инженер	Тимова						

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	Высота ц.т звена относительно низа звена	мм	1240
2	Высота общего ц.т платформы с грузом относительно у.г.р.	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 ц.т груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
8	Смещение ц.т груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина см	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Примеч.
1	Растяжка из проволоки $\ell_р$ = 565 см	7 ф 6	4310	6	9,56	57,4	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
	Гвозди	d=8	25	102	0,0986	10,1	Ст2 по ГОСТ 380-71*	УТСТ 283-75, ГОСТ 4028-63
Итого металла:						68		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объём, м³ ед.	Объём, м³ общ.	Материал	Примеч.
(1)	Брус	16×16	40	24	0,010	0,25	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-66**
2	Брус	16×16	48	9	0,012	0,10		
Итого лесоматериалов:						0,35		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

I. В настоящем подразделе разработана перевозка на $4\frac{X}{}$-осной платформе звеньев железобетонных круглых труб отверстием 2,0м, изготовленных по типовому проекту № I0I.
Платформа принята грузоподъёмностью 62~~/66~~т постройки с I965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.

2. Груз состоит из 6 звеньев железобетонных круглых $\overset{р}{\text{труб}}$. Длина звена-I,0м. Общий центр тяжести груза находится на пересечении вертикальных плоскотей, проходящих через продольную и поперечную оси платформы.

3. Между двумя рядами звеньев (по продольной оси платформы) располагаются деревянные прокладки.

4. 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.

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 участкам 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", I98I.

Расчёт к погрузке

I Характеристика груза

Груз – 6 звеньев круглых ж.б. труб
Диаметр внутренний звена – $D_{вн} = 2,0$ м
Диаметр наружний звена – $D_{нар} = 2,48$ м
Длина звена – 1,0 м
Вес звена – $Q_{зв} = 4,2$ т
Координаты цт звена: $x = 1,24$ м; $y = 1,24$ м

II Характеристика платформы

Платформа четырёх осная
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:

$$h_{общ} = \frac{Q^{o}_{гр} \times h_{гр} + Q_{пл} \times h_{пл}}{Q^{o}_{гр} + Q_{пл}}$$

$Q^{o}_{гр} = 6 \times 4,2 = 25,2$ тс

$$h_{общ} = \frac{25,2 \times (1,301 + 1,24) + 22 \times 0,8}{25,2 + 22} = \frac{80,8}{46,2} = 1,75_{м} < 2,3 м$$

Площадь навётренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{пл} + S_{п} + 50 м^2$$

Площадь навётренной поверхности звена: $S_{зв} = \frac{\pi}{4}(D^2_{нар} - D^2_{вн}) = \frac{3,14}{4}(2,48^2 - 2,0^2) = 1,69 м^2$

$S_{п} = 3 \times 1,69 = 5,1 м^2$ $\quad S = 13 + 5,1 = 18,1 < 50 м^2$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

IV Определение усилий, действующих на груз

1ое сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = a_{пр} \times Q^{o}_{гр} = 1,12 \times 25,2 = 28,2$ тс

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q^{o}_{гр} \cdot (a_{22} - a_{88})}{63} = 1,2 - \frac{25,2 \times (1,2 - 1,0)}{63} = 1,2 - 0,08 = 1,12 тс/т$$

Сила трения: $F^{пр}_{тр} = Q^{o}_{гр} \times \mu = 25,2 \times 0,55 = 13,9$ тс

$\mu = 0,55$ – коэффициент трения железобетона по дереву

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F^{пр}_{тр} = 28,2 - 13,9 = 14,3 тс$$

2ое сочетание сил

Расчёт ведётся для пары крайних звеньев.

Поперечная инерционная сила: $F_{п} = a_{п} \times 2 \times Q_{зв} = 0,479 \times 2 \times 4,2 = 4,0$ тс

$$a_{п} = a_{с} + \frac{2 \times (a_{ш} - a_{с}) \times l_{ср}}{l_{в}} = 0,33 + \frac{2 \times (0,55 - 0,33) \times 3,3}{9,72} = 0,479 тс/т$$

$l_{в} = 9,72$ м – база платформы

$l_{ср} = 3,3$ м – расстояние от пары крайних звеньев до поперечной оси платформы

Вертикальная инерционная сила: $F_{в} = a_{в} \times 2 \times Q_{зв} = 0,351 \times 2 = 4,2 = 2,9$ тс

$a_{в} = 250 + K \times l_{ср} + \frac{2140}{Q_{ср}} = 250 + 5 \times 3,3 + \frac{2140}{25,2} = 0,351 тс/т$

Сила трения: $F^{пр}_{тр} = \mu \times 2 \cdot Q_{зв} \cdot (1000 - a_{в}) = 0,55 \times 2 \times 4,2 \times (1 - 0,351) = 3$ тс

Ветровая нагрузка: $W_{п} = 50 \times S_{зв} = 0,05 \times 1,69 = 0,08$ тс

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{п} \cdot n(F_{п} + W_{п}) - F^{пр}_{тр} = 1,25 \times (4 \cdot 0,08) - 3,0 = 2,1 тс$$

V Определение креплений

Звенья подвержены перекатыванию вдоль платформы и поступательным перемещениям поперёк платформы. Для крепления от перекатывания применяются упорные бруски совместно с растяжками. Высота и ширина брусков равны 16 см × 16 см, длина – 40 см. Бруски укладываются вдоль платформы по 2 штуки с каждой стороны звена.

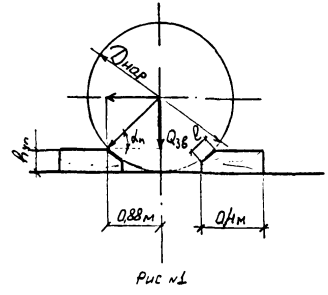


Рис №1

$D_{нар} = 2,48$ м
$h_{уп} = 16$ см
$R_{зв} = 192$ кгс $\quad d_{зв} = 8$ мм $\quad l_{зв} = 250$ мм
$ctg\alpha_{п} = \frac{0,88}{2,32} = 0,379 \rightarrow \alpha_{п} = 69°$
$\sin \alpha_{п} = 0,933$
$n^{1пр}_{ср} = 12$ шт. для однометровых звеньев
$n^{2пр}_{ср} = 6$ шт. для двухметровых звеньев

Количество гвоздей диаметром $d_{гв} = 8$ мм $l_{гв} = 250$ мм для крепления 1 бруска (см. рис. №1 на листе №3):

для однометровых звеньев $n^{1пр}_{гв} = \frac{Q_{гр} \times (ctg\alpha_n - \mu)}{n^{1пр}_{бр} \times R_{гв}} = \frac{25,2(0,379-0,55)}{12 \times 0,192} = 0$

для двухметровых звеньев $n^{2пр}_{гв} = \frac{Q_{гр} \times (ctg\alpha_n - \mu)}{n^{2пр}_{бр} \times R_{гв}} = \frac{25,2 \times (0,379-0,55)}{6 \times 0,192} = 0$

Принято для однометровых и двухметровых звеньев:

каждый брусок пришивается к полу платформы 2 ^мя^ гвоздями $d_{гв} = 8$ мм $l_{гв} = 250$ мм, поставленных конструктивно.

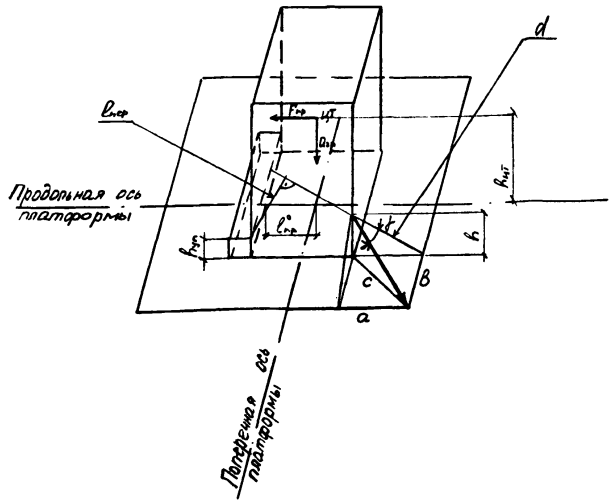
Напряжение смятия упорного бруска (для двухметровых звеньев):

$$\sigma_{см} = \frac{Q_{зв} \cdot \sin\alpha}{n_{бр} \times S_0} = \frac{8,4 \times 0,933 \times 10^3}{2 \times 160} = 24,5 \text{ кгс/см}^2 < 30 \text{ кгс/см}^2$$

$l = 10$ см (см. рис. №1 на листе №3) ⟶ площадка смятия $S_0 = 16 \times 10 = 160$ см²

Усилие в растяжке от 1ого сочетания сил:

$$R^{пр}_p = \frac{1,25 \times F_{пр} \times (h_{цт} - h_{уп}) - Q_{гр} \times l^0_{пр}}{n^{пр}_p \times l_{пер} \times \cos\gamma}$$



Проекция растяжки на вертикальную продольную плоскость

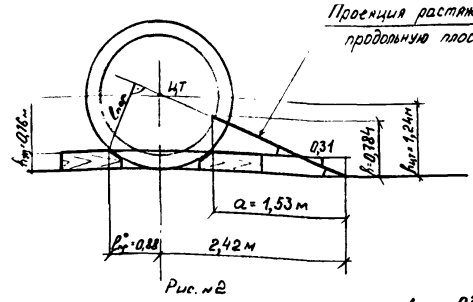


Рис. №2

$n^{пр}_p = 6$ шт.

$a = 1,48$ м – наименьшая проекция растяжки на продольную ось

$b = \frac{2,77 - 2 \times 1,00 - 0,16}{2} = 0,305$ м

$h = \frac{1,53 \times 1,24}{2,42} = 0,784$ м

$d = \sqrt{h^2 + a^2} = \sqrt{0,784^2 + 1,53^2} = 1,72$ м

см рис. №1 ⟶ $tg\gamma = \frac{b}{d} = \frac{0,305}{1,72} = 0,177$ ⟶ $\gamma = 10°$

$\cos\gamma = 0,985$ $l_{пер} = 1,36$ м см рис. №2

$$R^{пр}_p = \frac{1,25 \times 28,2 \times (1,24 - 0,16) - 25,2 \times 0,88}{6 \times 1,36 \times 0,985} = \frac{16,1}{8,0} = 2,01 \text{ тс}$$

Принято: растяжки из проволоки $d = 6$ 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 гвоздей диаметром 8 мм длиной 250 мм для крепления 1 бруска:

для однометровых звеньев $n^n_{гв} = \frac{\Delta F_n}{n^n_{бр} \times R_{гв}} = \frac{2,1}{2 \times 0,192} = 6$ гв.

$\Delta F_n = 2,1$ тс — для пары звеньев

$n^n_{бр} = 2$ – количество брусков для пары звеньев, работающих в одном направлении

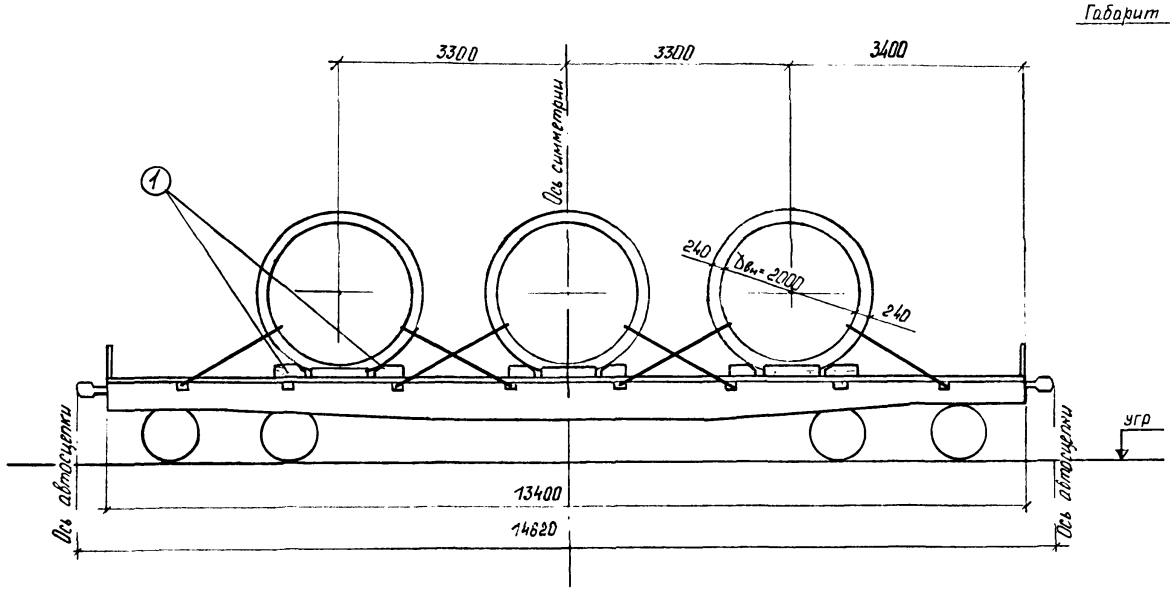
для двухметровых звеньев $n^n_{гв} = \frac{\Delta F_n}{n^n_{бр} \times R_{гв}} = \frac{2,1}{1 \times 0,192} = 12$ гв.

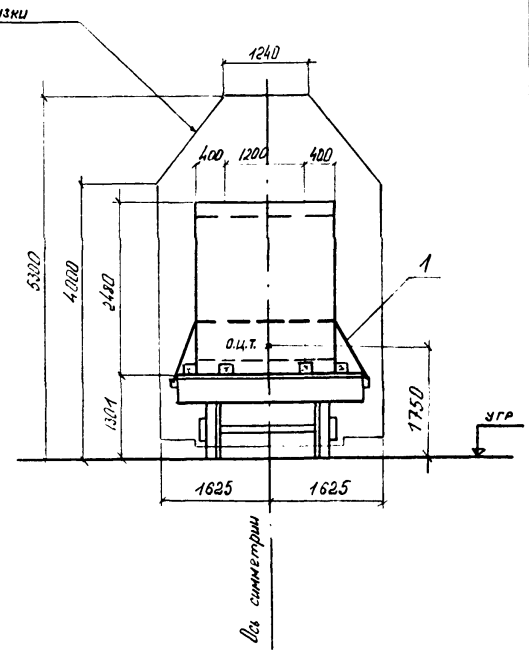
$\Delta F_n = 2,1$ тс – для звена

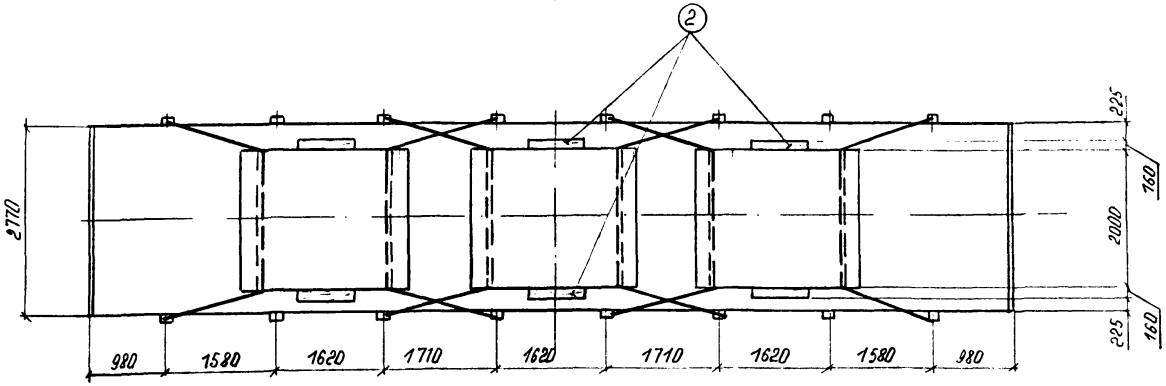
$n^n_{бр} = 1$ – количество брусков для звена, работающих в одном направлении

Размеры бруска для однометровых звеньев: 16 × 16 × 48 см

Размеры бруска для двухметровых звеньев: 16 × 16 × 84 см







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

Начотд	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		
Норм. контр.	Новолодский		
Рук. гр. тпы	Гуревич		
Инженер	Титова		

2539-06.09.01.

Размещение и крепление звеньев ж.-б. круглых труб отверстием 2,0м, длиной 2,0м на ж.-д. платформе.

Литер.	Лист	Листов
РП	1	2

Гипротранспуть

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 УГР	мм	1750
3	Вес звена	т	8,4
4	Количество звеньев	шт	3
5	Вес груза	т	25,2
6	Длина звена	м	20
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 ед.	Масса, кг общ.	Материал	Примеч.
1	Растяжка из проволоки R_p = 552 см	7 ф 8	4220	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 380-71*	ГОСТ 283-75, ГОСТ 4028-63
Итого металла:						66		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объём, м³ ед.	Объём, м³ общ.	Материал	Прим.
(1)	Брус	16×16	40	12	0,010	0,12	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-66*
2	Брус	16×16	84	6	0,022	0,13		
Итого лесоматериалов:						0,25		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

I. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4-осной платформе звеньев железобетонных круглых труб отверстием 2,0м, изготовленных по типовому проекту № 101.
Платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.

2. 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.

3. 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 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 350м 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", 1981г.

РАЗДЕЛ 7. ПОГРУЗКА, РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ ЗВЕНЬЕВ Ж.-Б. ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ТРУБ (ТИПОВОЙ ПРОЕКТ ИНВ.№I072/II) НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМАХ.

СОСТАВ РАЗДЕЛА

№№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
I	2	3	4
I	2539-07.0I.0I.	Звенья ж.-б. прямоугольных труб /проект инв. № I072/II /. Основные характеристики труб.	162
2	2539-07.02.0I.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. прямоугольных труб отверстием I,0м на ж.-д. платформе.	163÷165
3	2539-07.03.0I.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. прямоугольных труб отверстием I,25м на ж.-д. платформе.	166÷168
4	2539-07.04.0I.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. прямоугольных труб отверстием I,5м на ж.-д. платформе.	169÷171
5	2539-07.05.0I.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. прямоугольных труб отверстием 2,0м на ж.-д. платформе.	172÷174
6	2539-07.06.0I.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. прямоугольных труб отверстием 2,5м на ж.-д. платформе.	175÷177
7	2539-07.07.0I.	Размещение и крепление звеньев ж.-б. прямоугольных труб отверстием 3,0м на ж.-д. платформе.	178÷180

2539-07.00.00.

Нач. отд.	Гродзенский	
ГИП	Гродзенский	
Нор. кон.	Наволодский	
Рук. гр.	Гуревич.	
Инженер	Нодь	

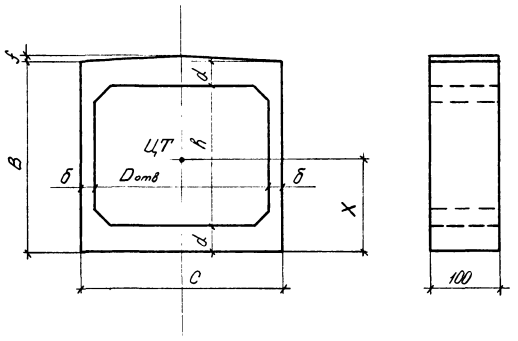
Состав раздела 7.

Питер	Лист	Листов
РП	1	1

Гипротранспуть

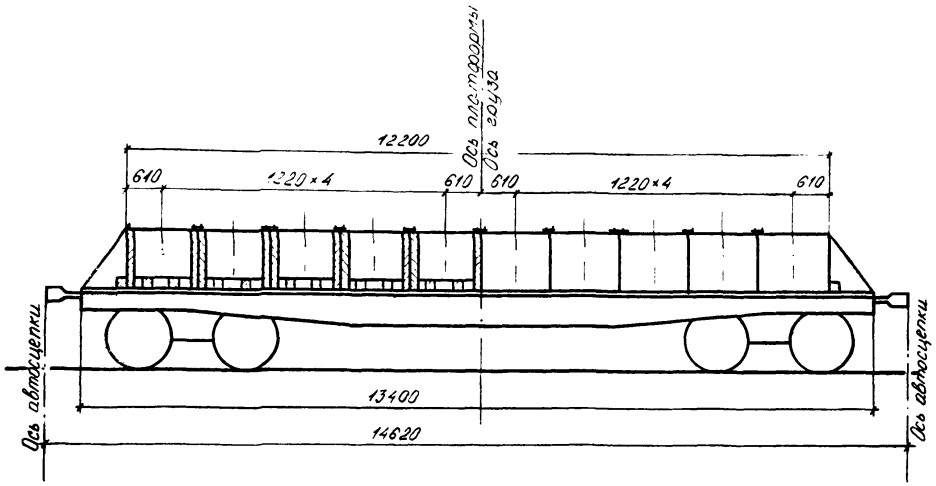
Основные характеристики звеньев прямоугольных железобетонных труб отверстием 1.0 ÷ 3.0 м

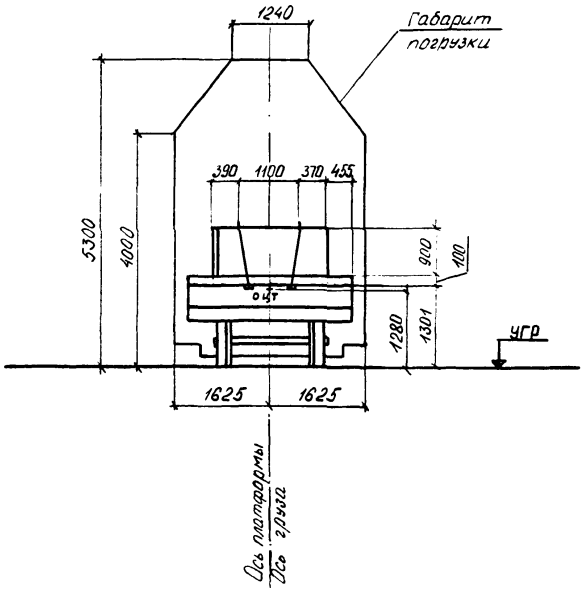
№№ п/п	Отверстие D м	h см	δ см	d см	B см	C см	f см	Масса т	X см
1	1.0	150	11	11	172	122	2	1.7	—
2		150	11	13	176	122	2	1.8	—
3		150	11	17	184	122	2	2.0	93
4	1.25	150	12	13	176	149	3	2.0	—
5		150	12	16	182	149	3	2.3	—
6		150	12	20	190	149	3	2.6	97
7	1.5	200	12	15	230	174	3	2.8	—
8		200	12	20	240	174	3	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	7.0	140
16	3.0	250	16	22	294	332	6	6.2	—
17		250	20	29	308	340	6	8.0	159

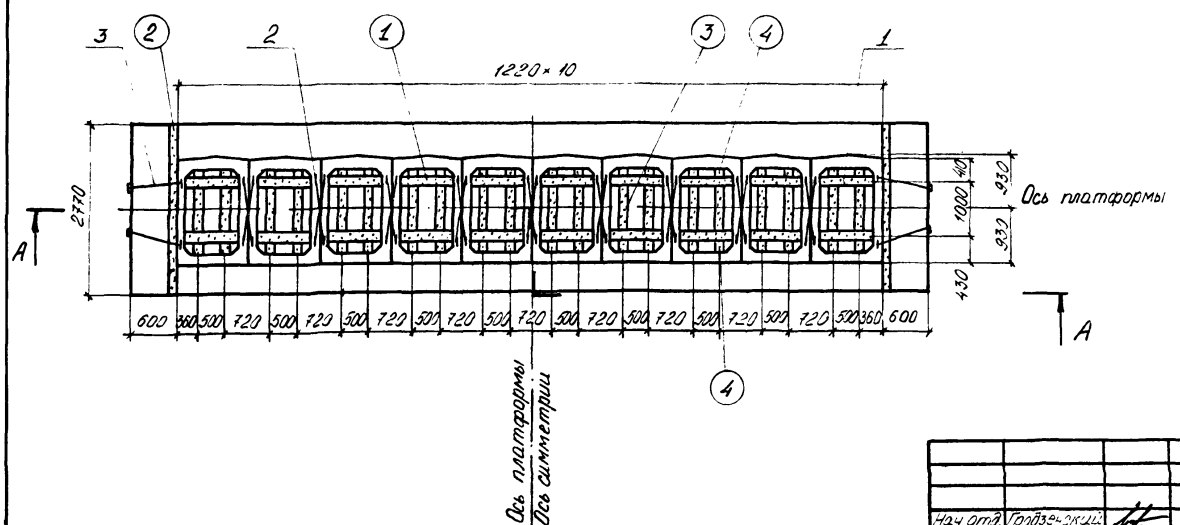


Нач. отд.	Гробженский		2539-07.01.01.
ГИП	Гробженский		Звенья ж.-б. прямоугольных труб (проект инв. № 1072/2). Основные характеристики звеньев труб.
Н. контр.	Наволодский		Литер: РП; Лист: 1; Листов: 1
Рук. груп.	Гуревич		Гипротранспуть
Инженер	Новь		

А-А (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.

				2539-07.02.01		
Нач. отд.	Гордзевский			Размещение и крепление звеньев ж-б. прямоугольных труб отверстием 1,0 м на ж-д. платформе.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гордзевский				РП	1	3
Н. контр.	Новолодский				Гипротранспуть		
Рук. арт.	Гуревич						
Инженер	Новь						

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	Высота ц.т звена относительно низа звена	мм	500
2	Высота общего ц.т платформы с грузом относительно УГР	мм	1280
3	Масса звена	т	2
4	Масса груза (10 звеньев)	т	20
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 ед	Масса, кг общ.	Материал	Прим
1	Гвоздь	d=6	150	190	0.044	8.36	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75, ГОСТ 4028-63
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	1.383	5.53		
Итого металла:						37		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Прим.
(1)	Брус	10×20	100	20	0.020	0.40	Сосна, ель не ниже 3 сорта	ГОСТ 8486-66**
2	——— " ———	—" —	277	2	0.055	0.11		
3	——— " ———	—" —	80	20	0.016	0.32		
4	——— " ———	—" —	16	40	0.003	0.12		
Итого лесоматериалов:						1,0		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^{x}-осной платформе звеньев железобетонных прямоугольных труб отверстием 1м. Платформа принята грузоподъёмностью 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 брусьями, 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.

Расчет к погрузке

I Характеристика груза.

Груз - звенья мб прямоугольных труб
Длина груза - $1.22 \times 10 = 12.2$ м
Ширина груза - 1.86 м
Высота груза - 1.00 м
Вес груза - $2т \times 10 = 20т$
Отверстие - 1 м

II Характеристика платформы.

Платформа четырехосная
База - 9.72 м
Вес платформы - 22 т
Положение Ц.Т от УГР - 0.8 м

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости

Наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом:

$$S^{навет}_{пов} = S_{пл} + S_{гр}$$

$$S_{пл} = 13 + 1.22 \times 10 \times 1.0 = 25.2 м^2 < 50 м^2$$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{ц.т} = \frac{Q_{гр} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leqslant 2.3 м \qquad [\S 34\ ТУ]$$

$$h_{ц.т} = \frac{20 \times (1.30 + 0.95) + 22 \times 0.8}{20 + 22} = 1.28 м < 2.3 м$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

IV Определение усилий действующих на груз.

1е сочетание сил

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

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{a_{\omega}(a_{22} - a_{85})}{63} = 1.2 - \frac{20(1.2 - 1.0)}{63} = 1,14 тс/т$$

$$F_{пр} = 20 \times 1.14 = 22.8 тс$$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu$ $\mu = 0.55$ $F_{тр} = 20 \times 0.55 = 11 тс$
Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр} = 22.8 - 11 = \underline{11.8 тс}$$

2е сочетание сил

Вертикальная инерционная сила: $F_{в} = a_{в} \times Q_{гр} = 0.38 \times 2 = 0.76 тс$

$$a_{в} = 250 + K l_{гр} + \frac{2140}{Q^{о}_{гр}} = 250 + 5 \times 5.49 + \frac{2140}{20} = 0.38 тс/т \text{ для крайнего звена}$$

Поперечная инерционная сила: $F_{п} = Q_{гр} \times a_{п} = 2т \times 0.58 = 1.16 тс$

$$a_{п} = a_{c} + \frac{2 \times (a_{ш} - a_{c})}{l_{пл}} l_{гр} = 0.33 + \frac{2(0.55 - 0.33)}{9.72} 5.49 = 0,58 тс/т$$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu (1000 - a_{в}) = 2 \times 0.55 (1000 - 380) = 0.68 тс$
Ветровая нагрузка: $W_{п} = 50 S_{п}$ $S_{п} = 1.22 \times 1.0 = 1.22 м^2$ $W_{п} = 50 \times 1.22 = 0.061 тс$
Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{п} = n \times (F_{п} + W) - F_{тр} = 1.25 (1.16 + 0.061) - 0.68 = \underline{0.85 тс}$$

V Определение креплений.

Усилия передаются на упорные брусья. Брусья пришиваются к полу платформы гвоздями.

В продольном направлении $n = \frac{11.8}{0.108} = 110$ шт (на 10 звеньев) $d = 6$ мм, $l = 150$ мм
11 шт (на 1 звено).
В поперечном направлении $n = \frac{0.85}{0.108} = 8$ шт (на 1 звено)

VI Проверка устойчивости груза.

Вдоль платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$\eta_{пр} = \frac{l^{о}_{пр}}{h_{ц.т} - h^{о}_{гр}} = \frac{0.61}{0.5 - 0.1} = 1.53 \geqslant 1.25 м \qquad [\S 40\ ТУ]$$

Поперек платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$\eta_{п} = \frac{Q^{о}_{гр} \times b^{о}_{п}}{F_{п}(h_{ц.т} - h^{о}_{у}) + W_{п}(h^{п}_{пл} - h^{о}_{у})} = \frac{2 \times 0.93}{0.85(0.5 - 0) + 0.061(0.5 - 0)} = 1.08 \geqslant 1.25$$

Условие устойчивости выполняется

VII Расчет упорных брусьев на смятие.

Вдоль платформы:

$$\Delta F_{пр} = \frac{11.8}{10} = 1.18 т \qquad \sigma = \frac{\Delta F_{пр}}{S} = \frac{1.18}{0.1 \times 0.2 \times 2} = 3 кгс/см^2 < 130 кгс/см^2$$

Поперек платформы:

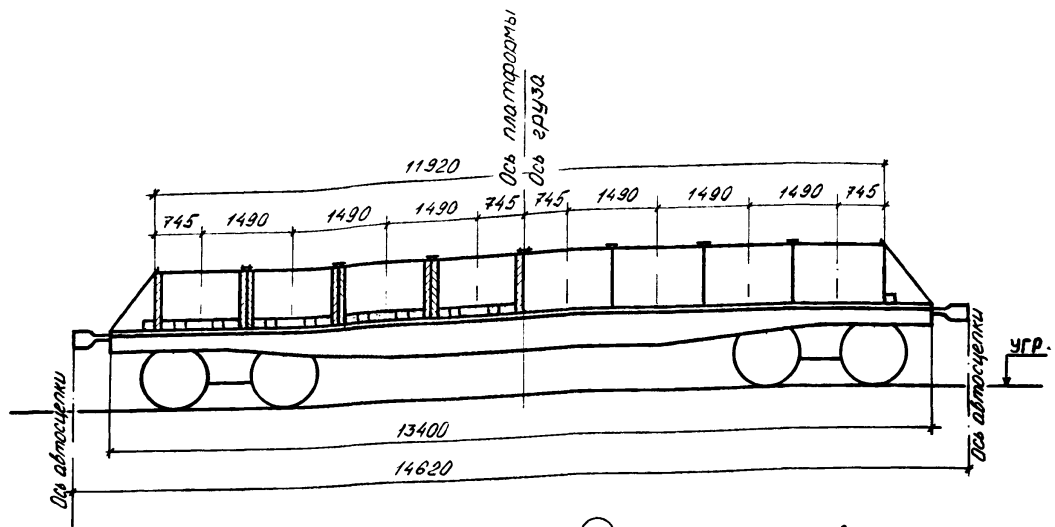
$$\Delta F_{п} = 0.85 т \qquad \sigma = \frac{\Delta F_{п}}{S} = \frac{0.85}{0.1 \times 0.2 \times 2} = 2 кгс/см^2 < 130 кгс/см^2$$

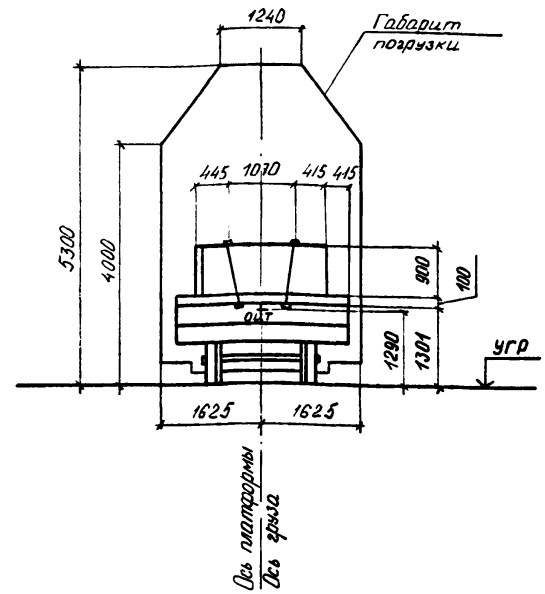
VIII Расчет досок пола платформы на смятие.

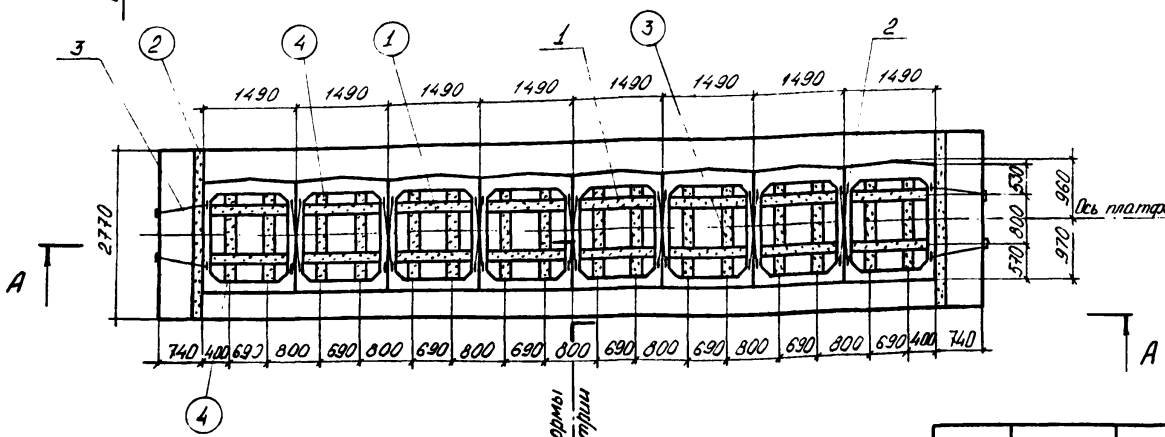
$$\sigma = \frac{N^{п}_{о} + F^{п}_{в}}{S_{о}} = \frac{2 + 0.76}{2 \times 0.80} = 0.17 кгс/см^2 < 30 кгс/см^2$$

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

А-А (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.
Нач. отд	Гродзенский		Размещение и крепление звеньев ж.-б. прямоугольных труб отверстием 1,25 м на ж.-д платформе.
ГИП	Гродзенский		
Н.контр.	Новолодский		
Рук. гр.	Гуревич		
Инженер	Ходь		

Литер	Лист	Листов
РП	1	3

Гипротранспуть

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	Высота ц.т звена относительно низа звена	мм	500
2	Высота общего ц.т платформы с грузом относительно УГР.	мм	1290
3	Масса звена	т	2.6
4	Масса груза (8 звеньев)	т	20.6
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 ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим.
1	Гвоздь	d=6	150	192	0.044	8.45	Ст.2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75, ГОСТ 4028-63
2	Растяжка из проволоки	4Ø6.5	4680	14	1.22	17.08	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
3	——— " ———	— " —	6960	4	1.81	7.24		
Итого металла:						33		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Прим.
1	Брус	10×20	125	16	0.025	0.40	Сосна, ель не ниже 3 сорта	ГОСТ 8486-66**
2	——— " ———	— " —	277	2	0.055	0.11		
3	——— " ———	— " —	60	16	0.012	0.19		
4	——— " ———	— " —	26	32	0.005	0.16		
Итого лесоматериалов:						0.9		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^{x}-осной платформе звеньев железобетонных прямоугольных труб отверстием 1.25м. Платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.
2. Груз состоит из $8^{и}$ 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 брусьями, 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.

Расчет к погрузке

Характеристика груза.

Груз - звенья жб. прямоугольных труб
Длина груза - $1.49м \times 8 = 11.92м$
Ширина груза - 1.93м
Высота груза - 1.00м
Вес груза - $2.6т \times 8 = 20.8т$
Отверстие звена - 1.25м

Характеристика платформы.

Платформа четырехосная
База - 9.72м
Вес платформы - 22т
Положение ЦТ от УГР - 0.8м

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом:

$$S_{\substack{наветр\\пов}} = S_{пл} + S_{гр}$$

$$S_{нп} = 13 + 1.49 \times 8 \times 1.0 = 24.92м^2 < 50м^2$$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{цт} = \frac{Q_{гр} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leq 2.3м \qquad [\S 34\ ТУ]$$

$$h_{цт} = \frac{20.8 \times (1.301 + 0.5) + 22 \times 0.8}{20.8 + 22} = 1.29м < 2.3м$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

Определение усилий действующих на груз.

1е сочетание сил.

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = Q^{\circ}_{гр} \times a_{пр}$

$$a_{пр} = a_{гг} - \frac{Q_{гр}(a_{гг} - a_{вб})}{63} = 1.2 - \frac{20.8(1.2 - 1.0)}{63} = 1.13тс/т$$

$$F_{пр} = 20.8 \times 1.13 = 23.5тс$$

Сила трения: $F_{тр} = Q^{\circ}_{гр} \times \mu$, $\mu = 0.55$; $F_{тр} = 20.8 \times 0.55 = 11.44тс$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр} = 23.5 - 11.44 = 12.06тс$$

2е сочетание сил

Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в \times Q_{гр} = 0.38 \times 2.6 = 0.99тс$

$$a_в = 250 + K l_{гр} + \frac{2140}{Q^{\circ}_{гр}} = 250 + 5 \times 5.215 + \frac{2140}{20.8} = 0.38тс/т \text{ для крайнего звена}$$

Поперечная инерционная сила: $F_п = Q_{гр} \times a_п = 2.6 \times 0.57 = 1.48тс$

$$a_п = a_c + \frac{2 \times (a_ш - a_c)}{l_{пл}} l_{гр} = 0.33 + \frac{2(0.55 - 0.33)}{9.72} 5.215 = 0.57тс/т$$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu(1000 - a_в) = 2.6 \times 0.55(1000 - 380) = 0.89тс$

Ветровая нагрузка: $W_п = 50 S_п$; $S_п = 1.49 \times 1.0 = 1.49м^2$; $W_п = 50 \times 1.49 = 0.075тс$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_п = n \times (F_п + W) - F_{тр} = 1.25(1.48 + 0.075) - 0.89 = 1.05тс$$

Определение креплений.

Усилия передаются на упорные брусья. Брусья пришиваются к полу платформы гвоздями.

В продольном направлении $n = \frac{12.06}{0.108} = 112$ шт (на 8 звеньев) $d = 6мм$, $l = 150мм$
14шт (на 1 звено)

В поперечном направлении $n = \frac{1.05}{0.108} = 10$шт (на 1 звено)

Проверка устойчивости груза.

Вдоль платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$\eta_{пр} = \frac{l^{\circ}_{пр}}{h_{цт} - h_у^{пр}} = \frac{0.625}{0.5 - 0.1} = 1.56 > 1.25м \qquad [\S 40\ ТУ]$$

Поперек платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$\eta_п = \frac{Q^{\circ}_{гр} \times b^{\circ}_п}{F_п(h_{цт} - h_у^п) + W_п(h_{нп}^п - h_у^п)} = \frac{2.6 \times 0.96}{1.05(0.5 - 0) + 0.075(0.5 - 0)} = 4.44 > 1.25м$$

Условие устойчивости выполняется

Расчет упорных брусьев на смятие.

Вдоль платформы:

$$\Delta F_{пр} = \frac{12.06}{8} = 1.51тс \qquad \sigma = \frac{\Delta F_{пр}}{S} = \frac{1.51}{0.1 \times 0.2 \times 2} = 3.8кгс/см^2 < 130кгс/см^2$$

Поперек платформы:

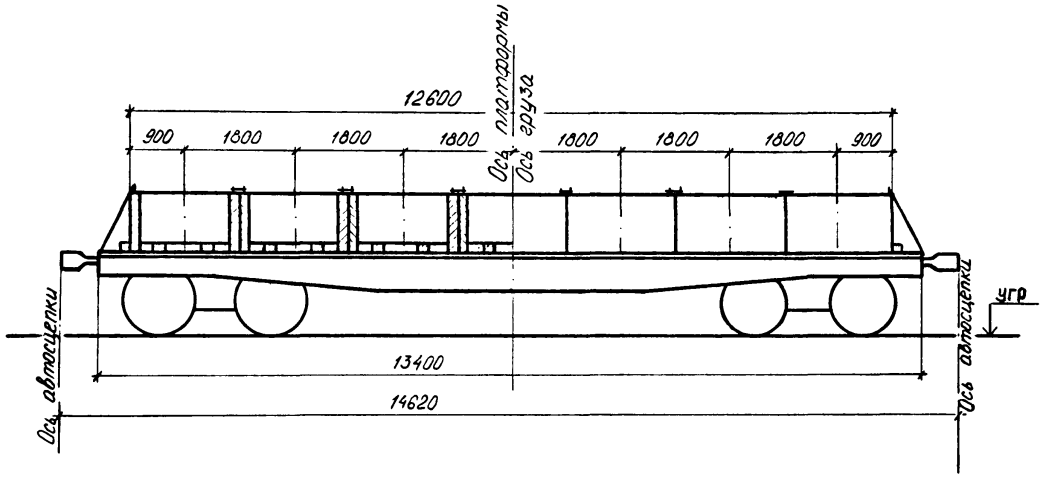
$$\Delta F_п = 1.05тс \qquad \sigma = \frac{\Delta F_п}{S} = \frac{1.05}{0.1 \times 0.2 \times 2} = 2.6кгс/см^2 < 130кгс/см^2$$

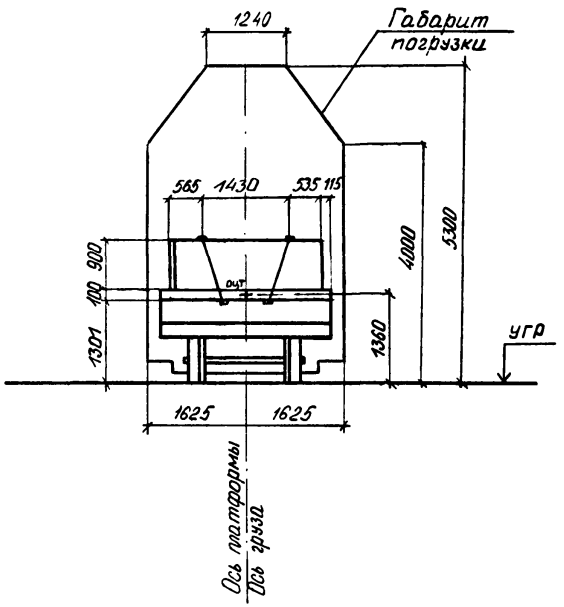
Расчет досок пола платформы на смятие.

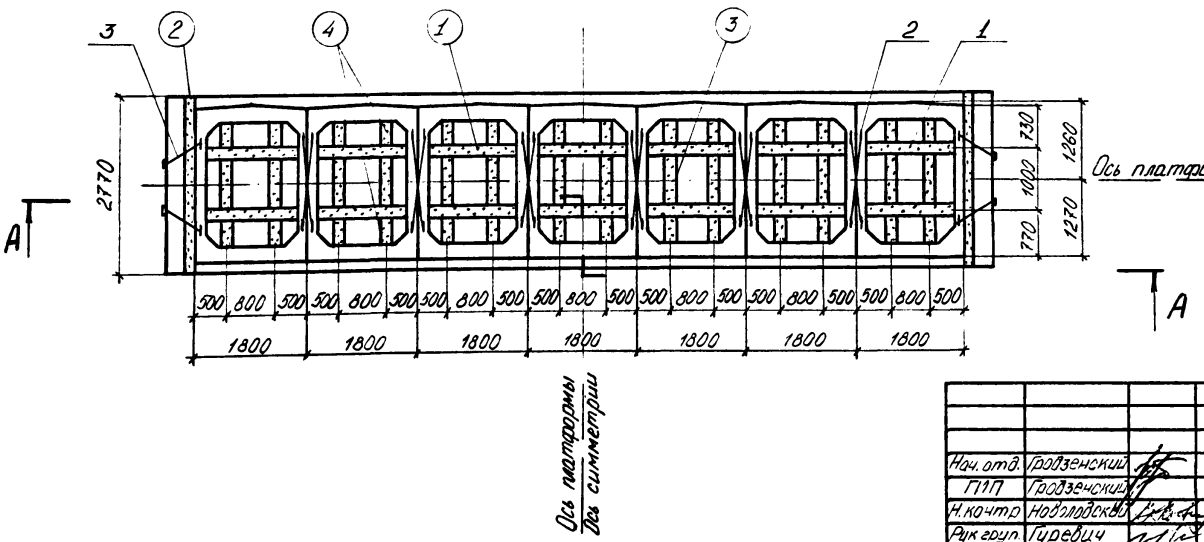
$$\sigma = \frac{N_0^п + F_в^п}{S_0} = \frac{2.6 + 0.99}{2 \times 1.03} = 0.17кгс/см^2 < 30кгс/см^2$$

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.

А–А (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.

Нач. отд.	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		
Н. контр.	Новгородский		
Рук. груп.	Гуревич		
Инженер	Надь		

2539–07.04.01.

Размещение и крепление звеньев ж.-б. прямоугольных труб отверстием 1,5 м на ж.-д. платформе.

Литер	Лист	Листов
РП	1	3

Гипротранспуть

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	Высота ц.т звена относительно низа звена	мм	500
2	Высота общего ц.т платформы с грузом относительно УГР	мм	1380
3	Масса звена	т	4
4	Масса груза	т	28
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 ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим.
1	Гвоздь	d=6	150	252	0.044	11.09	Ст.2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75, ГОСТ 4028-63
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

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, $м^3$ ед.	Объем, $м^3$ общ.	Материал	Прим.
(1)	Брус	10×20	150	14	0.03	0.42	Сосна, ель не ниже 3 сорта	ГОСТ 8486-66*
2	——— " ———	— " —	277	2	0.055	0.11		
3	——— " ———	— " —	80	14	0.016	0.22		
4	——— " ———	— " —	41	28	0.008	0.22		
Итого лесоматериалов:						1,0		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^{X}-осной платформе звеньев железобетонных прямоугольных труб отверстием I,5м. Платформа принята грузоподъёмностью 62-66т, постройки с I965г. на тележках ЦНИИ-Х3.

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 брусьями, 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", I98Iг.

Расчет к погрузке

Характеристика груза.

Груз-звенья ж/б прямоугольных труб
Длина груза – $1.8 \times 7 = 12600$ м
Ширина груза – 2.53 м
Высота груза – 1.00 м
Вес груза – $4т \times 7 = 28т$
Отверстие – 1.5 м

Характеристика платформы.

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:

$$S_{наветр.\ пов.} = S_{пл} + S_{гр}$$

$$S_{нп} = 13 + 1.8 \times 7 \times 1.0 = 25.6\,м^2 < 50\,м^2$$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{ЦТ} = \frac{Q_{гр} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leq 2.3\,м \qquad [\ §34\ ТУ\ ]$$

$$h_{ЦТ} = \frac{28 \times (1.301 + 0.5) + 22 \times 0.8}{28 + 22} = 1.36\,м < 2.3\,м$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена

Определение усилий, действующих на груз.

1е сочетание сил

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

$$a_{пр} = a_{гг} - \frac{Q_{гр}(a_{гг} - a_{в5})}{63} = 1.2 - \frac{28(1.2 - 1.0)}{63} = 1.11\,тс/т$$

$$F_{пр} = 28т \times 1.11 = 31.08\,тс$$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu$ $\quad \mu = 0.55$ $\quad F_{тр} = 28 \times 0.55 = 15.4\,тс$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр} \qquad \Delta F_{пр} = 31.08 - 15.4 = \underline{15.68\,тс}$$

2е сочетание

Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в \times Q_{гр} = 0.35 \times 4 = 1.4\,тс$

$$a_в = 250 + K\ell_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} = 250 + 5 \times 5.4 + \frac{2140}{28} = 0.35\,тс/т \text{ для крайнего звена}$$

Поперечная инерционная сила: $F_п = Q_{гр} \times a_п = 4 \times 0.57 = 2.28\,тс$

$$a_п = a_c + \frac{2(a_ш - a_c)}{\ell_{пл}} \ell_{гр} = 0.33 + \frac{2(0.55 - 0.33)}{9.72} 5.4 = 0.57\,тс/т$$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu(1000 - a_в) = 4 \times 0.55(1000 - 350) = 1.43\,тс$

Ветровая нагрузка: $W_п = 50 S_п$ $\quad S_п = 1.8 \times 1.0 = 1.8\,м^2$ $\quad W_п = 50 \times 1.8 = 0.09\,тс$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_п = n \times (F_п + W) - F_{тр} = 1.25(2.28 + 0.09) - 1.43 = \underline{1.53\,тс}$$

Определение креплений.

Усилия передаются на упорные брусья. Брусья пришиваются к полу платформы гвоздями.

В продольном направлении $\quad n = \frac{15.68}{0.108} = 146$ шт (на 7 звеньев) $\quad d = 6$ мм, $\ell = 150$ мм
21 шт (на 1 звено)

В поперечном направлении $\quad n = \frac{1.53}{0.108} = 15$ шт (на 1 звено)

Проверка устойчивости груза.

Вдоль платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$\eta_{пр} = \frac{\ell^{\circ}_{пр}}{h_{цт} - h_у^{пр}} = \frac{0.9}{0.5 - 0.1} = 2.25\,м > 1.25\,м \qquad [\ §40\ ТУ\ ]$$

Поперек платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$\eta_п = \frac{Q^{\circ}_{гр} \times b^{\circ}_п}{F_п(b_{цт} - h_у^п) + W_п(h_{нп}^п - h_у^п)} = \frac{4 \times 1.26}{2.28(0.5 - 0) + 0.09(0.5 - 0)} = 4.25\,м > 1.25\,м$$

Условие устойчивости выполняется

Расчет упорных брусьев на смятие.

Вдоль платформы:

$$\Delta F_{пр} = \frac{15.68}{7} = 2.24\,т \qquad \sigma = \frac{\Delta F_{пр}}{S} = \frac{2.24}{0.1 \times 0.2 \times 2} = 5.6\,кгс/см^2 < 130\,кгс/см^2$$

Поперёк платформы:

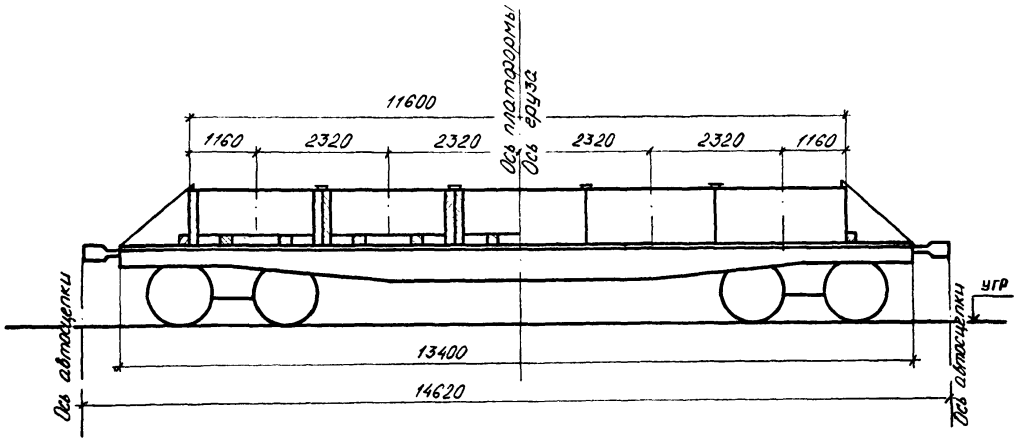
$$\Delta F_п = 1.53\,т \qquad \sigma = \frac{\Delta F_п}{S} = \frac{1.53}{0.1 \times 0.2 \times 2} = 3.8\,кгс/см^2 < 130\,кгс/см^2$$

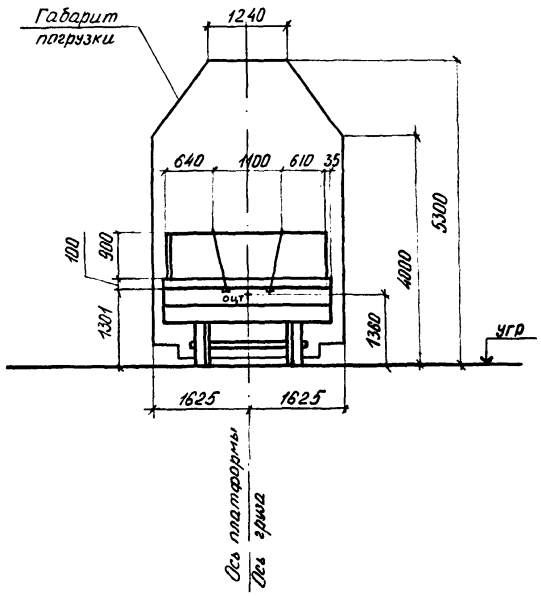
Расчет досок пола платформы на смятие.

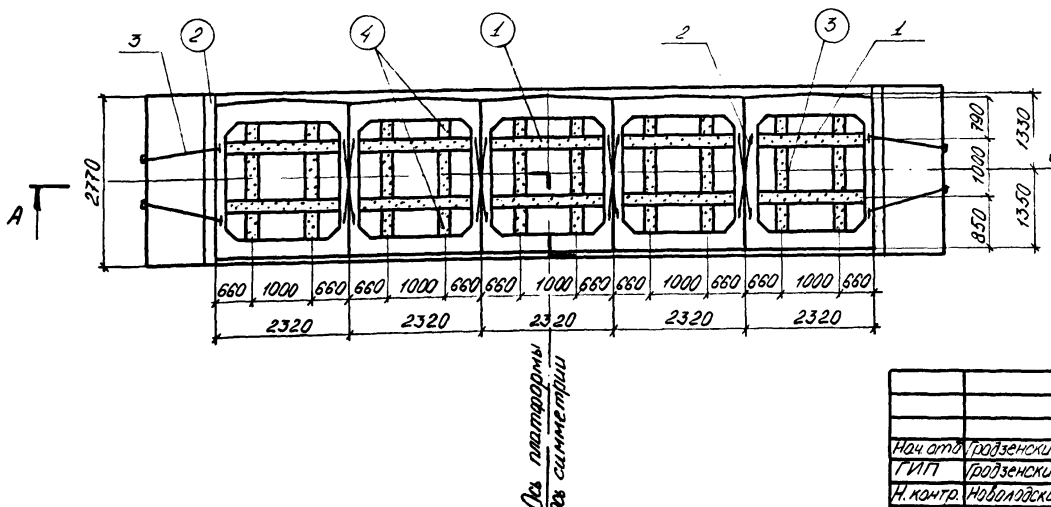
$$\sigma = \frac{N_0^п + F_в^п}{S_0} = \frac{4 + 1.4}{2 \times 1.61} = 0.17\,кгс/см^2 < 30\,кгс/см^2$$

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.

А—А (Борта платформы условно не показаны)







А

1. В настоящем подразделе разработана перевозка звеньев труб с наибольшей толщиной стенки. Перевозка звеньев труб с меньшими толщинами стенок производится аналогично.

Нач. отд.	Гродзенский		2539-07.05.01.		
ГИП	Гродзенский		Размещение и крепление звеньев ж.-б. прямоугольных труб отверстием 20 м на ж.-д. платформе.	Литер	Лист	Листов
Н. контр.	Новолодской			РП	1	3
Рук. груп.	Гуревич			Гипротранслуть		
Инженер	Ходь					

Характеристика схемы погрузки

N№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	Высота ц.т звена относительно низа звена	мм	500
2	Высота общего ц.т платформы с грузом относительно УГР	мм	1360
3	Масса звена	т	5.6
4	Масса груза	т	28
5	Смещение ц.т груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

N№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим.
1	Гвоздь	d=6	150	240	0.044	10.56	Ст.2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75, ГОСТ 4028-63
2	Растяжка из проволоки	4ф6,5	6080	8	1.581	12.65	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
3	——— " ———	— " —	5920	4	1.539	6.16		
Итого металла:						30		

Спецификация лесоматериалов

N№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Прим.
(1)	Брус	10×20	200	10	0.04	0.4	Сосна, ель не ниже 3 сорта	ГОСТ 8486-86**
2	——— " ———	— " —	277	2	0.055	0.11		
3	——— " ———	— " —	80	10	0.016	0.16		
4	——— " ———	— " —	41	20	0.008	0.16		
Итого лесоматериалов:						0,8		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

I. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^{X}-осной платформе звеньев железобетонных прямоугольных труб отверстием 2м. Платформа принята грузоподъёмностью 62-66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.

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 брусьями, 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.

Расчет к погрузке

Характеристика груза.

Груз - звенья жб прямоугольных труб
Длина груза - $2.32м \times 5 = 11.6м$
Ширина груза - 2.68 м
Высота груза - 1.00 м
Вес груза - $5.6т \times 5 = 28т$
Отверстие - 2м

Характеристика платформы.

Платформа четырехосная
База - 9.72 м
Вес платформы - 22т
Положение ЦТ от УГР - 0.8м

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом:

$$S_{навет\,пов} = S_{пл} + S_{гр}$$

$$S_{нп} = 13 + 2.32 \times 1.0 \times 5 = 24.6м^2 < 50м^2$$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{ц\,т} = \frac{Q_{гр} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leq 2.3м \qquad [\S 34\ ТУ]$$

$$h_{ц\,т} = \frac{28 \times (1.301 + 0.5) + 22 \times 0.8}{28 + 22} = 1.36$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

Определение усилий действующих на груз.

1е сочетание сил

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

$$a_{пр} = a_{гг} - \frac{Q_{гр}(a_{гг} - a_{в5})}{63} = 1.2 - \frac{28 \times (1.2 - 1.0)}{63} = 1.11\ тс/т$$

$$F_{пр} = 28 \times 1.11 = 30.8тс$$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu \quad \mu = 0.55 \quad F_{тр} = 28 \times 0.55 = 15.4тс$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр} = 30.8 - 15.4 = \underline{\underline{15.4тс}}$$

2е сочетание сил

Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в \times Q_{гр} = 0.35 \times 5.6 = 1.96тс$

$$a_в = 250 + K\ell_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} = 250 + 5 \times 4.64 + \frac{2140}{28} = 0.35\ тс/т \text{ для крайнего звена}$$

Поперечная инерционная сила: $F_п = Q_{гр} \times a_п = 5.6 \times 0.54т = 3.02тс$

$$a_п = a_c + \frac{2(a_ш - a_c)}{\ell_{пл}} \ell_{гр} = 0.33 + \frac{2(0.55 - 0.33)}{9.72} 4.64 = 0.54тс/т$$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu(1000 - a_в) = 5.6 \times 0.55(1000 - 350) = 2.00тс$

Ветровая нагрузка: $W_п = 50 S_п \quad S_п = 2.32 \times 1.0 = 2.32м^2 \quad W_п = 50 \times 2.32 = 0.12тс$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_п = n \times (F_п + W) - F_{тр} = 1.25(3.02 + 0.12) - 2.00 = \underline{\underline{1.93тс}}$$

Определение креплений.

Усилия передаются на упорные брусья. Брусья пришиваются к полу платформы гвоздями.

В продольном направлении: $n = \frac{15.4}{0.108} = 143шт$ (на 5 звеньев) $d = 6мм$, $\ell = 150мм$
30шт (на 1 звено)

В поперечном направлении: $n = \frac{1.93}{0.108} = 18шт$ (на 1 звено)

Проверка устойчивости груза.

Вдоль платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$\eta_{пр} = \frac{\ell_{п0}^{0}}{h_{ц\,т} - h_{у}^{пр}} = \frac{1.16}{0.5 - 0.1} = 2.9 > 1.25 \qquad [\S 40\ ТУ]$$

Поперек платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$\eta_п = \frac{Q_{гр}^{0} \times b_п^{0}}{F_п(h_{ц\,т} - h_у^{п}) + W_п(h_{нп}^{п} - h_у^{п})} = \frac{5.6 \times 1.33}{3.02(0.5 - 0) + 0.12(0.5 - 0)} = 4.74 > 1.25м$$

Условие устойчивости выполняются.

Расчет упорных брусьев на смятие.

Вдоль платформы:

$$\Delta F_{пр} = \frac{15.4}{5} = 3.08т \qquad \sigma = \frac{\Delta F_{пр}}{S} = \frac{3.08}{0.1 \times 0.2 \times 2} = 7.7кгс/см^2 < 130кгс/см^2$$

Поперек платформы:

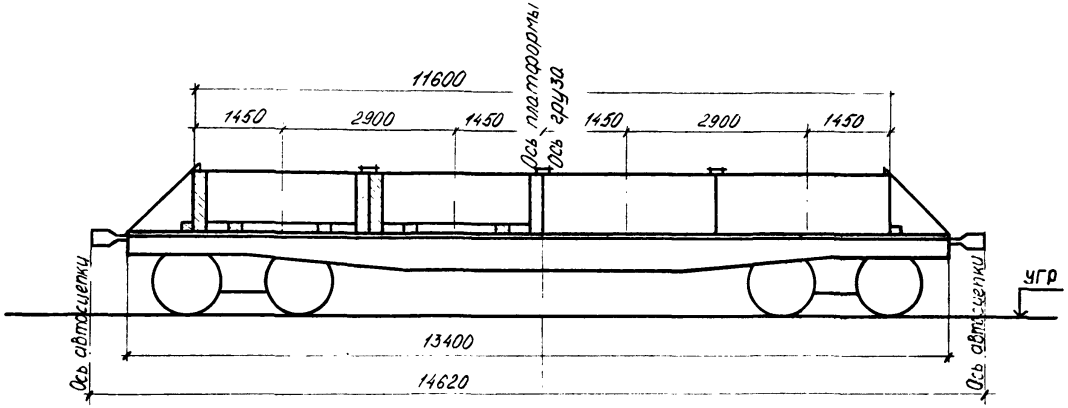
$$\Delta F_п = 1.93т \qquad \sigma = \frac{\Delta F_п}{S} = \frac{1.93}{0.1 \times 0.2 \times 2} = 4.8кгс/см^2 < 130кгс/см^2$$

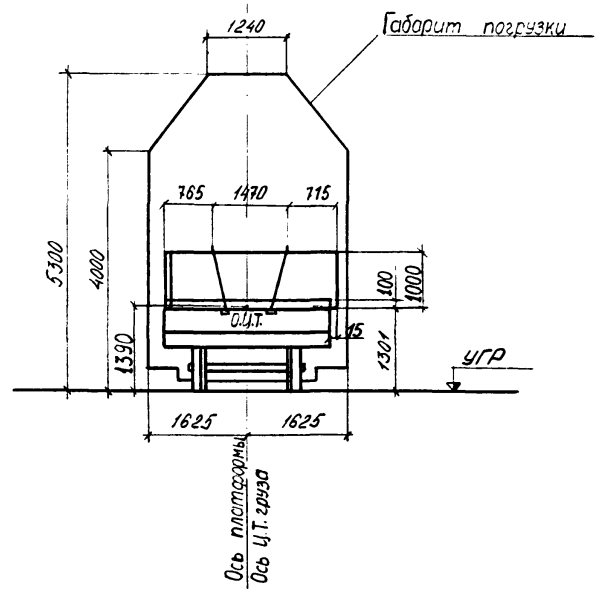
Расчет досок пола платформы на смятие.

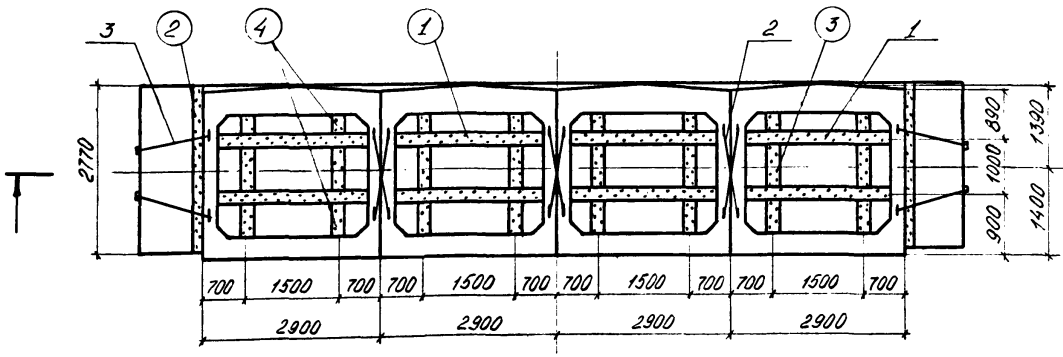
$$\sigma = \frac{N_0^{п} + F_в^{п}}{S_0} = \frac{5.6 + 1.96}{2 \times 2.25} = 0.17кгс/см^2 < 30кгс/см^2$$

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

А — А (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.

Ось платформы
Ось симметрии

Нач. отд.	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		
Н. контр.	Новолодский		
Рук. груп.	Гуревич		
Инженер	Ноль		

2539-07.06.01.

Размещение и крепление звеньев ж.-б. прямоугольных труб отверстием 2,5 м на ж.-д. платформе.

Литер	Лист	Листов
РП	1	3

Гипротранспуть

Характеристика схемы погрузки.

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	Высота ц.т. звена относительно низа звена.	мм	500
2	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно УГР	мм	1390
3	Масса звена	т	7.8
4	Масса груза	т	31.2
5	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим.
1	Гвоздь	d=5	150	256	0.044	11.26	Ст2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75 ГОСТ 4028-63
2	Растяжка из проволоки	4Ø6.5	5640	6	1.466	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, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Прим.
(1)	Брус	10×20	250	8	0.05	0.4	Сосна, ель не ниже 3 сорта	ГОСТ 8486-66**
2	——— " ———	— " —	277	2	0.055	0.11		
3	——— " ———	— " —	100	8	0.02	0.16		
4	——— " ———	— " —	41	16	0.008	0.13		
Итого лесоматериалов:						0.8		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^{X}-осной платформе звеньев железобетонных прямоугольных труб отверстием 2,5м. Платформа принята грузоподъёмностью 62-66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.
2. Груз состоит из 4^{X} 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 брусьями, 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 борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Расчет к погрузке

Характеристика груза.

Груз - звенья жб. прямоугольных труб
Длина груза - 2.90м × 4 = 11.60м
Ширина груза - 2.79м
Высота груза - 1.00м
Вес груза - 7.8т × 4 = 31.2т
Отверстие - 2.5м

Характеристика платформы.

Платформа четырехосная
База - 9.72м
Вес платформы - 22т
Положение ЦТ от УГР - 0.8м

Проверка габаритности груза.

Согласно §32 по табл 23 и 24 груз габаритен.

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Наветренная поверхность четырехосной платформы с грузом:

$S_{навет} = S_{пл} + S_{гр}$

$S_{пл} = 13 + 2.9 \times 4 \times 1.0 = 24.6 м^2 < 50 м^2$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{оцт} = \frac{Q_{гр} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leqslant 2.3 м \qquad [\S 34\ ТУ]$$

$$h_{оцт} = \frac{31.2 \times (1.301 + 0.5) + 22 \times 0.8}{31.2 + 22} = 1.39 м < 2.3 м$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдается.

Определение усилий действующих на груз

1е сочетание сил.

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = Q_{гр} \times \alpha_{пр}$

$$\alpha_{пр} = \alpha_{zz} - \frac{Q_{гр}(\alpha_{zz} - \alpha_{0z})}{63} = 1.2 - \frac{31.2 \times (1.2 - 1.0)}{63} = 1.10 тс/т$$

$F_{пр} = 31.2 \times 1.10 = 34.32 тс$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu \quad \mu = 0.55 \quad F_{тр} = 31.2 \times 0.55 = 17.16 тс$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр} \quad \Delta F_{пр} = 34.32 - 17.16 = \underline{17.16 тс}$

2е сочетание сил

Вертикальная инерционная сила: $F_в = \alpha_в \times Q_{гр} = 0.34 \times 7.8 = 2.65 тс$

$$\alpha_в = 250 + K\ell_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} = 250 + 5 \times 4.35 + \frac{2140}{31.2} = 0.34 тс/т \text{ для крайнего звена}$$

Поперечная инерционная сила: $F_п = Q_{гр} \times \alpha_п = 7.8 \times 0.53 = 4.13 тс$

$$\alpha_п = \alpha_c + \frac{2(\alpha_ш - \alpha_c)}{\ell_{пл}} \ell_{гр} = 0.33 + \frac{2(0.55 - 0.33)}{9.72} 4.35 = 0.53 тс/т$$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu (1000 - \alpha_в) = 7.8 \times 0.55 (1000 - 340) = 2.83 тс$

Ветровая нагрузка: $W_н = 50 S_п \quad S_п = 2.9 \times 1.0 = 2.9 м^2 \quad W_п = 50 \times 2.9 = 0.15 тс$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_п = n \times (F_п + W) - F_{тр} = 1.25 (4.13 + 0.15) - 2.83 = \underline{2.52 тс}$

Определение креплений.

Усилия передаются на упорные брусья. Брусья пришиваются к полу платформы гвоздями.

В продольном направлении $n = \frac{17.16}{0.108} = 159$ шт (на 4 звена) $\ell = 150$мм $\varnothing = 6$мм
40 шт (на 1 звено)

В поперечном направлении $n = \frac{2.52}{0.108} = 24$ шт (на 1 звено)

Проверка устойчивости груза.

Вдоль платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$\eta_{пр} = \frac{\ell^0_{пр}}{h_{цт} - h_у^{пр}} = \frac{1.25}{0.5 - 0.1} = 3.13 > 1.25 м \qquad [\S 40\ ТУ]$$

Поперек платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$\eta_п = \frac{Q^0_{гр} \times b^0_п}{F_п (h_{цт} - h_у^0) + W_п (h_{пп}^0 - h_у^0)} = \frac{7.8 \times 1.39}{4.13 (0.5 - 0) + 0.15 (0.5 - 0)} = 5.07 м > 1.25 м$$

Условие устойчивости выполняется.

Расчет упорных брусьев на смятие

Вдоль платформы:

$\Delta F_{пр} = \frac{17.16}{4} = 4.29 тс \qquad \sigma = \frac{\Delta F_{пр}}{S} = \frac{4.29}{0.1 \times 0.2 \times 2} = 10.7 кгс/см^2 < 130 кгс/см^2$

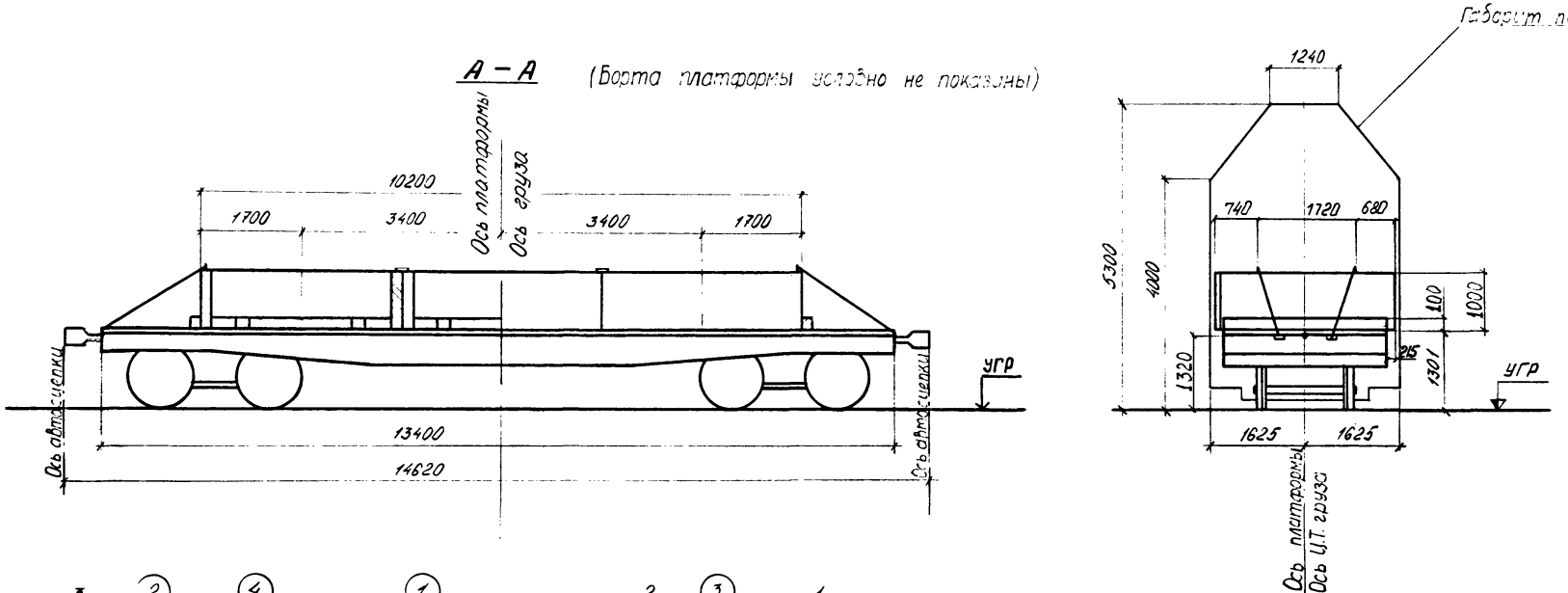
Поперек платформы:

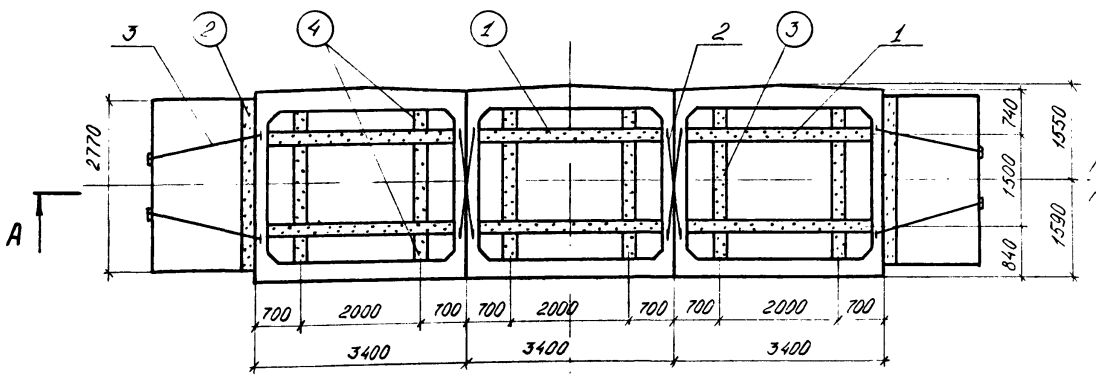
$\Delta F_п = 2.52 тс \qquad \sigma = \frac{\Delta F_п}{S} = \frac{2.52}{0.1 \times 0.2 \times 2} = 6.3 кгс/см^2 < 130 кгс/см^2$

Расчёт досок пола платформы на смятие.

$$\sigma = \frac{N_0^0 + F_в^0}{S^0} = \frac{7.8 + 2.65}{2 \times 2.7} = 0.1 9 кгс/см^2 < 30 кгс/см^2$$

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.





I. В настоящем подразделе разработана перевозка звеньев труб с наибольшей толщиной стенки. Перевозка звеньев труб с меньшими толщинами стенок производится аналогично.

				2539–07.07.01.		
Нач. отд.	Гродзенский			Размещение и крепление звеньев ж.-б. прямоугольных труб отверстием 3,0 м на ж.-д. платформе.	литер	лист	листов
ГИП	Гродзенский				РП	1	3
Н. контр.	Новодворский				Гипротранспуть		
Рук. груп.	Гуревич						
Инженер	Новь						

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм	Величина
1	Высота ц.т. звена относительно низа звена	мм	500
2	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно УГР	мм	1320
3	Масса звена	т	8
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

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим.
1	Гвоздь	d=6	150	192	0.044	8.45	Ст 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75, ГОСТ 4028-63
2	Растяжка из проволоки	4Ø 6.5	7280	4	1.89	7.57	Сталь по	ГОСТ
3	——— " ———	—— " ——	8160	4	2.12	8.49	ГОСТ 14085-79	3282-74
Итого металла:						25		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем; м³ ед.	Объем; м³ общ.	Материал	Прим.
1	Брус	10×20	300	6	0.060	0.36	Сосна, ель не ниже 3 сорта	ГОСТ 8486-66**
2	——— " ———	—— " ——	277	2	0.055	0.11		
3	——— " ———	—— " ——	130	6	0.026	0.16		
4	——— " ———	—— " ——	41	12	0.008	0.10		
Итого лесоматериалов:						0,7		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4-осной платформе звеньев железобетонных прямоугольных труб отверстием 3м. Платформа принята грузоподъёмностью 62–66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.
2. Груз состоит из 3 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 брусьями, 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 борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Расчет к погрузке

Характеристика груза.

Груз - звенья ж.б прямоугольных труб
Длина груза - 3.40 м × 3 = 10.2 м
Ширина груза - 3.14 м
Высота груза - 1.00 м
Вес груза - 8 т × 3 = 24 т
Отверстие - 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:

$$S_{наветр.\,пов} = S_{пл} + S_{гр}$$

$$S_{нп} = 13 + 3.4 \times 3 \times 1.0 = 23.2\,м^2 < 50\,м^2$$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{оцт} = \frac{Q_{гр} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leqslant 2.3\,м \qquad [\S 34\ ТУ]$$

$$h_{оцт} = \frac{24 \times (1.301 + 0.5) + 22 \times 0.8}{24 + 22} = 1.32\,м < 2.3\,м$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдается.

Определение усилий действующих на груз.

1е сочетание сил

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

$$Q_{пр} = Q_{22} - \frac{Q_{гр}(Q_{22} - Q_{85})}{63} = 1.2 - \frac{24 \times (1.2 - 1.0)}{63} = 1.12\,тс/т$$

$$F_{пр} = 24 \times 1.12 = 26.88\,тс$$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu$ $\mu = 0.55$ $F_{тр} = 24 \times 0.55 = 13.2\,тс$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр} \qquad \Delta F_{пр} = 26.88 - 13.2 = \underline{13.68\,тс}$$

2е сочетание сил

Вертикальная инерционная сила: $F_в = Q_в \times Q_{гр} = 0.36 \times 8 = 2.88\,тс$

$$Q_в = 250 + K l_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} = 250 + 5 \times 3.4 + \frac{2140}{24} = 0.36\,тс/т \text{ для крайнего звена}$$

Поперечная инерционная сила: $F_п = Q_{гр} \times Q_п = 8 \times 0.48 = 3.84\,тс$

$$Q_п = Q_с + \frac{2(Q_ш - Q_с)}{l_{пл}} l_{гр} = 0.33 + \frac{2(0.55 - 0.33)}{9.72} 3.4 = 0.48\,тс/т$$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu (1000 - Q_в) = 8 \times 0.55 (1000 - 360) = 2.82\,тс$

Ветровая нагрузка: $W_п = 50 S_п$ $S_п = 3.4 \times 1.0 = 3.4\,м^2$ $W_п = 50 \times 3.4 = 0.17\,тс$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_п = n \times (F_п + W) - F_{тр} = 1.25(3.84 + 0.17) - 2.82 = \underline{2.19\,тс}$$

Определение креплений.

Усилия передаются на упорные брусья. Брусья пришиваются к полу платформы гвоздями.

В продольном направлении $n = \frac{13.68}{0.108} = 127$ шт. (на 3 звена) $d = 6$ мм $l = 150$ мм
43 шт. (на 1 звено)

В поперечном направлении $n = \frac{2.19}{0.108} = 21$ шт. (на 1 звено)

Проверка устойчивости груза.

Вдоль платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$\eta_{пр} = \frac{l^{\circ}_{пр}}{h_{цт} - h_у^{пр}} = \frac{1.5}{0.5 - 0.1} = 3.75\,м > 1.25 \qquad [ТУ\ \S 40]$$

Поперек платформы коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания:

$$\eta_п = \frac{Q^{\circ}_{гр} \times b^{\circ}_п}{F_п(h_{цт} - h_у^п) + W_п(h_{нп}^п - h_у^п)} = \frac{8 \times 1.55}{3.84 \times (0.5 - 0) + 0.17(0.5 - 0)} = 6.2\,м > 1.25\,м$$

Условие устойчивости выполняется.

Расчет упорных брусьев на смятие.

Вдоль платформы:

$$\Delta F_{пр} = \frac{13.68}{3} = 4.56\,тс \qquad \sigma = \frac{\Delta F_{пр}}{S} = \frac{4.56}{0.1 \times 0.2 \times 2} = 11.4\,кгс/см^2 < 130\,кгс/см^2$$

Поперек платформы:

$$\Delta F_п = 2.19\,тс \qquad \sigma = \frac{\Delta F_п}{S} = \frac{2.19}{0.1 \times 0.2 \times 2} = 5.5\,кгс/см^2 < 130\,кгс/см^2$$

Расчет досок пола платформы на смятие.

$$\sigma = \frac{N_0^п + F_в^п}{S_0} = \frac{8 + 2.88}{2 \times 3.152} = 0.17\,кгс/см^2 < 30\,кгс/см^2$$

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.

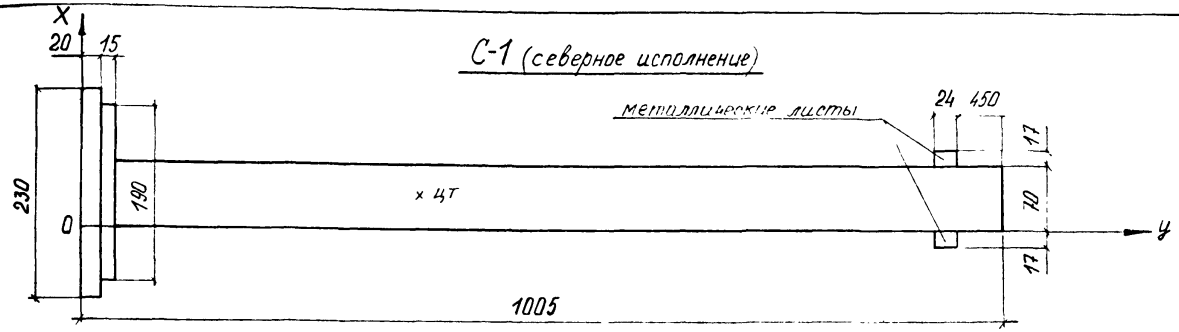
РАЗДЕЛ 8. ПОГРУЗКА. РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ Ж.-Б. БЛОКОВ СТОЕЧНЫХ ОПОР ПЕШЕХОДНЫХ МОСТОВ (ТИПОВОЙ ПРОЕКТ ИНВ.№728/I) НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМЕ.

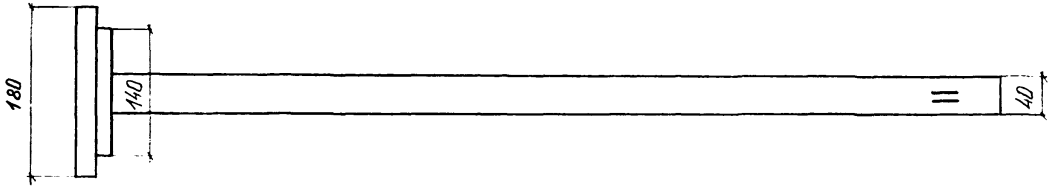
СОСТАВ РАЗДЕЛА.

№№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
I	2	3	4
I	2539-08.0I.0I.	Ж.-б. блоки стоечных опор пешеходных мостов (проект инв.№728/I). Основные характеристики блоков С-I и С-2.	182
2	2539-08.02.0I.	Размещение и крепление блоков С-I стоечных опор пешеходных мостов на ж.-д.платформе.	183÷189
3	2539-08.03.0I.	Размещение и крепление блоков С-2 стоечных опор пешеходных мостов на ж.-д. платформе.	190÷197

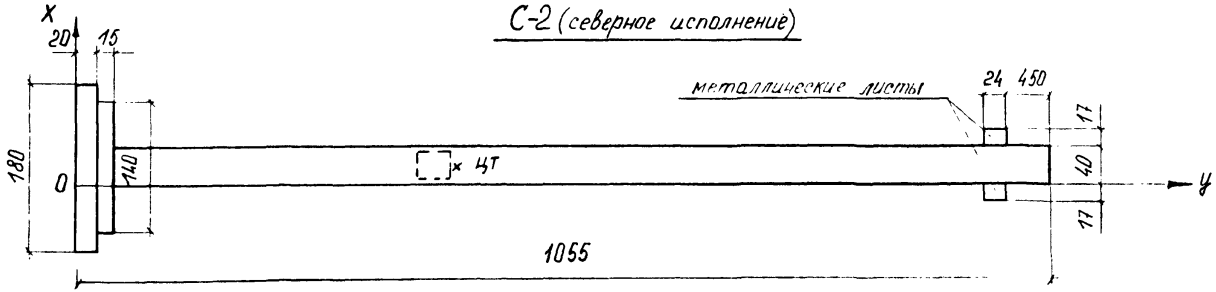
			2539-08.00.00
Нач. отд.	Гродзенский		Состав раздела 8.
ГИП	Гродзенский		Литер: РП; Лист: 1; Листов: 1
Нор. кон.	Новолодский		Гипротранспуть
Рук. гр.	Гуревич		
Инженер	Титова		

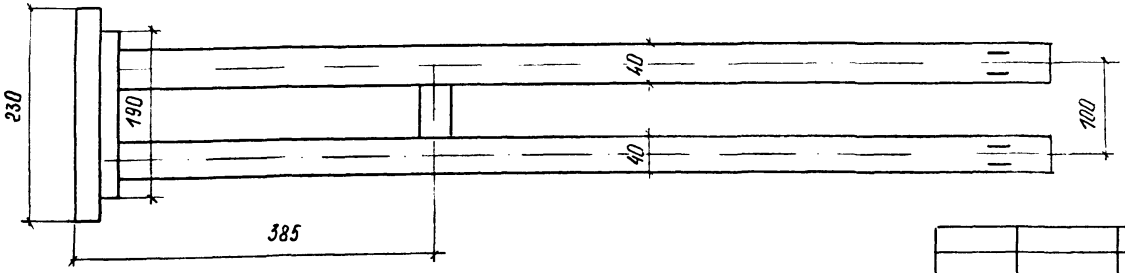
С-1 (северное исполнение)





С-2 (северное исполнение)





Основные характеристики блоков

Наименование	Положение ЦТ блока		Вес блока т
	X (см)	y (см)	
С-1	383	35	10,0
С-2	401	20	11,2

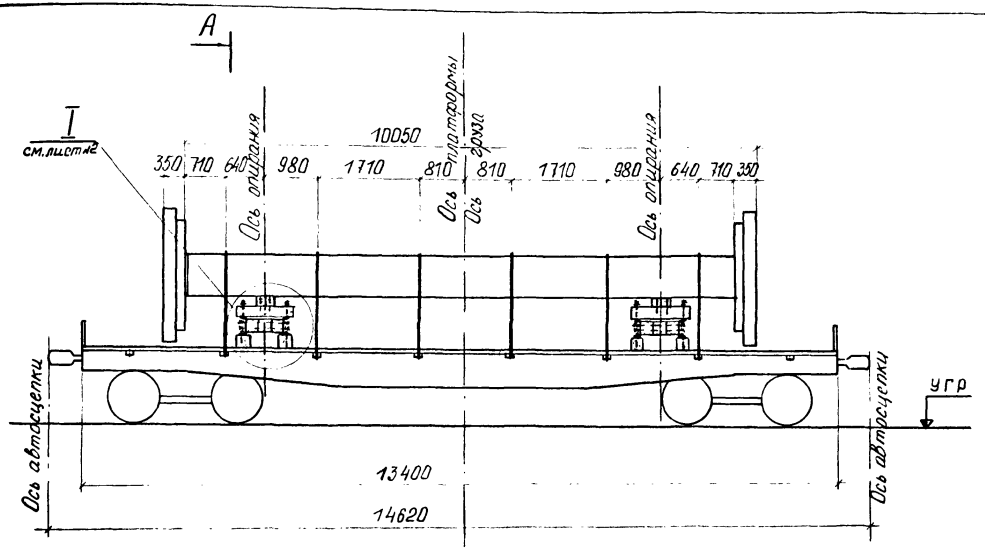
Нач. отд.	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		
Норм. конт.	Новгородцев		
Рук. группы	Гуревич		
Инженер	Титова		

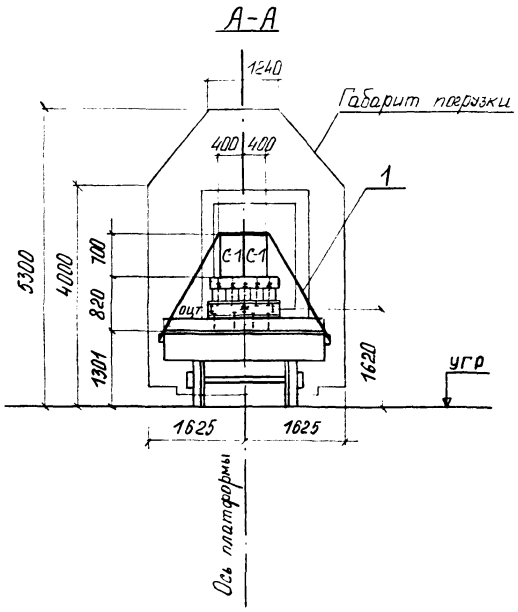
2539 – 08.01.01.

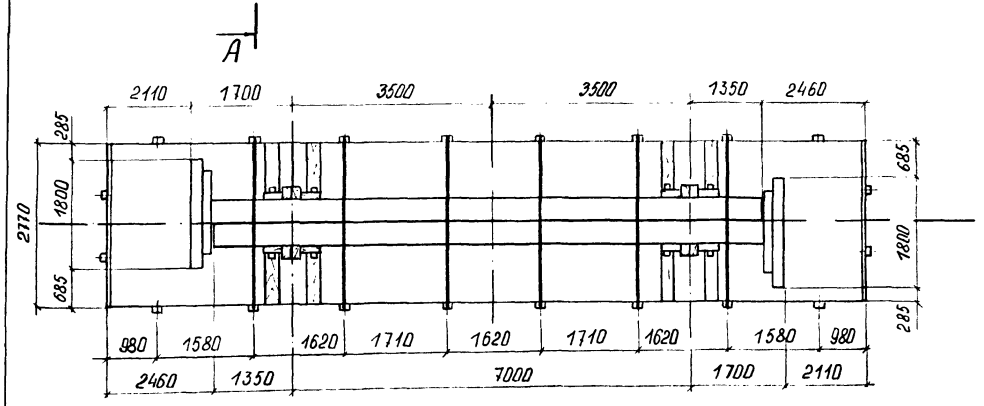
Ж.-б. блоки стоечных опор пешеходных мостов (проект инв. №: 728/1). Основные характеристики блоков С-1 и С-2.

Литер.	Лист	Листов
РП	1	1

Гипротранспуть

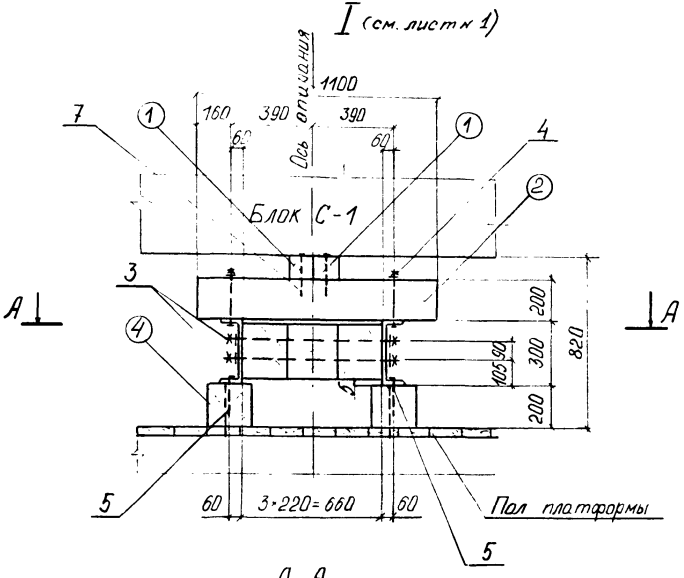


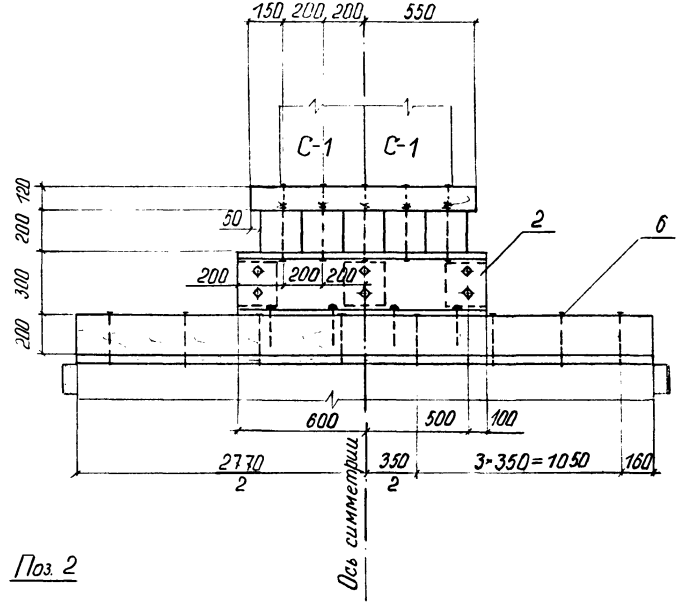


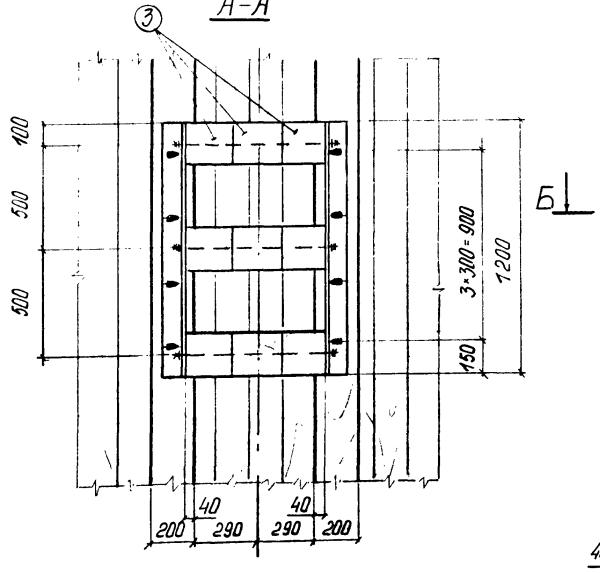


Продольные борта платформы условно не показаны

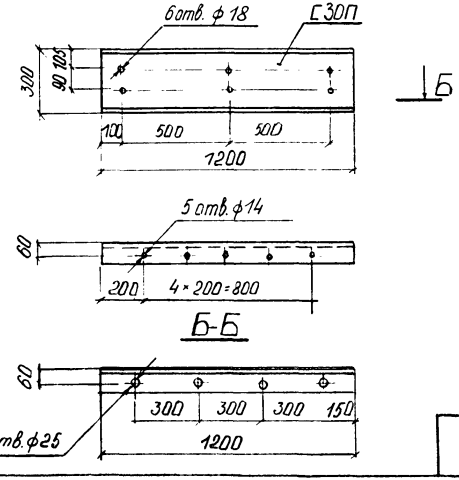
				2539-08.02.01.	
Нач.отд.	Гродзенский			Размещение и крепление блоков С-1 стоечных опор пешеходных мостов на ж.-д. платформе.	Литер. / Лист / Листов
ГИП	Гродзенский				РП / 1 / 7
Норм.конт.	Неволовский				Гипротра[illegible]
Рук.группы	Гуревич				
Инженер	Титова				


I (см. лист № 1)
Ось опирания
1100
160
390
390
60
60
Блок С-1
7
1
1
4
2
3
4
5
200
300
200
820
105
90
60
3·220=660
60
Пол платформы
5
А
А

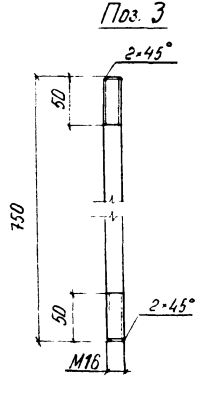

150
200
200
550
С-1
С-1
120
200
300
200
50
2
6
200
200
200
600
500
100
2770
2
350
2
3·350=1050
160
Ось симметрии


А-А
3
100
500
500
3·300=900
1200
150
Б
Б
40
40
200
290
290
200

Поз. 2


6отв. ф 18
С30П
300
90
105
100
500
500
1200
5 отв. ф14
80
200
4·200=800
Б-Б
60
300
300
300
150
1200
4отв.ф25

Поз. 3


2·45°
50
750
50
2·45°
M16

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм	Величина
1	Расстояние между опорными клетками	мм	7000
2	Высота общего ц т платформы с грузом относительно УГР	мм	1620
3	Вес одного блока	т	10,0
4	Вес груза (2 блока)	т	20,0
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 ед.	Масса, кг общ.	Материал	Примеч.
1	Обвязка из проволоки $\ell_{об}$ = 442 см	7 ф 6	34540	6	7,66	46,0	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
2	Швеллер	[30 П	1200	4	38,16	152,6	Сталь ОУТ2 по ГОСТ 19281(2)-73	ГОСТ 8240-72
3	Тяж с двумя гайками и двумя шайбами	М16	750	12	1,18	14,2	Болт: Сталь ОУТ2 по ГОСТ 19281-73 Гайка: Сталь 35 по ГОСТ 1050-74 Шайба: Ст.3 по ГОСТ 380-71*	Болт по ГОСТ 7798-70* Гайка по ГОСТ 5915-70* Шайба по ГОСТ 11371-68*
4	Болт с гайкой и 2 мя шайбами	М12	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,
7	Гвоздь	d=8	250	32	0,0986	3,2		ГОСТ 4028-63.
Итого металла:						229		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объём, м³ ед.	Объём, м³ общ.	Материал	Примеч.
(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.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4-х осной платформе железобетонных блоков С-I стоечных опор пешеходных мостов, изготовленных по типовому проекту инв.№728/I. Платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-ХЗ.

2. Перевозка разработана для блоков С-I 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.

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", 1981г.

Расчет к погрузке

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. × 10 т = 20 т
Координаты ц т блока: x = 3,63 м
(см. черт. № 2539-08.01.01 лист № 1) y = 0,35 м

II Характеристика платформы

Платформа четырёхосная
База платформы – 9,72 м
Вес платформы – 22 т
Положение ц т от УГП – 0,8 м

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГП:

$$h_{оцт} = \frac{Q^{o}_{гр} \cdot h_{гр} + Q_{пл} \cdot h_{пл.}}{Q^{o}_{гр} + Q_{пл}} \leq 2{,}3\ м$$

$Q^{o}_{гр} = 20$ т – общий вес груза $h_{оп} = 0{,}82$ м – высота опорной клетки

$$h_{оцт} = \frac{20 \cdot (1{,}301 + 0{,}82 + 0{,}35) + 22 \cdot 0{,}8}{20 + 22} = 1{,}62\ м < 2{,}3\ м$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{пл} + S_{п} + 2S_{оп} \leq 50\ м^2$$

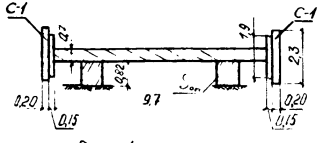


Рис. 1

$S_{п} = 2 \cdot (1{,}9 \cdot 0{,}15 + 2{,}3 \cdot 0{,}2) + 0{,}7 \cdot 9{,}7 = 8{,}3\ м^2$

$S_{оп} = 0{,}82 \times 0{,}7 = 0{,}6\ м^2$

$S = 1{,}3 + 8{,}3 + 2 \cdot 0{,}6 = 22{,}5\ м^2 < 50\ м^2$

Вывод поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

IV Определение усилий, действующих на груз.

1 ое сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = a_{пр.} \cdot Q^{o}_{гр} = 1{,}136 \cdot 20 = 22{,}7$ тс

$$a_{пр.} = a_{ш} - \frac{Q^{o}_{гр} \cdot (a_{ш} - a_{пл})}{63} = 1{,}2 - \frac{20 \cdot (1{,}2 - 1{,}0)}{63} = 1{,}136\ тс/т$$

$F^{тр}_{тр} = Q^{o}_{гр} \cdot \mu = 20 \cdot 0{,}55 = 11{,}0$ тс

$\mu = 0{,}55$ – коэффициент трения железобетонного блока по деревянной подкладке

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F^{тр}_{тр} = 22{,}7 - 11{,}0 = 11{,}7\ тс$$

2 сочетание сил

Для одного блока

Поперечная инерционная сила:

$F_{п} = a_{п} \cdot Q_{гр} = 0{,}4 \times 10 = 4{,}0$ тс

$$a_{п} = a_{с} + \frac{2 \times (a_{ш} - a_{с})}{\ell_{в}} \times \ell_{гр} =$$

$$= 0{,}33 + \frac{2 \times (0{,}55 - 0{,}33)}{9{,}72} \times 1{,}57 = 0{,}40\ тс/т$$

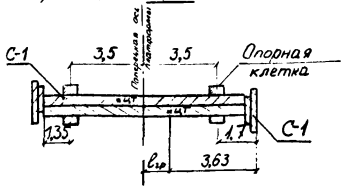


Рис. №2. Расположение блоков в плане

Вертикальная инерционная сила: $F_{в} = a_{в} \cdot Q_{гр} = 0{,}365 \cdot 10 = 3{,}7$ тс

$$a_{в(100)} = 250 + к \cdot \ell_{гр} + \frac{2140}{Q^{o}_{гр}} = 250 + 5 \cdot 1{,}57 + \frac{2140}{20} = 365\ кгс/т$$

$к = 5$ – по таблице $\ell_{гр} = 1{,}57$ м

Сила трения: $F^{тр}_{тр} = Q_{гр} \cdot \mu \cdot (1000 - a_{в}) = 10 \times 0{,}55 \cdot (1 - 0{,}365) = 3{,}5$ тс

Ветровая нагрузка: $W_{п} = 50 \cdot S_{пл} = 0{,}05 \times 7{,}5 = 0{,}38$ тс

$S_{пл} = 1{,}9 \cdot 0{,}15 + 2{,}3 \cdot 0{,}2 + 0{,}7 \cdot 9{,}7 = 7{,}5\ м^2$ – см. рис. №1

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{п} = n \times (F_{п} + W_{п}) - F^{тр}_{тр} = 1{,}25 \cdot (4{,}0 + 0{,}38) - 3{,}5 = 2{,}0\ тс$$

V Определение усилий в обвязках.

Усилие в обвязке от 1 ого сочетания сил:

$$R^{тр}_{об} = \frac{\Delta F^{об}_{пр}}{2 \cdot n \cdot \mu \cdot \sin\alpha}$$

$$в = \frac{2{,}77}{2} - 0{,}4 = 0{,}985\ м$$

$$tg\alpha = \frac{1{,}52}{0{,}985} = 1{,}543 \rightarrow \alpha = 57°03'\quad \sin\alpha = 0{,}8392$$

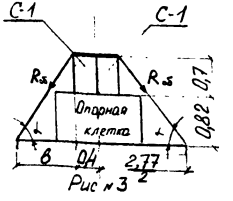


Рис. №3

$n=6$ — количество обвязок

$$R_{об}^{пр} = \frac{11,7}{2\times6\times0,55\times0,8392} = 2,11\ тс$$

Усилие в обвязке от 2 ого сочетания сил:

$$R_{об}^{n} = \frac{\Delta F_n^{об}}{2\times n\times\mu\times\sin\alpha} = \frac{2\times2,0}{2\times6\times0,55\times0,8392} = 0,72\ тс$$

Принято: обвязки из проволоки ϕ6 мм по 7 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну обвязку 2,17 тс.

VI Расчёт на прочность блока С-1 от воздействия обвязок.

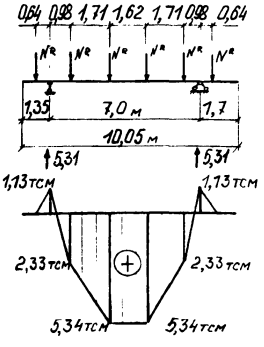


Рис. №1

Расчётная схема

Эп. М

$$M \le \frac{\sum F_i\cdot z_i^2}{z_{max}}\cdot R_a$$

Поперечное сечение блока С-1

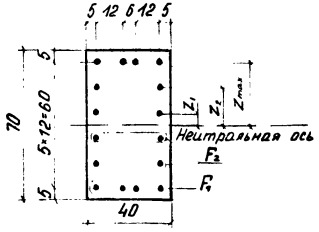


Рис. №2
(размеры в см)

$z_1 = 6$ см

$z_2 = 18$ см

$z_{max} = 30$ см

$N^R = R_{об}^{пр}\times\sin\alpha = 2,11\cdot0,8392 = 1,77$ тс — вертикальная составляющая от обвязок

$M_{max} = 5,31\times2,69 - 1,77\cdot(3,33+1,71) = 5,34$ тсм

$F = 2,011$ см² — площадь поперечного сечения одиночного стержня $d=16$ А-III

$F_1 = 4F = 4\cdot2,011 = 8,04$ см²

$F_2 = 2F = 2\times2,011 = 4,02$ см²

$$\frac{\sum F_i\cdot z_i^2}{z_{max}} = \frac{2\cdot(8,04\times30^2 + 4,02\times18^2 + 4,02\times6^2)}{30} = 579\ см^3$$

$R_a = 3000$ кгс/см² — допускаемое напряжение арматуры А-III

$5,34$ кгс·см $< 579\times3000 = 17,37\times10^5$ кгс·см

VII Расчёт подкладок по смятию.

Напряжение смятия подкладки по 1 ому сочетанию сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_0^{пр,1}}{S_0} \le [30\ кгс/см^2]$$

Расчётная схема

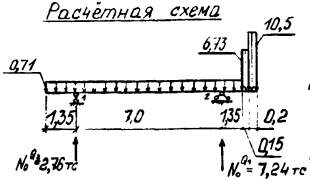


Рис. №3

$\Sigma M_1 = 0$

$$N_0^{q_1}\cdot7,0 + \frac{0,71\cdot1,35^2}{2} = \frac{0,71\cdot8,35^2}{2} + 6,73\cdot0,15\cdot8,425 + 10,5\cdot0,2\cdot8,6$$

$N_0^{q_1} = 7,24$ тс — доля нагрузки, приходящаяся на наиболее загруженную подкладку от собственного веса

$$N_0^{пр} = N_0^{q} + \frac{n_б}{2}R_{об}^{пр}\sin\alpha = 7,24 + \frac{6}{2}\cdot2,11\cdot0,8392 = 12,6\ тс$$

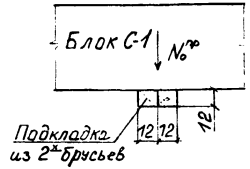


Рис. №4

$S_0 = 2\cdot12\cdot40 = 960$ см²

$$\sigma_{см.} = \frac{12,6\times10^3}{960} = 13,1\ кгс/см^2 < [30\ кгс/см^2]$$

Напряжение смятия подкладки по 2 ому сочетанию сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_0^{n_1} + F_в^{n_1}}{S_0} \le [30\ кгс/см^2]$$

$$N_0^{n_1} = N_0^{q_1} + \frac{n_{об}}{2}\times R_{об}^{n}\times\sin\alpha = 7,24 + \frac{6}{2}\times0,72\times0,8392 = 9,1\ тс$$

$F_в^{n_1} = a_в\times N_0^{q_1} = 0,365\cdot7,24 = 2,6$ тс — доля вертикальной инерционной силы, приходящаяся на наиболее загруженную подкладку

$$\sigma_{см} = \frac{(9,1+2,6)\cdot10^3}{960} = 12,2\ кгс/см^2 < [30\ кгс/см^2]$$

VIII Проверка устойчивости блока С-1 от опрокидывания.

Коэффициент запаса устойчивости блока от опрокидывания вдоль платформы:

$$\eta_{пр} = \frac{\ell^{\circ}_{пр}}{h_{цт} - h_{уп}} = \frac{3,5}{0,35 - 0} = 10 > [1,25]$$

Коэффициент запаса устойчивости блока от опрокидывания поперёк платформы: $\eta_п = \frac{Q_{гр} \times b_п}{F_п \times (h_{цт} - h_у^п) + W_п \times (h_{нп}^п - h_у^п)} \geqslant [1,25]$

$b_п = 0,2$ м $\quad h_{нп}^п = 0,35$ м $\quad h_у^п = 0$

$$n_п = \frac{10 \times 0,2}{3,3 \times (0,35 - 0) + 0,38 \times (0,35 - 0)} = 1,55 > [1,25]$$

IX Проверка устойчивости опорной клетки против опрокидывания вдоль платформы.

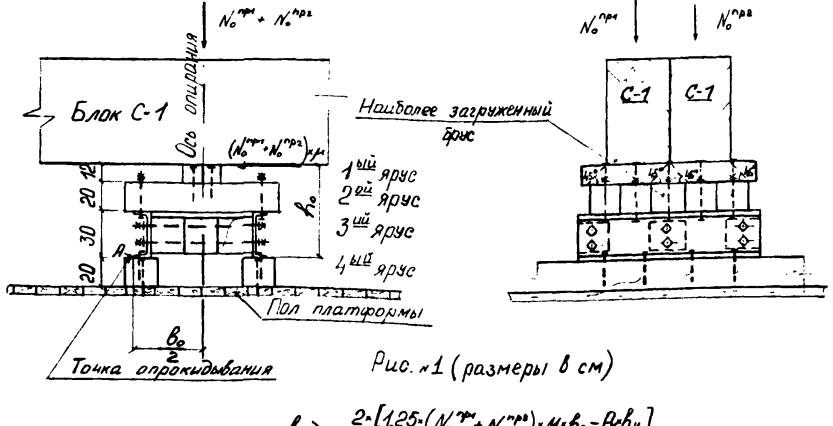


Рис. №1 (размеры в см)

$$b_0 \geqslant \frac{2 \times [1,25 \times (N_0^{пр1} + N_0^{пр2}) \times \mu \times h_0 - P_у h_у]}{(N_0^{пр1} + N_0^{пр2})}$$

$h_у = 0 \qquad b_0 = 2 \times 1,25 \times \mu \times h_0 = 2,5 \times 0,55 \times 62 = 85$ см

Принято: $b_0 = 86$ см

X Расчёт креплений ярусов опорной клетки.

Прикрепление 1ого яруса ко 2ому ярусу гвоздями

контакт: дерево по дереву $\mu_1 = 0,45$

Количество гвоздей $d = 6$ мм $\ell_{гв} = 200$ мм для крепления одного бруса 1ого яруса к брусьям 2ого яруса:

$$n_{гв} = \frac{Q^{\circ}_{гр} \times (\mu - \mu_1) + 2 \times n_{об} \times R^{пр}_{об} \times \sin\alpha \times (\mu - \mu_1)}{n^{пр}_{бр} \times R_{гв}}; \quad n^{пр}_{бр} = 4 \quad R_{гв} = 108 \text{ кгс}$$

$$n_{гв} = \frac{20 \times (0,55 - 0,45) + 2 \times 6 \times 2,11 \times 0,8392 \times (0,55 - 0,45)}{4 \times 0,108} = 10 \text{ гв.}$$

Принято: на один брус приходится 10 гвоздей $d = 6$ мм $\ell = 200$ мм

Прикрепление 2ого яруса к 3ему ярусу болтами

контакт: дерево по металлу $\mu_2 = 0,4$

Каждый из 5 брусьев 2ого яруса прикрепляется 2мя болтами по концам к швеллерам 3его яруса. Всего 20 болтов на две опорные клетки.

$T = 250 \cdot d^2$ — наименьшая расчётная несущая способность болта

$$d = \sqrt{\frac{Q^{\circ}_{гр} \times (\mu - \mu_2) + 2 \times n_{об} \times R^{пр}_{об} \times \sin\alpha \times (\mu - \mu_2)}{n_б \cdot 250}};$$

$$d = \sqrt{\frac{20 \times (0,55 - 0,4) + 2 \times 6 \times 2,11 \times 0,8392 \times (0,55 - 0,4)}{20 \times 250} \cdot 10^3} = 1,12 \text{ см}$$

Принято: болты $d = 12$ мм, $\ell = 240$ мм

Прикрепление 3его яруса к 4ому ярусу костылями

контакт: металл по дереву $\mu_2 = 0,4$

$T = 250 \times d^2 = 250 \times 1,6^2 = 640$ кгс — наименьшая расчётная несущая способность костыля

Количество костылей на 2 опорные клетки:

$$n_к = \frac{Q^{\circ}_{гр} \times (\mu - \mu_2) + 2 \times n_{об} \times R^{пр}_{об} \times \sin\alpha \times (\mu - \mu_2)}{T} = \frac{20 \times (0,55 - 0,4) + 2 \times 6 \times 2,11 \times 0,8392 \times (0,55 - 0,4)}{0,640} = 10$$

Принято: каждый швеллер 3его яруса прикрепляется 4мя костылями к брусу 4ого яруса. Всего 16 костылей на 2 опорные клетки

Прикрепление 4 ого яруса к полу платформы гвоздями

контакт: дерева по дереву $\mu_1 = 0{,}45$

Количество гвоздей $d = 8$ мм, $\ell_{гв} = 250$ мм для крепления одного бруса 4 ого яруса к полу платформы:

$$n_{гв} = \frac{Q^{o}_{бр} \cdot (\mu - \mu_1) + 2 \cdot n_{об} \cdot R^{гв}_{об} \cdot \sin\alpha \cdot (\mu - \mu_1)}{n^{гв}_{б} \cdot R_{гв}} = \frac{20 \cdot (0{,}55 - 0{,}43) + 2 \cdot 6 \cdot 2{,}11 \cdot 0{,}8392 \cdot (0{,}55 - 0{,}45)}{4 \cdot 0{,}192} = 6 гв$$

$n^{гв}_{б} = 4$ $\quad R_{гв} = 192$ кгс

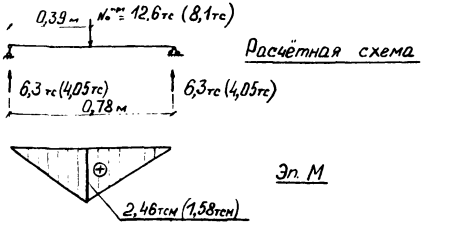
Принято: каждый брус 4 ого яруса прикрепляется к полу платформы 8 ью гвоздями $d = 8$ мм, $\ell_{гв} = 250$ мм.

XI Расчёт на прочность бруса 2 ого яруса опорной клетки.

Расчет ведётся на средний брус — наиболее загруженный (см. рис. №1 на листе №6)

$$N_o^{пр1} = N_o^{Q_2} + \frac{n^{об}}{2} \times R_{об} \times \sin\alpha = 7{,}24 + \frac{6}{2} \times 2{,}11 \times 0{,}8392 = 12{,}6 тс$$

$$N_o^{пр2} = N_o^{Q_2} + \frac{n^{об}}{2} \times R_{об} \times \sin\alpha = 2{,}76 + \frac{6}{2} \times 2{,}11 \times 0{,}8392 = 8{,}1 тс$$



$$\sigma_и = \frac{M}{W} \leq [120 кгс/см^2]$$

Рис №1 (в скобках даны величины для $N_o^{пр2}$)

$W = \frac{b h^2}{6} = \frac{20 \times 20^2}{6} = 1333 см^3$ — момент сопротивления изгибу бруса сеч. 20×20 см

$n_б = 3$ — количество брусков, воспринимающих изгибающий момент

Напряжение изгиба бруса от $N_o^{пр1}$:

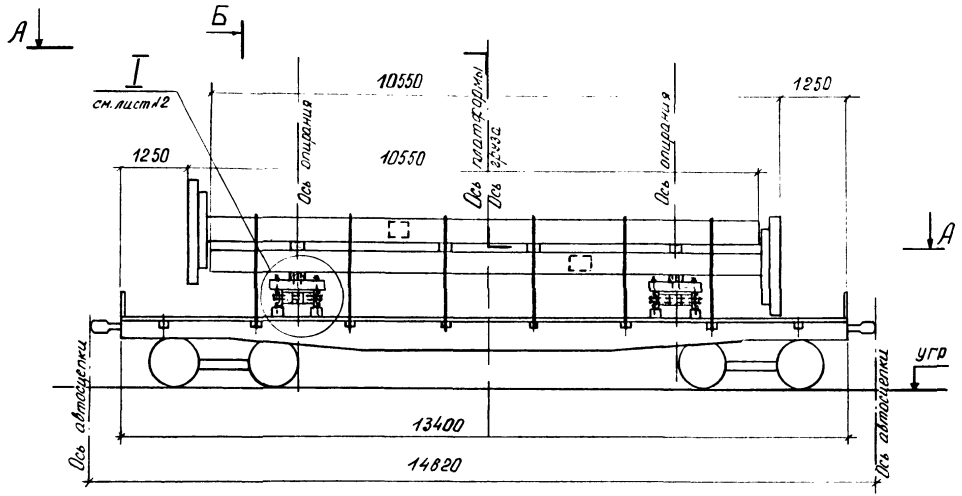
$$\sigma_1 = \frac{2{,}46 \times 10^5}{1333 \times 3} = 61{,}5 кгс/см^2$$

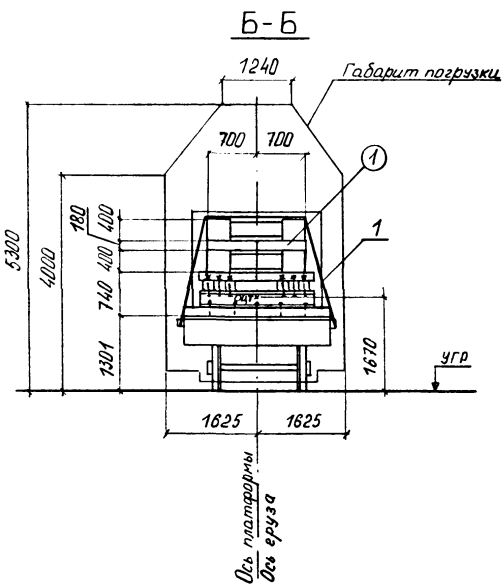
Напряжение изгиба бруса от $N_o^{пр2}$:

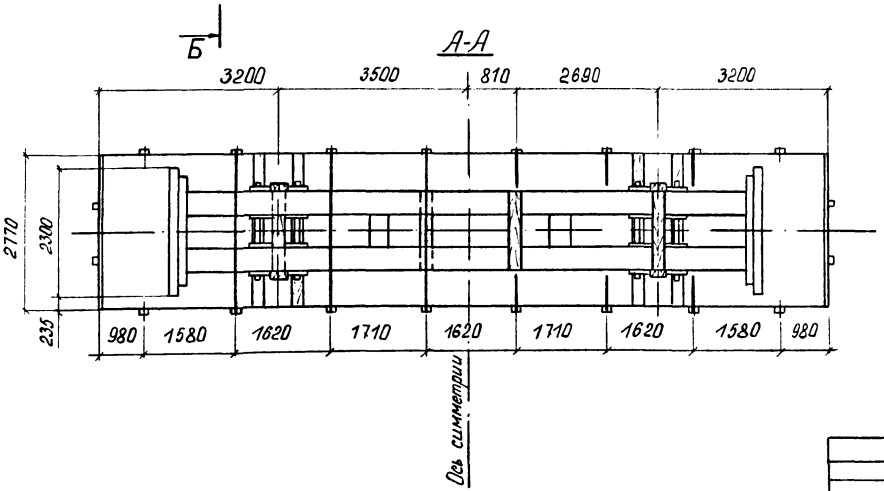
$$\sigma_2 = \frac{1{,}58 \times 10^5}{1333 \times 3} = 39{,}5 кгс/см^2$$

$\sigma_1 + \sigma_2 = 61{,}5 + 39{,}5 = 100 кгс/см^2 < [120 кгс/см^2]$

Вывод: условие прочности бруса по изгибающему моменту выполняется.

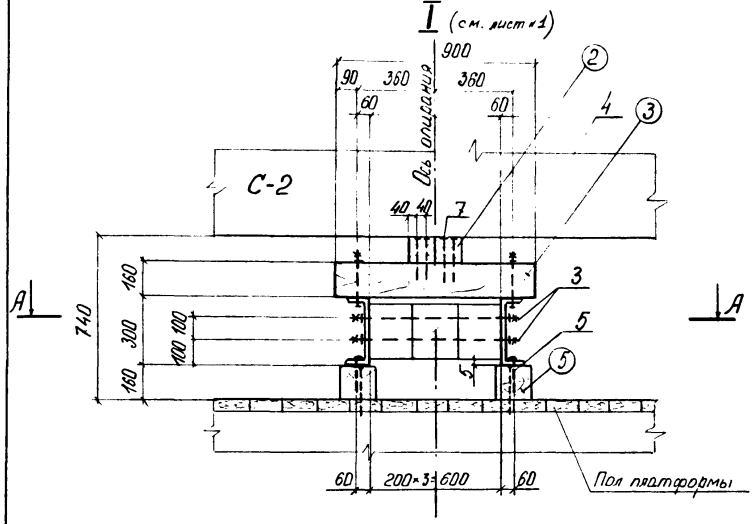


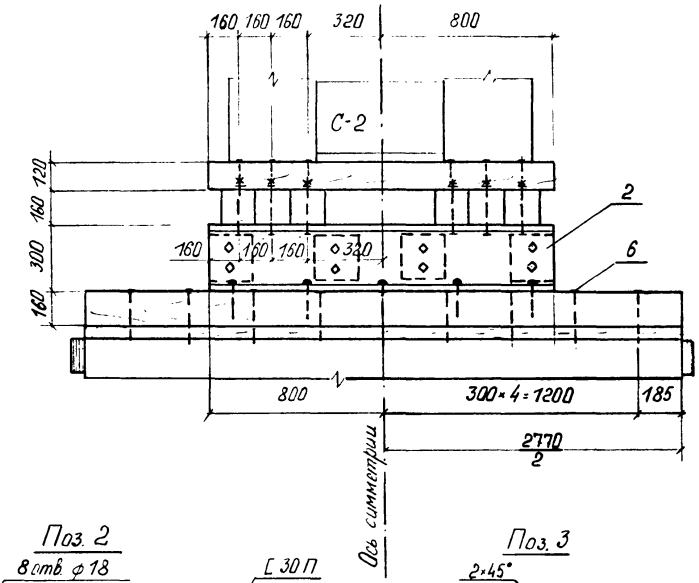


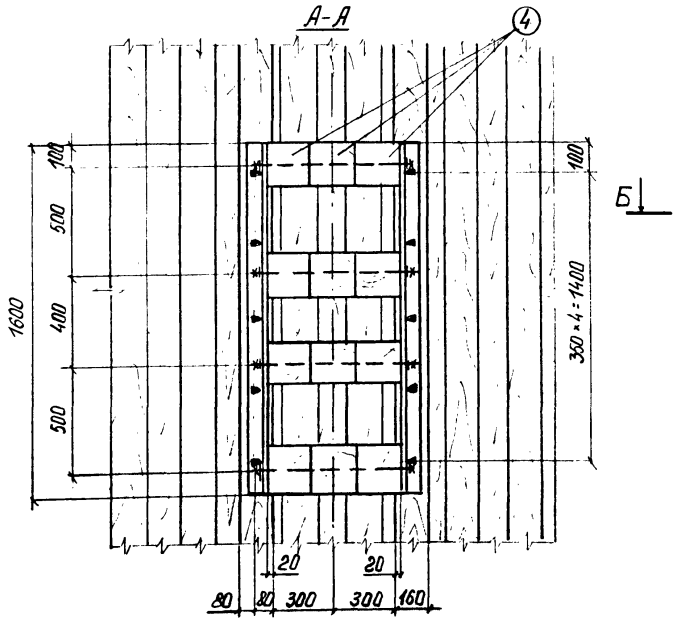


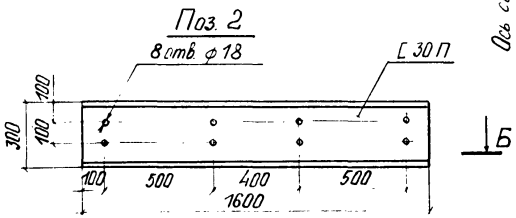
Продольные борта платформы условно не показаны.

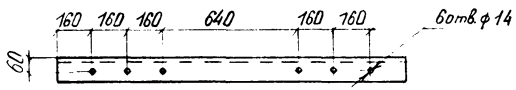
Нач. отд.	Гродзенский		2539-08.03.01.
ГИП	Гродзенский		Размещение и крепление блоков С-2 стоечных опор пешеходных мостов на ж.д. платформе.
Норм. конт.	Наволодский		Литер. РП; Лист 1; Листов 8
Рук. группы	Гуревич		Гипротранспуть
Инженер	Титова		

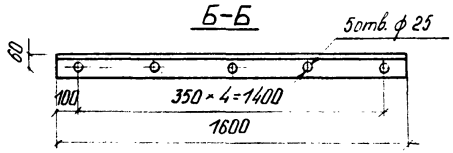

I (см. лист 1)
900
90
360
360
60
60
Ось опирания
С-2
40 40
7
2
4
3
160
300
100 100
740
160
3
5
5
А
А
60
200×3=600
60
Пол платформы

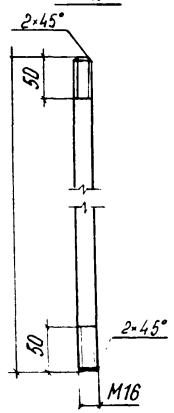

160 160 160
320
800
С-2
120
160
300
160
160 160 160
320
2
6
800
300×4=1200
185
2770
2
Ось симметрии


А-А
4
100
500
400
500
100
1600
Б
Б
20
20
80
80
300
300
160
350×4=1400


Поз. 2
8 отв. ф 18
[30 П
100
300
100
Б
Б
100
500
400
500
1600


160 160 160
640
160 160
6 отв. ф 14
60


Б-Б
5 отв. ф 25
80
100
350×4=1400
1600


Поз. 3
2×45°
50
700
50
2×45°
M16

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм	Величина
1	Расстояние между опорными клетками	мм	7000
2	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно УГР	мм	1670
3	Вес одного блока	т	11,2
4	Вес груза (2 блока)	т	22,4
5	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
6	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Примеч.
1	Обвязка из проволоки $\ell_{об}$=507 см	7ф6	39090	6	8,67	52,0	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
2	Швеллер	[30П	1600	4	50,88	203,5	Сталь 09Г2 по ГОСТ 19281-73	ГОСТ 8240-72
3	Тяж с двумя гайками и двумя шайбами	М16	700	16	1,2	19,2	Болт: Сталь 09Г2 по ГОСТ 19281-73; Гайка: Сталь 35 по ГОСТ 1054-74; Шайба: Ст. 3 по ГОСТ 380-71*	Болт по ГОСТ 7798-70*; Гайка по ГОСТ 5915-70*; Шайба по ГОСТ 11371-68*
4	Болт с гайкой и двумя шайбами	М12	200	24	0,251	6,0		
5	Ж-д. костыль	—	165	20	0,378	7,6	—	ГОСТ 5812-51
6	Гвоздь	d=6	200	44	0,044	1,9	Ст. 2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75,
7	Гвоздь	d=8	250	36	0,0985	3,5		ГОСТ 4028-63
Итого металла:						294		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объём, м³ ед.	Объём, м³ общ.	Материал	Примеч.
(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$\frac{X}{}$-осной платформе железобетонных блоков С-2 стоечных опор пешеходных мостов, изготовленных по типовому проекту инв.№728/I. Платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.

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", 1981г..

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) – 11,2т×2шт = 22,4т
Координаты цт блока: x = 4,01м
(см. черт. 2539-08.01.01 лист-1) y = 0,2 м

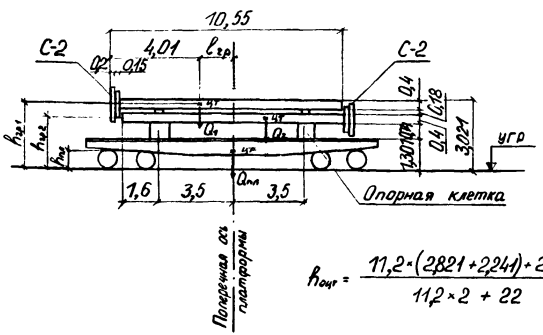
II Характеристика платформы.

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:

$$h_{оцт} = \frac{\sum Q_{гр} \cdot h_{гр_i} + Q_{пл} \cdot h_{пл}}{\sum Q_{гр_i} + Q_{пл}} \leq 2{,}3\ м$$



$\ell_{гр} = 1{,}44$ м
$h_{гр_1} = 2{,}821$ м
$h_{гр_2} = 2{,}241$ м
$h_{пл} = 0{,}8$ м

$$h_{оцт} = \frac{11{,}2 \cdot (2{,}821 + 2{,}241) + 22 \cdot 0{,}8}{11{,}2 \cdot 2 + 22} = 1{,}67\ м < 2{,}3\ м$$

Рис. №1

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{пл} + 2 \cdot S_{п} + 2 S_{оп} = 13 + 2 \cdot 4{,}65 + 2 \cdot 0{,}5 = 23{,}3\ м^2 < 50\ м^2$$

$S_{п} = (10{,}2 \cdot 0{,}4 + 1{,}8 \cdot 0{,}2 + 1{,}4 \cdot 0{,}15) = 4{,}65\ м^2$ – для одного блока

$S_{оп} = 0{,}74 \times 0{,}7 = 0{,}5\ м^2$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

IV Определение усилий, действующих на верхний блок.

1 сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{пр}' = a_{пр} \cdot Q_1 = 1{,}129 \times 11{,}2 = 12{,}6$ тс

$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{гр}^{о} \cdot (a_{22} - a_{23})}{63} = 1{,}2 - \frac{22{,}4 \times (1{,}2 - 1{,}0)}{63} = 1{,}129$ тс/т

$Q_{гр}^{о} = 22{,}4$т – общий вес груза

Сила трения: $F_{тр}'' = Q_1 \cdot \mu = 11{,}2 \times 0{,}55 = 6{,}2$ тс

$\mu = 0{,}55$ – коэффициент трения ж.-б. блока по деревянной прокладке

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр}' = F_{пр}' - F_{тр}'' = 12{,}6 - 6{,}2 = \underline{6{,}4\ тс}$$

2 сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_{п}' = a_{п}' \cdot Q_1 = 0{,}4 \times 11{,}2 = 4{,}5$ тс

$a_{п} = a_{с} + \frac{2 \cdot (a_{ш} - a_{с})}{\ell_{в}} \cdot \ell_{гр} = 0{,}33 + \frac{2 \cdot (0{,}55 - 0{,}33)}{9{,}72} \times 1{,}44 = 0{,}4$ тс/т

Вертикальная инерционная сила: $F_{в}' = a_{в}' \cdot Q_1 = 0{,}353 \times 11{,}2 = 4{,}0$ тс

$a_{в}' = 250 + K \cdot \ell_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}^{о}} = 250 + 5 \times 1{,}44 + \frac{2140}{22{,}4} = 353$ кгс/т

Сила трения: $F_{тр}'' = Q_1 \cdot \mu \cdot (1000 - a_{в}) = 11{,}2 \cdot 0{,}55 \cdot (1 - 0{,}353) = 4{,}0$ тс

Ветровая нагрузка: $W_{п}' = 50 \cdot S_{п} = 0{,}05 \times 4{,}65 = 0{,}23$ тс

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{п}' = n \cdot (F_{п}' + W_{п}') - F_{тр}'' = 1{,}25 \times (4{,}5 + 0{,}23) - 4{,}0 = \underline{1{,}9\ тс}$$

V Определение усилий, действующих на груз (на два блока).

1 сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{пр}'' = a_{пр} \cdot Q_{гр}^{о} = 1{,}129 \times 22{,}4 = 25{,}3$ тс

Сила трения: $F_{тр}'' = Q_{гр}^{о} \cdot \mu = 22{,}4 \times 0{,}55 = 12{,}3$ тс

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр}'' = F_{пр}'' - F_{тр}'' = 25{,}3 - 12{,}3 = \underline{13{,}0\ тс}$$

2 сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_{п}'' = a_{п}'' \cdot Q_{гр}^{о} = 0{,}33 \cdot 22{,}4 = 7{,}4$ тс

$a_{п}'' = 0{,}33$ тс/т – (по табл.)

Вертикальная инерционная сила: $F_в'' = a_в'' \times Q_{гр}^{\circ} = 0{,}346 \times 22{,}4 = 7{,}8$ тс

$a_в'' = 250 + k \times l_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}^{\circ}} = 250 + \frac{2140}{22{,}4} = 346$ кгс/т

$k = 5$ (по табл.) – при опирании груза на одну платформу $l_{гр} = 0$

Сила трения: $F_{тр}^{п''} = Q_{гр}^{\circ} \times \mu \times (1000 - a_в'') = 22{,}4 \times 0{,}55 \times (1 - 0{,}346) = 8{,}1$ тс

Ветровая нагрузка: $W_п'' = 50 \times 2 \times S_п = 0{,}05 \times 2 \times 4{,}65 = 0{,}46$ тс

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_п'' = n \times (F_п'' + W_п'') - F_{тр}'' = 1{,}25 \times (7{,}4 + 0{,}46) - 8{,}1 = \underline{1{,}7 \text{ тс}}$$

VI Определение усилий в обвязках.

Усилие в обвязке от 1ого сочетания сил:

$$R_{об}^{пр} = \frac{\Delta F_{пр}^{об}}{2 \times n \times \mu \times \sin\alpha}$$

$h = \frac{2{,}77}{2} - 0{,}7 = 0{,}685$ м

$h = 1{,}72$ м

$tg\,\alpha = \frac{h}{b} = \frac{1{,}72}{0{,}685} = 2{,}5109 \rightarrow \alpha = 68°17'$

$\sin\alpha = 0{,}929$ $n = 6$ – количество обвязок

$$R_{об}^{пр} = \frac{13{,}0}{2 \times 6 \times 0{,}55 \times 0{,}929} = \underline{2{,}12 \text{ тс}}$$

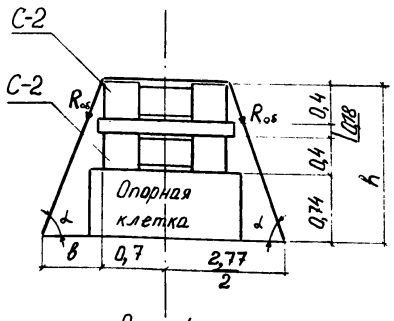


Рис. №1

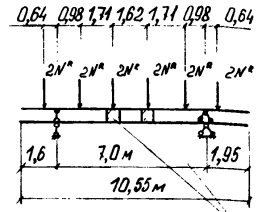
Усилие в обвязке от 2ого сочетания сил:

$$R_{об}^{п} = \frac{\Delta F_п^{об}}{2 \times n \times \mu \times \sin\alpha} = \frac{1{,}9}{2 \times 6 \times 0{,}55 \times 0{,}929} = \underline{0{,}31 \text{ тс}}$$

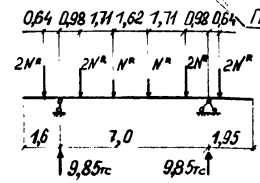
Принято: обвязки из проволоки ф6мм по 7 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну обвязку 2,17 тс

VII Расчёт на прочность блока С-2.

а) от воздействия обвязок



Расчётная схема для двух блоков



Расчетная схема для верхнего блока

Поперечное сечение блока С-2

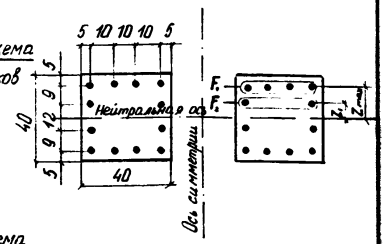


Рис. № 3 (размеры в см)

$N^R = R_{об}^{пр} \times \sin\alpha = 2{,}12 \times 0{,}9290 = 1{,}97$ тс – вертикальная составляющая от обвязки

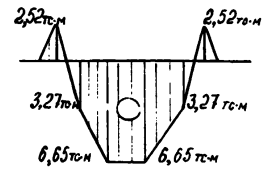
$z_1 = 6$ см

$z_{max} = 15$ см

$F_1 = 4F = 4 \times 2{,}011 = 8{,}04$ см²

$F_2 = 2F = 2 \times 2{,}011 = 4{,}02$ см²

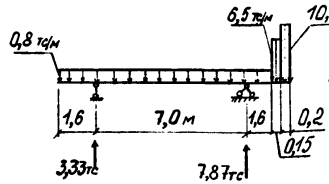
$F = 2{,}011$ см³ – площадь поперечного сечения одиночного стержня $d = 16$ А-III



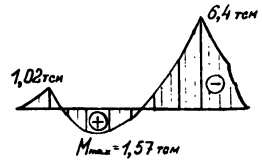
Эп. М

Рис. №2

б) от собственного веса



Расчётная схема для верхнего блока



Эп. М

Рис. №4

Максимальный суммарный момент от воздействия обвязок и собственного веса — $M_{max} = 2,52 + 6,4 = 8,92$ тсм

$$M \leq \frac{\sum F_i \cdot z_i^2}{z_{max}} \times R_a$$

$R_a = 3000$ кгс/см² — допускаемое напряжение арматуры А-III

$$\frac{\sum F_i \cdot z_i^2}{z_{max}} \times R_a = 2 \times \frac{2 \cdot (8,04 \times 15^2 + 4,02 \times 6^2)}{15} \times 3000 = 15,63 \times 10^5 \text{ кгс·см}$$

$8,92$ тс·м $< 15,63$ тс·м

Вывод: условие прочности выполняется.

VIII Определение ширины прокладки.

Высота прокладки принята $h_o = 18$см

Ширина прокладки из условия обеспечения устойчивости её от опрокидывания: $b_o \geq \frac{2 \times (1,25 \cdot N_o^{пр} \times \mu \times h_o - P_y \cdot h_y)}{N_o^{пр}}$; $h_y = 0$

$b_o = 2 \times 1,25 \times 0,55 \times 18 = 24,7$ см

Принято: прокладка сеч. 18 × 26 см $\ell = 140$см

IX Расчёт прокладок по смятию.

Напряжение смятия прокладки от 1 сочетания сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_o^{пр}}{S_o} \leq [18 \text{ кгс/см}^2]$$

$N_o^{пр} = N_o^{q_1} + 5 \cdot N^R = 7,87 + 5 \times 1,97 = 17,72$ тс

$N_o^{q_1} = 7,87$ тс — доля нагрузки, приходящаяся на наиболее загруженную прокладку от веса верхнего блока (см рис №4 на листе №)

$5N^R = 5 \cdot 1,97 = 9,85$ тс — вертикальная составляющая от обвязок (см рис. №2 на листе №)

$S_o = 18 \times 40 + 18 \times 40 = 1440$ см²

$$\sigma_{см} = \frac{17,72 \cdot 10^3}{1440} = 12,3 \text{ кгс/см}^2 < [18 \text{ кгс/см}^2]$$

Напряжение смятия прокладки от 2 сочетания сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_o^{пр} \cdot F_в^{пр}}{S_o} \leq [18 \text{ кгс/см}^2]$$

$N_o^{пр} = N_o^{q_1} + 5 \times R_{об}^{пр} \times \sin\alpha = 7,87 + 5 \cdot 0,31 \times 0,9275 = 9,31$ тс

$F_в^{пр} = a'_в \times N_o^{q} = 0,353 \times 7,87 = 2,78$ 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.

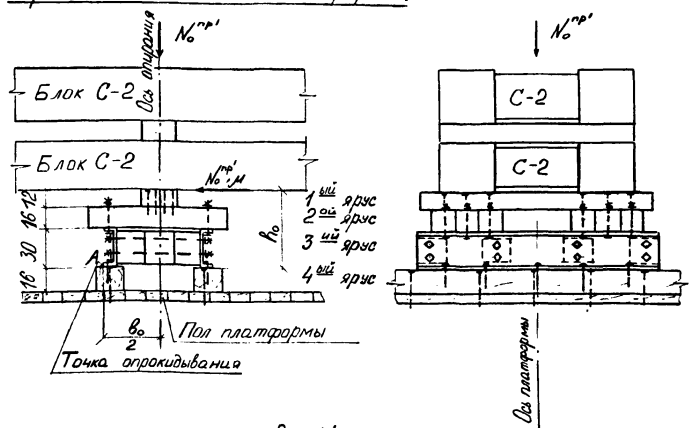


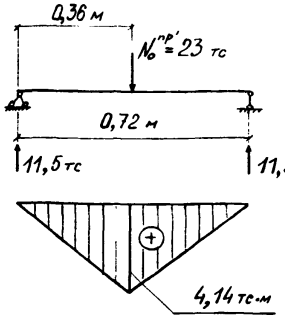
Рис №1

$$b_o \geq \frac{2 \times (1,25 \cdot N_o^{пр} \times \mu \times h_o - P_y \cdot h_y)}{N_o^{пр}} \quad ; \quad h_y = 0 \; ; \; h_o = 58 \text{ см}$$

$b_o = 2,5 \times 0,55 \times 58 = 80$см

Принято: $b_o = 80$см

XI Расчёт на прочность бруса 2 яруса опорной клетки.



Расчётная схема

Эп. М

$$\sigma_u = \frac{M}{W} \leq [120\ кгс/см^2]$$

Брус сеч. 16×16 см

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{16 \cdot 16^2}{6} = 683\ см^3$$ — момент сопротивления одного бруса

$n = 6$ шт — количество брусков, воспринимающих момент (см. рис. №1 на листе № 6)

$$N_0^{пр} = Q_1 + n_{об} \cdot R_{об}^{пр} \cdot \sin\alpha = 11,2 + 6 \cdot 2,12 \cdot 0,9275 = 23\ тс$$

Напряжение при изгибе бруска:

$$\sigma_u = \frac{4,14 \cdot 10^5}{6 \cdot 683} = 101\ кгс/см^2 < [120\ кгс/см^2]$$

Вывод: условие прочности бруса по изгибающему моменту выполняется.

XII Расчёт креплений ярусов опорной клетки.

Прикрепление 1 яруса ко 2 ярусу гвоздями

контакт: дерево по дереву $\mu_1 = 0,45$

Количество гвоздей $d = 6$ мм $l_{гв} = 200$ мм для крепления одного бруса 1 яруса к брусьям 2 яруса:

$$n_{гв} = \frac{Q_{2p}^{o} \cdot (\mu - \mu_1) + 2 \cdot n_{об} \cdot R_{об}^{пр} \cdot \sin\alpha \cdot (\mu - \mu_1)}{n_{ф}^{пр} \cdot R_{гв}};$$

$n_{ф}^{пр} = 4$ — количество прикрепляемых брусков 1 яруса (см. рис. №1 на листе № 6)

$R_{гв} = 108$ кгс $\mu = 0,55$ — коэффициент трения железобетона по дереву

$$n_{гв} = \frac{22,4 \cdot (0,55 - 0,45) + 2 \cdot 6 \cdot 2,12 \cdot 0,9275 \cdot (0,55 - 0,45)}{4 \cdot 108 \cdot 10^{-3}} = \frac{4,6 \cdot 10^3}{4 \cdot 108} = 11 гв.$$

Принято: каждый брус 1 яруса прикрепляется 11 гвоздями $d = 6$ мм $l_{гв} = 200$ мм к брусьям 2 яруса.

Прикрепление 2 яруса к 3 ярусу болтами

контакт: дерево по металлу $\mu_2 = 0,4$

Каждый из 6 брусьев 2 яруса прикрепляется 2 болтами по концам к швеллерам 3 яруса. Всего 24 болта на две опорные клетки

Определение диаметра болта.

$T = 250 d^2$ — наименьшая несущая способность болта;

$$T = \frac{Q_{2p}^{o} \cdot (\mu - \mu_2) + 2 \cdot n_{об} \cdot R_{об}^{пр} \cdot \sin\alpha \cdot (\mu - \mu_2)}{n_б};$$

$$d = \sqrt{\frac{22,4 \cdot (0,55 - 0,4) + 2 \cdot 6 \cdot 2,12 \cdot 0,9275 \cdot (0,55 - 0,4)}{24 \cdot 250} \cdot 10^3} = 1,05\ см$$

Принято: болты $d = 12$ мм $l = 200$ мм.

Прикрепление 3 яруса к 4 ярусу костылями.

контакт: металл по дереву $\mu_2 = 0,4$

$T = 250 \cdot d^2 = 250 \cdot 1,6^2 = 640$ кгс — наименьшая расчётная несущая способность костыля;

Количество костылей на 2 опорные клетки:

$$n_к = \frac{Q_{2p}^{o} \cdot (\mu - \mu_2) + 2 \cdot n_{об} \cdot R_{об}^{пр} \cdot \sin\alpha \cdot (\mu - \mu_2)}{T} = \frac{22,4 \cdot (0,55 - 0,4) + 2 \cdot 6 \cdot 2,12 \cdot 0,9275 (0,55 - 0,4)}{0,640} = 11\ кост.$$

Принято: каждый швеллер 3 яруса прикрепляется 5 костылями к брусу 4 яруса. Всего 20 костылей на 2 опорные клетки.

Прикрепление 4 яруса к полу платформы гвоздями

контакт: дерево по дереву $\mu_1 = 0,45$

Количество гвоздей $d = 8$ мм $l_{гв} = 250$ мм для крепления одного бруса 4 яруса к полу платформы:

$$n_{гв} = \frac{Q_{2p}^{o} \cdot (\mu - \mu_1) + 2 \cdot n_{об} \cdot R_{об}^{пр} \cdot \sin\alpha \cdot (\mu - \mu_1)}{n_{ф}^{пр} \cdot R_{гв}} = \frac{22,4 \cdot (0,55 - 0,45) + 2 \cdot 6 \cdot 2,12 \cdot 0,9275 (0,55 - 0,45)}{4 \cdot 0,192} = 6 гв$$

$n_{ф}^{пр} = 4$ $R_{гв} = 192$ кгс

Принято: каждый брус 4 яруса прикрепляется к полу платформы 9 гвоздями $d = 8$ мм $l = 250$ мм.

XIII Расчёт подкладок по смятию.

Напряжение смятия подкладки от 1 ого сочетания сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_o^{пр}}{S_o} \leq [30\ кгс/см^2]$$

$$N_o^{пр} = \frac{Q_{zp}^o + 2 \times n_{об} \times R_{об}^{пр} \times \sin\alpha}{2} = \frac{22,4 + 2 \times 6 \times 2,12 \times 0,9290}{2} = 23,0\ тс$$ — нагрузка, приходящаяся на одну подкладку.

Подкладка состоит из 2х брусьев сеч. 12×12 см каждый

$S_o = 2 \times (12 \times 40 + 12 \times 40) = 1920\ см^2$

$$\sigma_{см} = \frac{23 \times 10^3}{1920} = 12,0\ кгс/см^2 < [30\ кгс/см^2]$$

Напряжение смятия подкладки от 2 ого сочетания сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_o^{п} + F_в^{п}}{S_o} \leq [30\ кгс/см^2]$$

$$N_o^{п} = \frac{Q_{zp}^o + 2 \times n_{об} \times R_{об}^{п} \times \sin\alpha}{2} = \frac{22,4 + 2 \times 6 \times 0,31 \times 0,9290}{2} = 12,9\ тс$$ — нагрузка, приходящаяся на одну подкладку от веса 2х блоков и вертикальной составляющей обвязок.

$F_в^{п} = \frac{F_в^{п}}{2} = \frac{7,8}{2} = 3,9\ тс$ — вертикальная инерционная сила, действующая на подкладку.

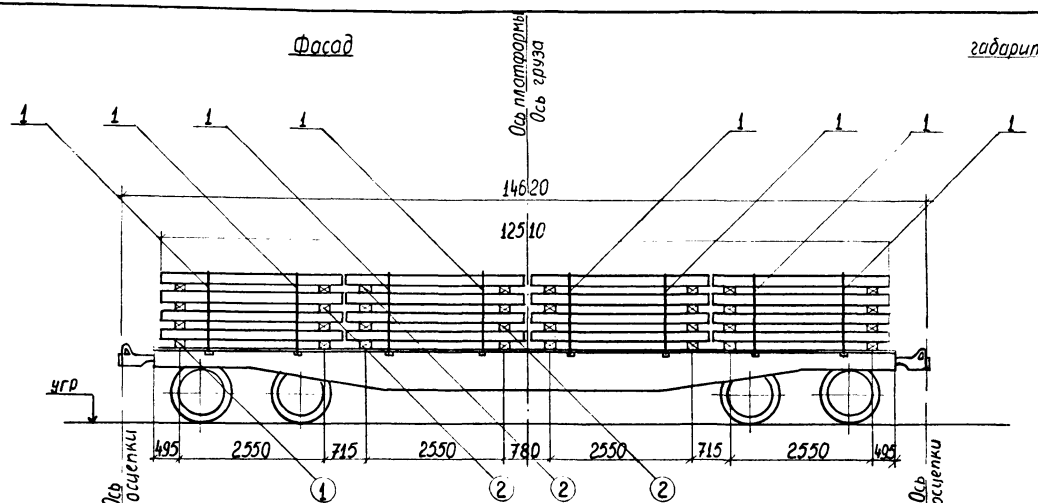
$$\sigma_{см} = \frac{(12,9 + 3,9) \times 10^3}{1920} = 8,8\ кгс/см^2 < [30\ кгс/см^2]$$

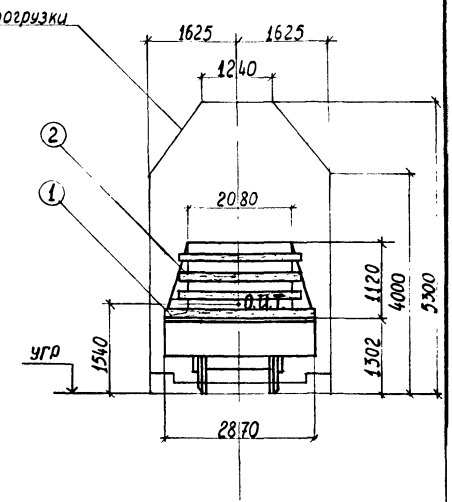
РАЗДЕЛ 9. ПОГРУЗКА, РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ Ж.-Б. ПЛИТ БЕЗБАЛЛАСТНОГО МОСТОВОГО ПОЛОТНА / ПРОЕКТ ЛЕНГИПРОТРАНСМОСТА, 1973г / НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМАХ.

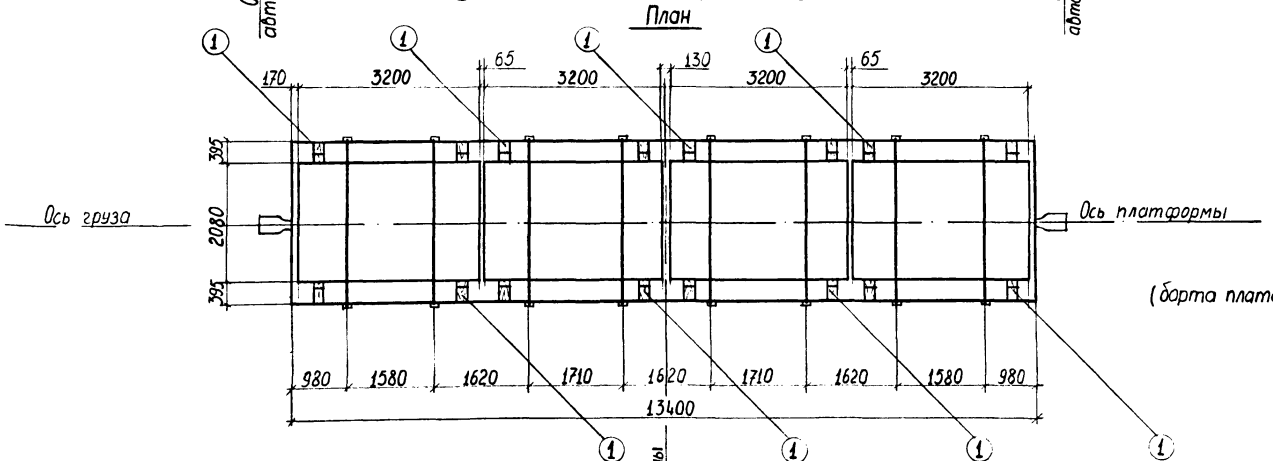
СОСТАВ РАЗДЕЛА

№№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
I	2	3	4
I	2539-09.0I.0I.	Размещение и крепление ж.-б. плит безбалластного мостового полотна на ж.-д. платформе.	199÷202

Нач.отд.	Гродзенский		2539-09.00.00.
ГИП	Гродзенский		Состав раздела 9.
Норм.кон.	Новолодский		Литер РП; Лист 1; Листов 1
Рук.груп.	Гуревич		Гипротранспуть
Инженер	Ноль		







(борта платформы условно не показаны)

Нач. отд	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		
Н. контр	Новолодский		
Рук. гр.	Гуревич		
Инженер	Данков		

2539-09.01.01.

Размещение и крепление ж-б плит безбалластного мостового полотна на ж-д платформе.

Литер	Лист	Листов
РП	1	4

Гипротранспуть

Характеристика схемы погрузки.

NN п/п	Наименование	Изм	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

NN поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Примечание
1	Обвязка из проволоки	8 ∅ 7,5	36800	8	12,8	102	Сталь по ГОСТ 14085-79	ГОСТ 3282-74
Итого металла :						102		

Спецификация лесоматериалов.

NN поз	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол шт	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Примечание
(1)	Подкладка	12×18	287	8	0,062	0,5	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-66**
2	Прокладка	12×18	240	24	0,052	1,25		
Итого лесоматериалов:						1,8		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^х осной платформе безбалластных железобетонных плит БП1, изготовленных по проекту Ленгипротрансмоста 1973г. Плиты БП2; БП3; БП4, подобные по конструкции плитам БП1, перевозятся аналогично.
   Платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т, постройки с 1965г на тележках ЦНИИ-Х3.
2. Плиты размещаются симметрично относительно продольной и поперечной осей платформы.
3. Плиты устанавливаются на подкладки и прокладки, представляющие собой брусья 120х180мм. Подкладки прибиваются к полу вагона гвоздями d=6мм.
4. Для предотвращения поперечного и продольного смещений плит служат обвязки, состоящие из 8 проволок ∅7,5мм. Обвязки увязываются за стоечные скобы платформы.
5. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м, указанные плиты 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", 1981 г.

Расчет к погрузке

I Характеристика груза.

Груз – бездалластные 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:

$$h_{o.u.т.} = \frac{Q_{гр.} \times h_{гр.} + Q_{пл.} \times h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл.}} \leq 2{,}3 м$$

$h_{пл} = 0{,}8 м$; $h_{гр} = H_{пл} + H^{ц.т.}_{гр.}$; $h_{гр} = 1{,}302 + 0{,}62 = 1{,}92 м$

$H_{пл} = 1{,}302 м$, $H^{ц.т.}_{гр.} = 0{,}62 м$

$$f_{o.ц.т.} = \frac{43{,}2 \times 1{,}92 + 22 \times 0{,}8}{43{,}2 + 22} = 1{,}54 < [2{,}3 м]$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$S = S_{пл} + S_{гр} < 50 м^2$ $S_{пл.} = 13 м^2$

$S = 13 + 17{,}7 = 28 м^2 < [50 м^2]$ $S_{гр.} = 15{,}0 м^2$

Следовательно, условие общей поперечной устойчивости соблюдается.

IV Определение усилий, действующих на штабель плит.

1ое сочетание сил

Продольная инерционная сила:

$F_{пр} = a_{пр} \times Q_{гр}$

$$a_{пр} = a_{32} - \frac{Q^{o}_{гр} \times (a_{22} - a_{85})}{63}$$

$a_{22} = 1{,}2$; $Q^{o}_{гр} = 43{,}2 т$; $a_{85} = 1{,}0$

$$a_{пр} = 1{,}2 - \frac{43{,}2 \times (1{,}2 - 1{,}0)}{63} = 1{,}06 тс/т$$

$F_{гр} = 1{,}06 \times 10{,}8 = 11{,}4 тс$

Сила трения:

$F^{пр.}_{тр.} = Q_{гр} \times \mu$

$\mu = 0{,}45$; $Q_{гр} = 10{,}8 т$

$F^{пр}_{тр} = 0{,}45 \times 10{,}3 = 4{,}9 тс$

Продольное неуравновешенное усилие:

$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F^{пр}_{тр}$

$\Delta F_{пр} = 11{,}4 - 4{,}9 = 6{,}5 тс$

2ое сочетание сил.

Поперечная инерционная сила:

$F_{п} = a_{п} \times Q_{гр}$

$$a_{п} = a_{c} + \frac{2 \times (a_{ш} - a_{c})}{l_{в}} l_{гр}$$

$a_{c} = 0{,}33 тс/т$, $a_{ш} = 0{,}55 тс/т$; $l_{в} = 9{,}72 м$; $l_{гр} = 4{,}93 м$

$$a_{п} = 0{,}33 + \frac{2 \times (0{,}55 - 0{,}33)}{9{,}72} \times 4{,}93 = 0{,}55 тс/т$$

$F_{п} = 0{,}55 \times 10{,}8 = 5{,}94 тс$

Вертикальная инерционная сила:

$F_{в} = a_{в} \times Q_{гр}$

$$a_{в} = 250 + K \times l_{гр} + \frac{2140}{Q^{o}_{гр}}$$

$K = 5$; $l_{гр} = 0$

$$a_{в} = 250 + 5 \times 0 + \frac{2140}{43{,}2} = 300 кгс/кг$$

$F_{в} = 0{,}3 \times 10{,}8 = 3{,}2 тс$

Ветровая нагрузка:

$W_{п} = 50 \times S_{п}$ $S_{п} = 3{,}6 м^2$

$W_{п} = 50 \times 3{,}6 = 180 кгс = 0{,}18 тс$

Сила трения:

$F^{п}_{тр} = Q_{гр} \times \mu \times (1000 - a_{в})$

$F^{п}_{тр} = 10{,}8 \times 0{,}45 \times (1000 - 300) = 3402 кгс = 3{,}4 тс$

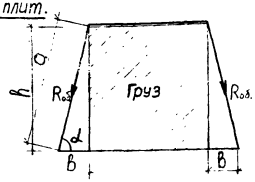
Поперечное, неуравновешенное усилие:

$\Delta F^{в}_{п} = n \times (F_{п} + W_{п}) - F^{п}_{тр}$

$n = 1{,}25$

$\Delta F^{в}_{п} = 1{,}25 \times (5{,}94 + 0{,}18) - 3{,}4 = 4{,}2 тс$

V Определение усилий в обвязке штабеля плит.



от 1го сочетания сил

$$R^{пр}_{об.}=\frac{\Delta F^{об.}_{пр}}{2\times n_{об}\times\mu\times\sin\alpha}$$

$B = 395$ мм $h = 1120$ мм

$$a=\sqrt{B^2+h^2}$$

$$a=\sqrt{1120^2+395^2}=1188\text{ мм}$$

$$\sin\alpha=\frac{h}{a}$$

$$\sin\alpha=\frac{1120}{1188}=0.94$$

$n_{об}=2$; $\mu=0{,}45$

$\Delta F^{об}_{пр}=\Delta F_{пр}=6{,}5$ тс

$$R_{об}=\frac{6{,}5}{2\times2\times0{,}45\times0{,}94}=3{,}84\text{ тс}$$

от 2го сочетания сил

$$R^{п}_{об.}=\frac{\Delta F^{об}_{п}}{2\times n_{об}\times\mu\times\sin\alpha}$$

$\Delta F^{об}_{п}=\Delta F_{п}=4{,}3$ тс

$$R_{об}=\frac{4{,}2}{2\times2\times0{,}45\times0{,}94}=2{,}48$$

Принято: обвязки из проволоки ϕ 7,5мм по 8 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну обвязку 3,88 тс

VI Определение размеров подкладок

Высота принята конструктивно : $h_0=120$мм

Проверка на устойчивость :

$$b_0\geqslant\frac{2(1{,}25\,N_0\,\mu\,h_0-P_в h_у)}{N_0}$$

$h_у=0$

$b_0\geqslant 2\times1{,}25\times0{,}55\times0{,}12=0{,}165$ м

Принято: $b_0=180$мм

VII Расчет подкладок на смятие.

Напряжение в подкладках при смятии по 1му сочетанию сил.

$$\sigma_с=\frac{N^{пр}_0}{S_0}$$

$$N^{пр}_0=\frac{Q_{гр}}{2}+2\times R^{пр}_{об}\times\sin\alpha$$

$$N^{пр}_0=\frac{10{,}8}{2}+2\times3{,}8\times0{,}94=12{,}5\text{ тс}$$

$$\sigma_с=\frac{12{,}5}{2{,}08\times0{,}18}=33{,}4\text{ тс/м}^2=3{,}3\text{ кгс/см}^2<[30\text{ кгс/см}^2]$$

Напряжение в подкладках при смятии по 2му сочетанию сил:

$$\sigma_с=\frac{N^{п}_0+F_в}{S_0}$$

$$N^{п}_0=\frac{Q_{гр}}{2}+2\times R^{п}_{об.}\times\sin\alpha$$

$$N^{п}_0=\frac{10{,}8}{2}+2\times2{,}5\times0{,}94=10{,}1\text{ тс}$$

$$\sigma_с=\frac{10{,}1+3{,}2}{2{,}08\times0{,}18}\doteq35{,}5\text{ тс/м}^2=3{,}6\text{ кгс/см}^2<[30\text{ кгс/см}^2]$$

Принято: подкладки (прокладки) 120 × 180 мм

VIII Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{пр}=\frac{l}{(h_{ц.т}-h^{пр}_у)}\geqslant1{,}25$$

$h_{ц.т}=0{,}5$м; $h^{пр}_у=0$; $l=1{,}366$ м

$$\eta_{пр}=\frac{1{,}366}{0{,}5}=2{,}7>[1{,}25]$$

IX Проверка устойчивости груза поперек платформы.

$$\eta_п=\frac{Q_{гр}\times B^{о}_п}{F_п\times(h_{ц.т.}-h^{о}_у)+W_п\times(h^{п}_{ип}-h^{о}_у)}\geqslant1{,}25$$

$B^{о}_п=1{,}04$ м ; $h^{п}_{ип}=0{,}5$ м ; $h^{пр}_у=0$

$$\eta_п=\frac{10{,}8\times1{,}04}{5{,}94\times0{,}5+0{,}21\times0{,}5}=3{,}65>[1{,}25]$$

РАЗДЕЛ IO. ПОГРУЗКА, РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ Ж.-Б. ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ ПЕШЕХОДНЫХ МОСТОВ / ТИПОВОЙ ПРОЕКТ ИНВ. № 728/II / НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМАХ.

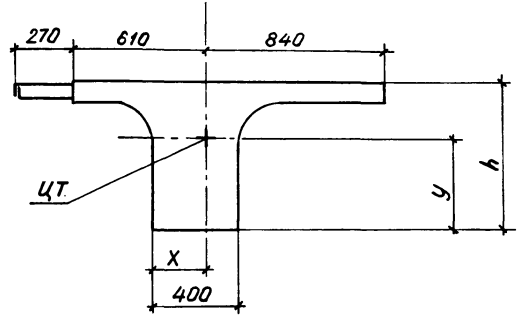
СОСТАВ РАЗДЕЛА

№№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
I	2	3	4
I	2539-IO.OI.OI.	Ж.-б. пролетные строения пешеходных мостов / проект инв. № 728/II /. Основные характеристики блоков.	204
2	2539-IO.OI.02.	Ж.-б. пролетные строения пешеходных мостов / проект инв. № 728/II /. Закладные детали для закрепления блоков на платформе.	205÷206
3	2539-IO.02.OI.	Размещение и крепление ж.-б. блока пролётного строения пешеходного моста l_n =I2м, h =0,7м на ж.-д. платформе.	207÷212
4	2539-IO.03.OI.	Размещение и крепление ж.-б. блока пролетного строения пешеходного моста l_n= I5м, h = 0,7м на ж.-д. платформе.	213÷218
5	2539-IO.04.OI.	Размещение и крепление ж.-б. блока пролетного строения пешеходного моста l_n= I8м, h = 0,7м на ж.-д. платформе.	219÷224

Нач. отд.	Гродзенский		2539-10.00.00
ГИП	Гродзенский		Состав раздела 10.
Норм. кон.	Новолодский		Литер РП; Лист 1; Листов 1
Рук. гр.	Гуревич		Гипротранспуть
Ст. инж.	Кабанов		

Основные характеристики блоков пролетных строений.

Полная длина м	Высота h м	Положение ц.т		Вес блока т
		X (мм)	У (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.	Гровзенский			Ж.-б. пролетные строения пешеходных мостов (проект инв. № 728/2). Основные характеристики блоков.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гровзенский				РП	1	1
Нор. кон.	Новолодская				Гипротранспуть		
Рук. гр.	Гуревич						
Ст. инж.	Кабанов						

Схема расположения закладных деталей на блоках пролетных строений длиной ℓ_n=18 м, ℓ_n=15 м, высотой h=0,7 м.

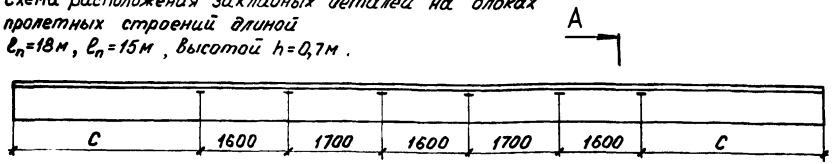
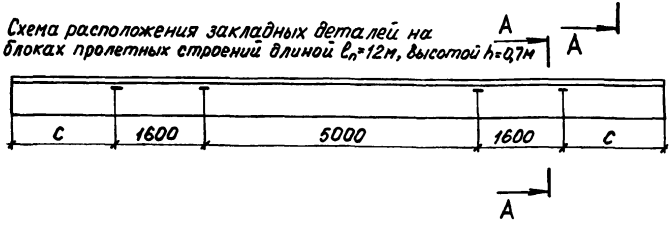
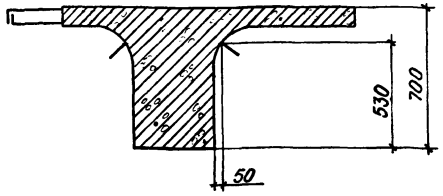


Схема расположения закладных деталей на блоках пролетных строений длиной ℓ_n=12 м, высотой h=0,7 м



А-А



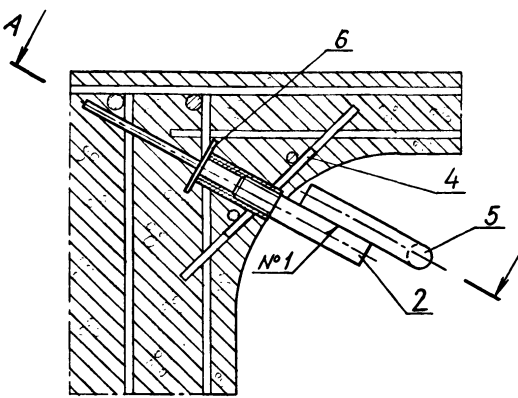
Ведомость закладных деталей на один блок

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

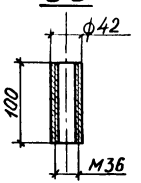
В зависимости от применения металлической или деревянной опалубки при бетонировании блоков пролетных строений используется соответствующий тип закладных деталей. Конструкции закладных деталей см. на листе №2

				2539-10.01.02		
Нач. отд.	Гродзенский			Ж.-б. пролетные строения пешеходных мостов (проект инв. № 728/2) Закладные детали для закрепления блоков на платформе	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский				РП	1	2
Нор. конт	Новолодский				Гипротранспуть		
Рук. гр.	Гуревич						
Ст. инж.	Кабанов						

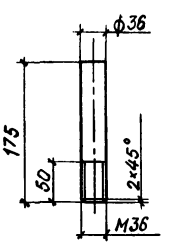
Конструкция закладной детали ЗД-1 при бетонировании блока в металлической опалубке

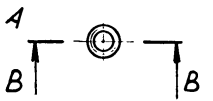


Поз. 1

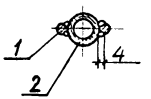


Поз. 2

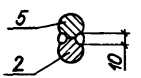


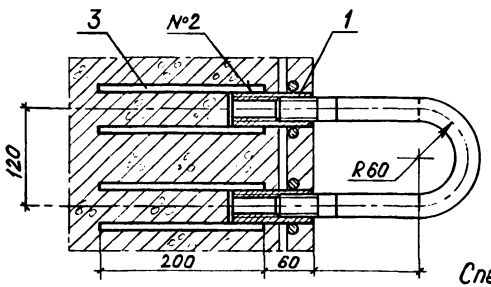


Сварной шов №2

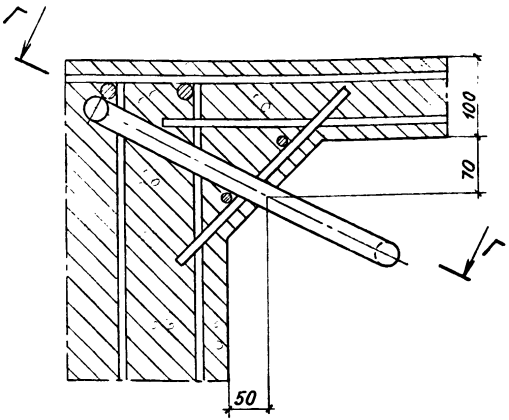


Сварной шов №1

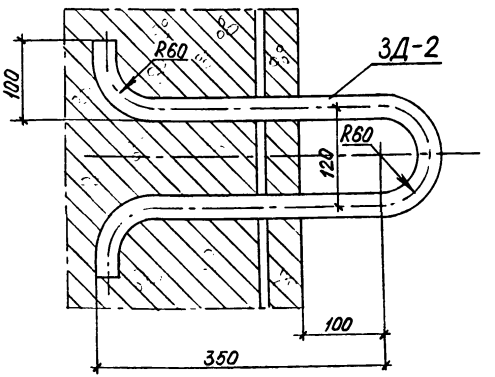




Конструкция закладной детали ЗД-2 при бетонировании блока в деревянной опалубке



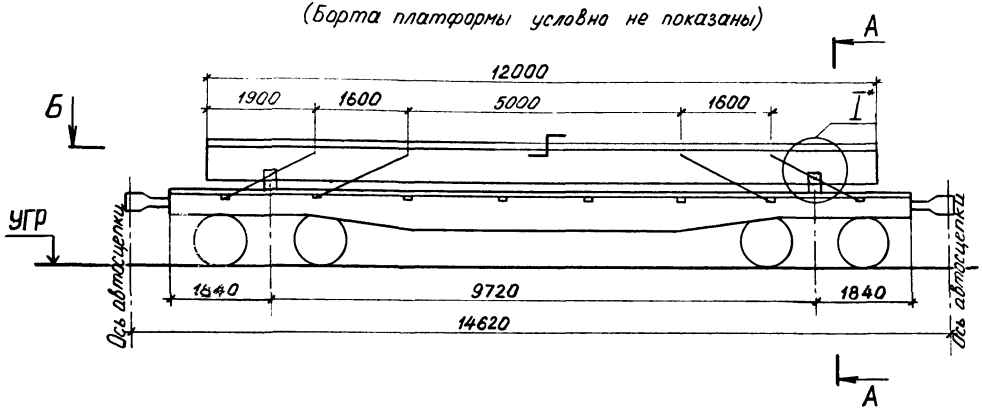
Г-Г



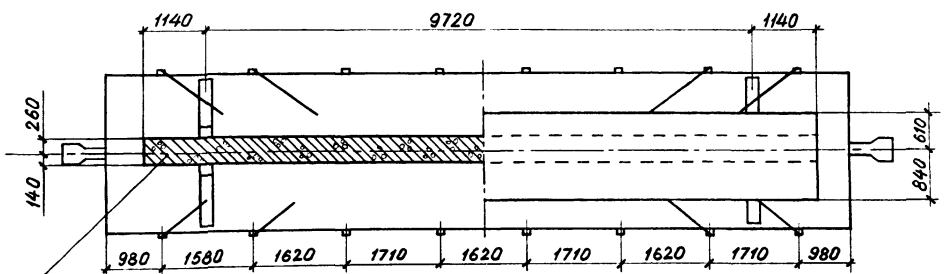
Спецификация металла

Марка	№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал обычное исполнение	Материал северное исполнение	Прим.
ЗД-1	1	Труба с резьбой М42	Тр.42-5	100	2	0,41	0,82	Сталь Ст.20 по ГОСТ 1050-74	09Г2С по ГОСТ 19282-73	ГОСТ 8732-78
	2	Шпилька	36 AI	175	2	1,40	2,80	Вст.3 сп2 по ГОСТ 380-71*	Сталь 09Г2 по ГОСТ 19281-73	ГОСТ 5781-75
	3	Арматура	12 AII	200	4	0,18	0,72	Вст.5 сп2 по ГОСТ 380-71*	Сталь 10ГТ	ГОСТ 5781-75
	4	Стержень	12 AII	150	4	0,13	0,52	—"—	Сталь 10ГТ	ГОСТ 5781-75
	5	Петля	32 AI	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 пс6 по ГОСТ 380-71*	Вст.3 сп2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 103-76
		Итого со сварными швами:					7,8			
ЗД-2	—	Петля	32 AI	1040	1	8,36	8,4	Вст.3 сп2 по ГОСТ 380-71*	Вст.3 сп2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 5781-75

(Борта платформы условно не показаны)

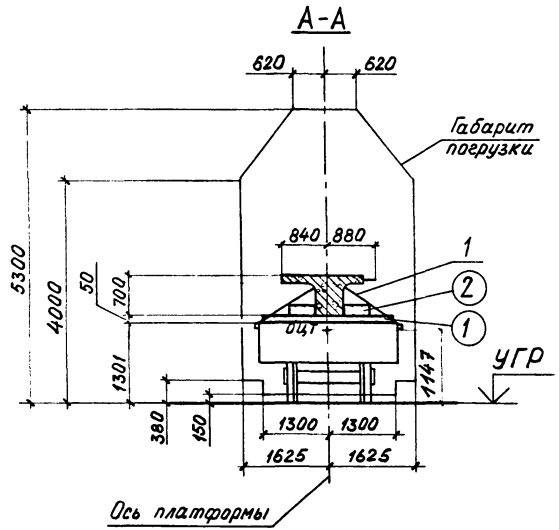


Б-Б



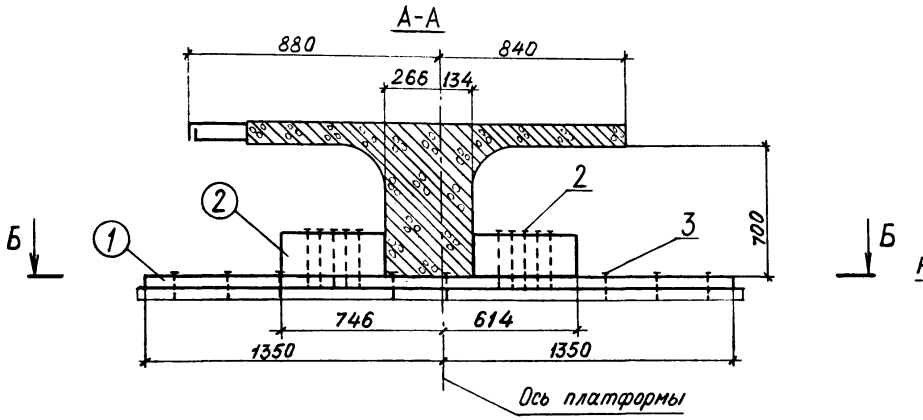
Ось блока пролетного строения

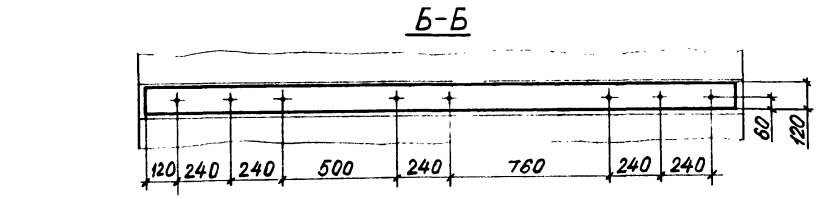
Ось платформы

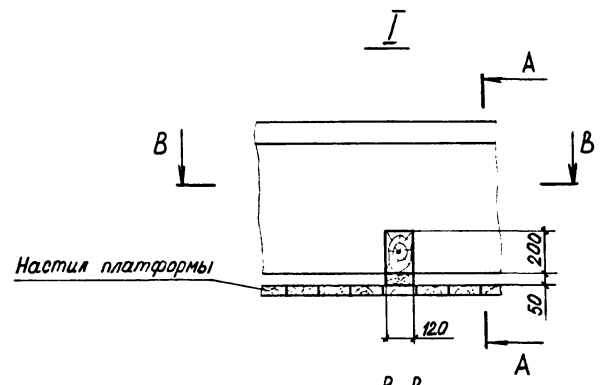


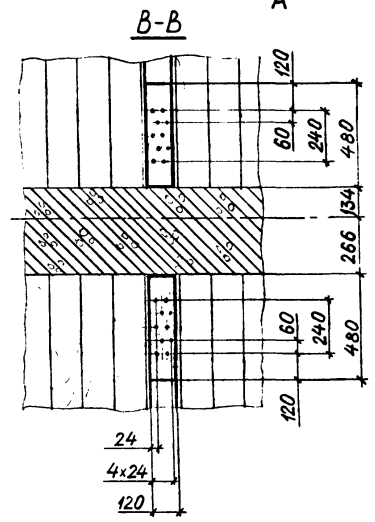
* Узел I см. на листе № 2.

				2539-10.02.01		
Нач.отд.	Гродзенский			Размещение и крепление ж.-б. блока пролетного строения пешеходного моста ℓ_n=12м h=0,7м на ж.-д. платформе.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский				РП	1	6
Нор.кон.	Новоловский				Гипротранспуть		
Рук.гр.	Гуревич						
Ст.инж.	Кабанов						


А-А
880
840
266
134
2
3
700
Б
1
2
Б
746
614
1350
1350
Ось платформы


Б-Б
60
120
120
240
240
500
240
760
240
240


I
А
В
В
Настил платформы
200
50
120
А


В-В
120
60
240
480
134
266
60
240
480
120
24
4x24
120

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
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 (1блок)	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 ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим.
1	Растяжка из проволоки	8ø6	19000	8	4,22	33,7	Сталь по ГОСТ 14085-75	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, м³ ед	Объем, м³ общ.	Материал	Прим.
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.

I. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4^{x}осной платформе блока железобетонного пролётного строения длиной I2м, 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", I98Iг.

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 Ц.Т от подошвы блока – 0,432м
Положение Ц.Т от края наружней консоли блока по горизонтали – 0,834 м

Характеристика платформы

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

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

$$h_{оцт} = \frac{Q_{ер} \times h_{ер} + Q_{пл} \times h_{пл}}{Q_{ер} + Q_{пл}} \leq 2{,}3 м$$

$$h_{оцт} = \frac{12 \times (1{,}301 + 0{,}05 + 0{,}432) + 22 \times 0{,}8}{12 + 22} = 1{,}147 м < 2{,}3 м$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{пл} + S_n \leq 50 м^2 \qquad S_n = 12 \times 0{,}7 = 8{,}4 м^2$$

$$S = 13 + 8{,}4 = 21{,}4 м^2$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдается

Определение усилий, действующих на груз.

1 сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = a_{пр} \times Q_{ер} = 1{,}162 \times 12 = 13{,}94$ тс

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{ер}(a_{22} - a_{85})}{83} = 1{,}2 - \frac{12 \times (1{,}2 - 1{,}0)}{83} = 1{,}162 тс/т$$

Сила трения: $F^{пр}_{тр} = Q_{ер} \times \mu = 12 \times 0{,}45 = 5{,}4$ тс

$\mu = 0{,}45$ – коэффициент трения деревянной подкладки по деревянному настилу.

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F^{пр} = F_{пр} - F^{пр}_{тр} = 13{,}94 - 5{,}4 = 8{,}54 тс$$

2 сочетание сил.

Поперечная инерционная сила: $F_n = a_n \times Q_{ер} = 0{,}33 \times 12 = 3{,}96$ тс

$a_n = 0{,}33$ – по таблице

Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в \times Q_{ер} = 0{,}428 \times 12 = 5{,}14$ тс

$$a_в = 250 + K \times \ell_{гр} + \frac{2140}{Q_{ер}} = 250 + 5 \times 0 + \frac{2140}{12} = 428 \frac{кгс}{т} = 0{,}428 \frac{тс}{т}$$

$K = 5$ – по таблице; $\ell_{гр} = 0$

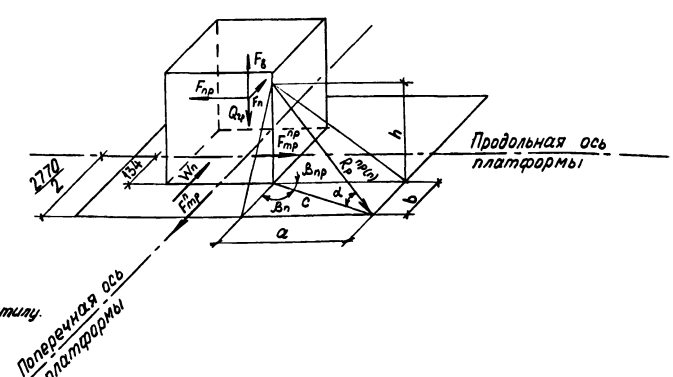
Сила трения: $F^{n}_{тр} = Q_{гр} \times \mu (1000 - a_в) = 12 \times 0{,}45 (1 - 0{,}428) = 3{,}09$ тс

Ветровая нагрузка: $W_n = 50 \times S_n = 0{,}05 \times 8{,}4 = 0{,}42$ тс

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F^{n} = n \times (F_n + W_n) - F^{n}_{тр} = 1{,}25 \times (3{,}96 + 0{,}42) = 5{,}48 тс$$

Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке от первого сочетания сил:

$$R_p^{пр} = \frac{\Delta F_{пр}}{n_p^{пр} \times (M \times \sin\alpha + \cos\alpha \times \cos\beta_{пр})}$$

$$tg\beta_n = \frac{a}{b} = \frac{1,58}{1,195} = 1,3222 \qquad \beta_n = 52°54'$$

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

$$b = \frac{2,77}{2} - 0,19 = 1,195 м$$

$$\beta_{пр} = 90° - \beta_n = 90° - 52°54' = 37°6'$$

$$c = \frac{a}{\sin\beta_n} = \frac{1,58}{0,7976} = 1,98 м$$

$$tg\alpha = \frac{h}{c} = \frac{0,69}{1,98} = 0,3485; \qquad \alpha = 19°13'$$

$M = 0,45$
$n_p^{пр} = 4$
$\sin\alpha = \sin 19°13' = 0,3291$
$\cos\alpha = \cos 19°13' = 0,9443$
$\cos\beta_{пр} = \cos 37°6' = 0,7976$
$\cos\beta_n = \cos 52°54' = 0,6032$

$$R_p^{пр} = \frac{8,54}{4 \times (0,45 \times 0,3291 + 0,9443 \times 0,7976)} = 2,37 тс$$

Усилие в растяжке от второго сочетания сил:

$$R_p^{п} = \frac{\Delta F_n}{n_p^{п} \times (M \times \sin\alpha + \cos\alpha \times \cos\beta_n)}$$

$$R_p^{п} = \frac{5,48}{4 \times (0,45 \times 0,3291 + 0,9443 \times 0,6032)} = 1,91 тс$$

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

Определение размеров подкладки.

Высота подкладки: $h_0 = 0,05$ м

Опредение ширины подкладки:

$$b_0 \geq \frac{2 \times (1,25 \times N_0 \times M \times h_0 - R_y \times h_y)}{N_0}$$

$$N_0 = \frac{Q_{ep} + 2 \times R_p^{пр} \times \sin\alpha \times n_p}{2}$$

$$N_0 = \frac{12 + 2 \times 2,37 \times 0,3291 \times 4}{2} = 9,12 т$$

$h_0 = 0,16$ м; $M = 0,45$; $R_y = 0$; $h_y = 0$;

$$b_0 \geq \frac{2 \times (1,25 \times 9,12 \times 0,45 \times 0,05 - 0)}{9,12} = 0,06 м$$

Принято: подкладки из бруса по ширине 0,12 м

Расчет подкладок по смятию.

Напряжение смятия подкладки по 1 ому сочетанию сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_0^{пр}}{S_0} \leq \left[30 \frac{кг}{см^2}\right]$$

$$N_0^{пр} = \frac{Q_{ep} + 2 \times n_p^{пр} \times \sin\alpha \times R_p^{пр}}{2} = \frac{12 + 2 \times 4 \times 0,3291 \times 2,37}{2} = 9,12 тс$$

$S_0 = 0,12 \times 0,4 = 0,048 м^2$

$$\sigma_{см} = \frac{9,12}{0,048} = 190 \frac{т}{м^2} = 19,0 \frac{кгс}{см^2} < \left[30 \frac{кгс}{см^2}\right]$$

Напряжение смятия подкладки по 2 ому сочетанию сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_0^{п} + F_8^{п}}{S_0} \leq \left[30 \frac{кг}{см^2}\right]$$

$$N_0^{п} = \frac{Q_{ep} + 2 \times n_p^{п} \times \sin\alpha \times R_p^{п}}{2} = \frac{12 + 2 \times 4 \times 0,3291 \times 1,91}{2} = 8,51 тс$$

$$F_8^{п} = \frac{F_8}{2} = \frac{5,14}{2} = 2,57 тс$$

$$\sigma_{см} = \frac{8,51 + 2,57}{0,048} = 230,8 \frac{т}{м^2} = 23,8 \frac{кгс}{см^2} < \left[30 \frac{кгс}{см^2}\right]$$

Подкладка состоит из доски сечением $0,05 \times 0,12$ м, длиной 2,7м.

Проверка устойчивости груза от опрокидывания

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$k_{пр} = \frac{e^{o}_{пр}}{h_{цт} - h_y} = \frac{4,86}{0,432 - 0} = 11,3 > [1,25]$$

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы:

$$k_п = \frac{Q_{гр} \times b^{o}_{п}}{F_п \times (h_{цт} - h^{o}_{y}) + W_п \times (h^{o}_{пп} - h^{o}_{y})} = \frac{12 \times 0,134}{3,96 \times (0,432 - 0,2) + 0,42 \times (0,35 - 0,2)} = 1,68 > [1,25]$$

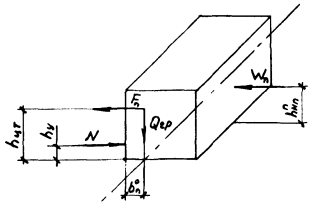
$b^{o}_{п} = 0,4 - 0,26 = 0,14$ м

$h^{o}_{пп} = \frac{0,7}{2} = 0,35$ м

$h^{o}_{y} = 0,2$ м

Расчет поперечных упоров

Определение усилия, действующего на упор при опрокидывании:



$M_{опр} = (F_п \times h_{цт} + W_п \times h^{o}_{п}) \times n$; $n = 1,25$

$M_{уд} = Q_{гр} \times b^{o}_{п} + N \times h^{o}_{y}$

$$N = \frac{(F_п \times h_{цт} + W_п \times h^{o}_{пп}) \times n - Q_{гр} \times b^{o}_{п}}{h_y}$$

$$N = \frac{(3,96 \times 0,432 + 0,42 \times 0,35) \times 1,25 - 12 \times 0,134}{0,2} = 3,57 \text{ тс}$$

$\frac{N}{2} = \frac{3,57}{2} = 1,79$ тс – усилие, действующие на один упор

Напряжение смятия упора

$$\sigma_{см} = \frac{N}{2 \times S} \leq \left[130 \frac{кгс}{см^2}\right]; \quad S = 0,18 \times 0,2 = 0,036 \text{ м}^2$$

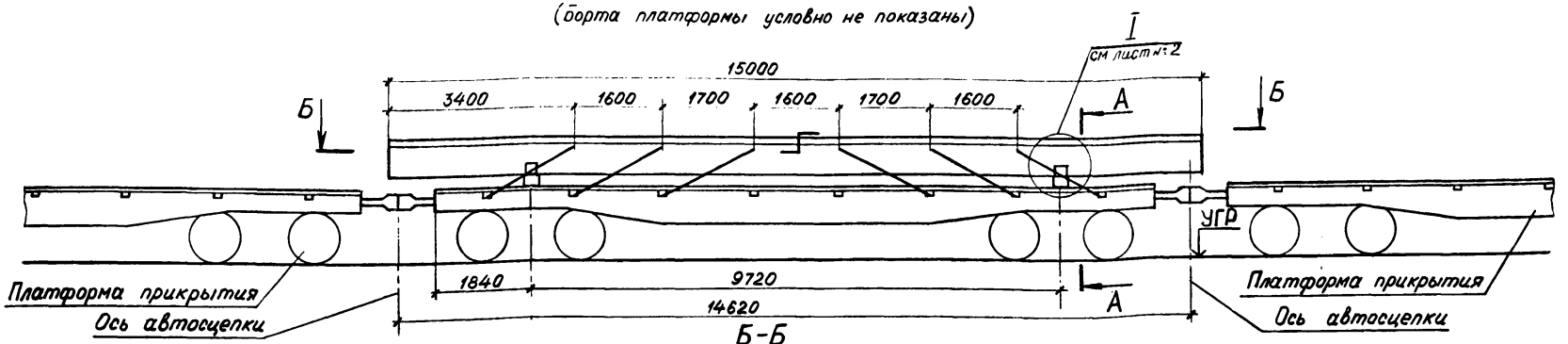
$$\sigma_{см} = \frac{3,57}{2 \times 0,036} = 50 \frac{т}{м^2} = 5,0 \frac{кгс}{см^2} < \left[130 \frac{кгс}{см^2}\right]$$

Определение количество гвоздей для крепления бруска упора:

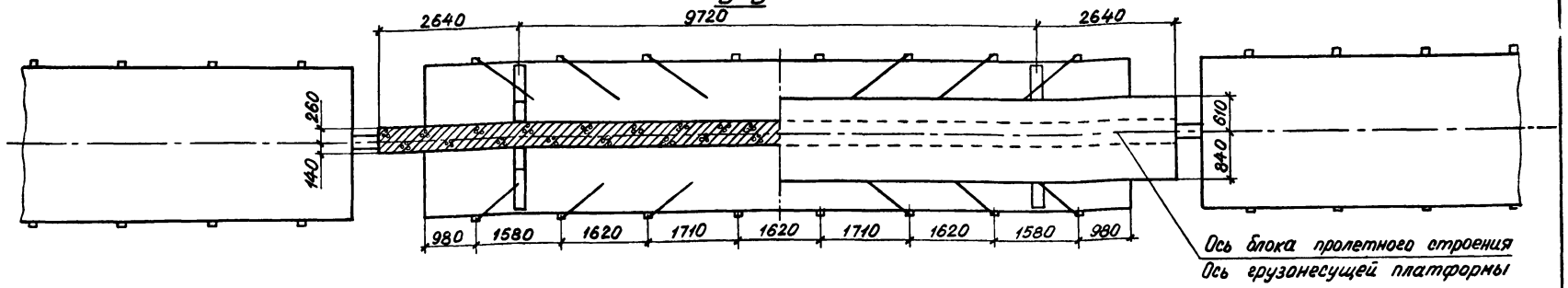
$$n_{гв} = \frac{N}{n^{o}_{с} \times R_{гв}} = \frac{3,57}{2 \times 0,192} = 10 \text{ шт}$$

принимаем гвозди $d = 8$ мм, длиной 250 мм, $R_{гв} = 192$ кг

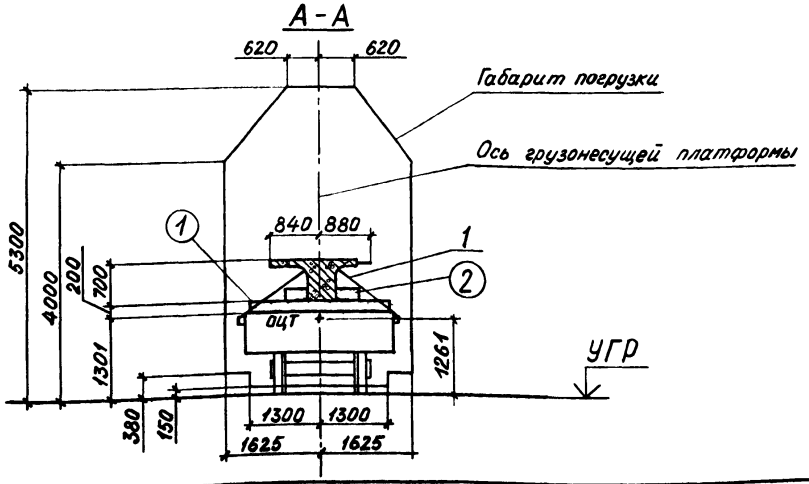
(борта платформы условно не показаны)



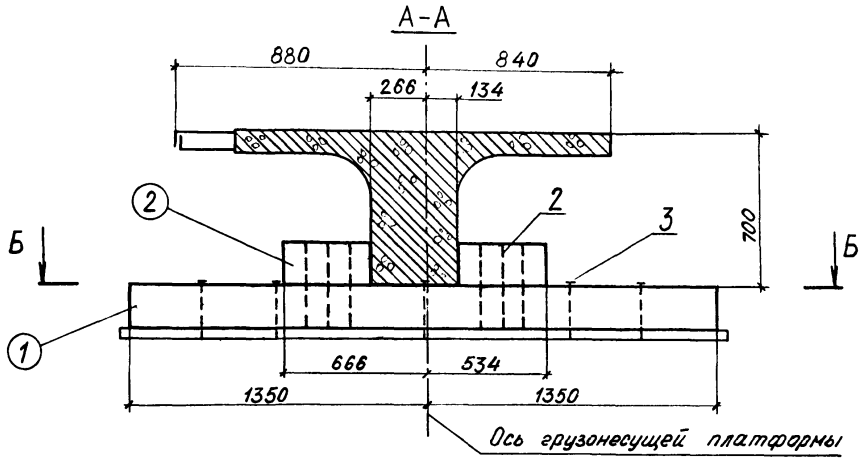
Б-Б

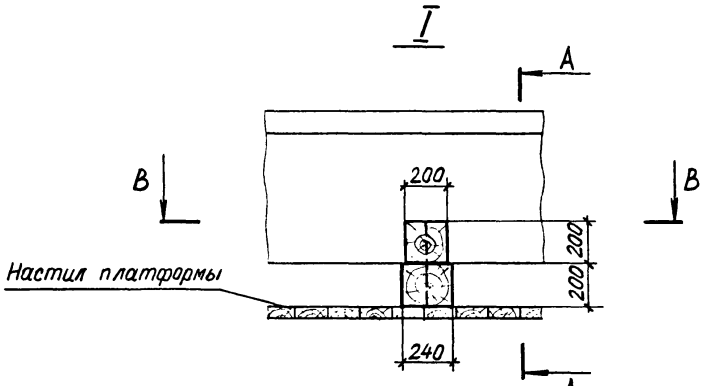


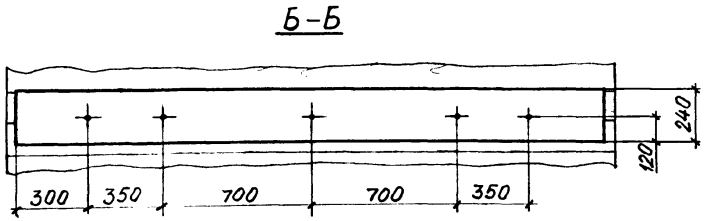
А-А

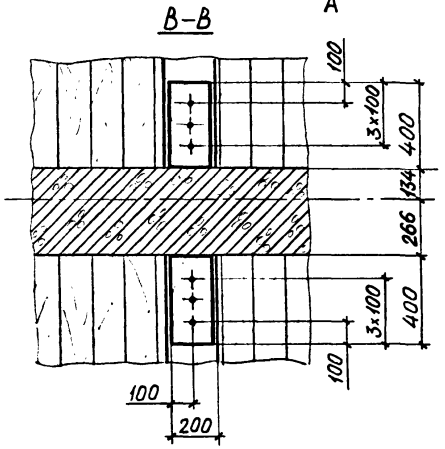


				2539-10.03.01		
Нач. отд	Гродзенский			Размещение и крепление ж-б блока пролетного строения пешеходного моста ℓ_n=15 м h=0,7 м на ж.-д. платформе.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский				РП	1	6
Нор. кон	Новолодский				Гипротранспуть		
Рук. гр.	Гуревич						
Ст. инж.	Кабанов						


А-А
880
840
266
134
700
Б
Б
2
2
3
1
666
534
1350
1350
Ось грузонесущей платформы


I
А
В
В
200
200
200
Настил платформы
240
А


Б-Б
240
120
300
350
700
700
350


В-В
100
3х100
400
134
266
400
3х100
100
100
200

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
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 ед	Масса, кг общ	Материал	Прим.
1	Растяжка из проволоки	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 283-75 ГОСТ 4028-63
Итого:						51		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Прим.
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 грузоподъёмностью 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.

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 наружней консоли блока по горизонтали – 0,834 м

Характеристика платформы.

Платформа четырёхосная
База платформы – 9,72 м
Вес платформы – 22 т
Положение Ц.Т от УГР – 0,8 м

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{оцт} = \frac{Q_{гр} \times h_{гр} + Q_{пл} \times h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leqslant 2{,}3 \text{ м}$$

$$h_{оцт} = \frac{15{,}1 \times (1{,}301 + 0{,}2 + 0{,}432) + 22 \times 0{,}8}{15{,}1 + 22} = 1{,}261 \text{ м} < 2{,}3 \text{ м}$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{пл} + S_n \leqslant 50 \text{ м}^2 \qquad S_n = 15 \times 0{,}7 = 10{,}5 \text{ м}^2$$

$$S = 13 + 10{,}5 = 23{,}5 \text{ м}^2 < 50 \text{ м}^2$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдена.

Определение усилий, действующих на груз.

1ое сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = a_{пр} \times Q_{гр} = 1{,}152 \times 15{,}1 = 17{,}40$ тс

$$a_{пр} = a_{zz} - \frac{Q_{гр}(a_{zz} - a_{88})}{63} = 1{,}2 - \frac{15{,}1(1{,}2 - 1{,}0)}{63} = 1{,}152 \frac{тс}{т}$$

Сила трения: $F_{тр}^{пр} = Q_{гр} \times \mu = 15{,}1 \times 0{,}45 = 6{,}80$ тс

$\mu = 0{,}45$ – коэффициент трения деревянной подкладки по деревянному настилу.

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F = F_{пр}^{пр} - F_{тр}^{пр} = 17{,}4 - 6{,}8 = 10{,}60 \text{ тс}$$

2ое сочетание сил:

Поперечная инерционная сила: $F_n = a_n \times Q_{гр} = 0{,}33 \times 15{,}1 = 4{,}98$ тс

$a_n = 0{,}33$ – по таблице

Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в \times Q_{гр} = 0{,}392 \times 15{,}1 = 5{,}92$ тс

$$a_в = 250 + K \times \ell_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} = 250 + 5 \times 0 + \frac{2140}{15{,}1} = 392 \frac{кгс}{т} = 0{,}392 \frac{тс}{т}$$

$K = 5$ – по таблице; $\ell_{гр} = 0$;

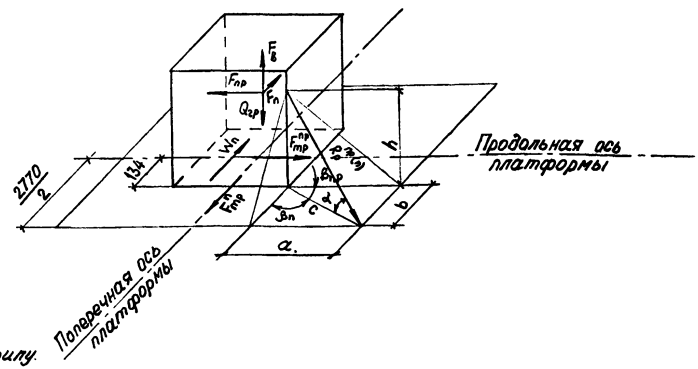
Сила трения: $F_{тр}^{n} = Q_{гр} \times \mu (1000 - a_в) = 15{,}1 \times 0{,}45 (1 - 0{,}392) = 4{,}13$ тс

Ветровая нагрузка: $W_n = 50 \times S_n = 0{,}05 \times 10{,}5 = 0{,}525$ тс

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F^{n} = n \times (F_n + W_n) - F_{тр}^{n} = 1{,}25 \times (4{,}98 + 0{,}525) - 4{,}13 = 2{,}76 \text{ тс}$$

Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке от первого сочетания сил:

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

$tg\beta_n = \frac{a}{b} = \frac{1,58}{1,195} = 1,3222$

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

$b = \frac{2,77}{2} - 0,19 = 1,195$ м

$\beta_{пр} = 90° - \beta_n = 90° - 52°54' = 37°6'$

$c = \frac{a}{\sin\beta_n} = \frac{1,58}{0,7976} = 1,98$ м

$tg\alpha = \frac{h}{c} = \frac{0,73}{1,98} = 0,3687 \qquad \alpha = 20°14'$

$\mu = 0,45$
$n_p^{пр} = 6$
$\sin\alpha = \sin 20°14' = 0,3458$
$\cos\alpha = \cos 20°14' = 0,9383$
$\cos\beta_{пр} = \cos 37°6' = 0,7976$
$\cos\beta_n = \cos 52°54' = 0,6032$

$$R_p^{пр} = \frac{10,6}{6 \times (0,45 \times 0,3458 + 0,9383 \times 0,7976)} = 1,95 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке от второго сочетания сил:

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

$$R_p^{п} = \frac{2,76}{6 \times (0,45 \times 0,3458 + 0,9383 \times 0,6032)} = 0,64 \text{ тс}$$

Принята: растяжки из проволоки ф6мм по 7 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку 2,17 тс

Определение размеров подкладки.

Определение высоты подкладки:

$$h_o = a \times tg\gamma + h_n + f_r + h_3 + h_б$$

$a_n = 1,74$ м, $h_n = 0,1$ м; $h_б = 0$;
$tg\gamma = 0,025$; $h_3 = 0,025$ м; $f_r = 0$;

$$h_o = 1,74 \times 0,025 + 0,1 + 0 + 0,025 + 0 = 1,169 \text{ м}$$

Принято: подкладки из бруса по высоте 0,2м

Определение ширины подкладки:

$$b_o \geq \frac{2(1,25 \times N_o \times \mu \times h_o - R_y \times h_y)}{N_o}$$

$$N_o = \frac{Q_{гр} + 2 \times R_p^{пр} \times n_p^{пр} \times \sin\alpha}{2} = \frac{15,1 + 2 \times 1,95 \times 6 \times 0,3458}{2} = 11,60 \text{ тс}$$

$h_o = 0,2$ м; $\mu = 0,45$; $R_y = 0$; $h_y = 0$;

$$b_o \geq \frac{2 \times (1,25 \times 11,60 \times 0,45 \times 0,2 - 0)}{11,6} = 0,225 \text{ м}$$

Принято: подкладки из брусьев по ширине 0,24 м

Расчет подкладок по смятию.

Напряжение смятия подкладки по 1 ому сочетанию сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_o^{пр}}{S_o} \leq \left[30 \frac{кг}{см^2}\right]$$

$$N_o^{пр} = \frac{Q_{гр} + 2 \times n_p^{пр} \times \sin\alpha \times R_p^{пр}}{2} = \frac{15,1 + 2 \times 6 \times 0,3458 \times 1,95}{2} = 11,60 \text{ тс}$$

$S_o = 0,4 \times 0,24 = 0,096$ м²

$$\sigma_{см} = \frac{11,60}{0,096} = 120,8 \frac{тс}{м^2} = 12,1 \frac{кгс}{см^2} < \left[30 \frac{кгс}{см^2}\right]$$

Напряжение смятия подкладки по 2 ому сочетанию сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_o^{п} + F_б^{п}}{S_o} \leq \left[30 \frac{кгс}{см^2}\right]$$

$$N_o^{п} = \frac{Q_{гр} + 2 \times n_p^{п} \times \sin\alpha \times R_p^{п}}{2} = \frac{15,1 + 2 \times 6 \times 0,3458 \times 0,64}{2} = 8,88 \text{ тс}$$

$F_б^{п} = \frac{F_б}{2} = \frac{5,92}{2} = 2,96$ тс $\qquad S_o = 0,096$ м²

$$\sigma_{см} = \frac{8,88 + 2,96}{0,096} = 123,3 \frac{тс}{м^2} = 12,3 \frac{кгс}{см^2}$$

Прокладка состоит из бруса сечением 0,2×0,24 м, длиной 2,7м.

Проверка устойчивости груза от опрокидывания.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$k_{пр} = \frac{\ell^0_{пр}}{h_{цт} - h^0_y} = \frac{4,86}{0,432-0} = 11,3 > [1,25]$$

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы:

$$k_п = \frac{Q_{вр} \times b^0_п}{F_п \times (h_{цт} - h^0_y) + W_п \times (h^0_{нп} - h^0_y)} = \frac{15,1 \times 0,134}{4,98(0,432-0,2) + 0,53 \times (0,35-0,2)} = 1,64 > [1,25]$$

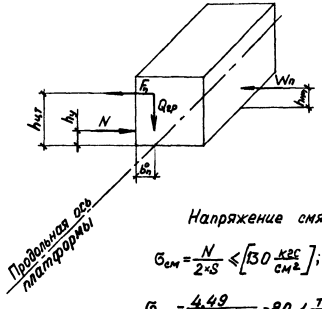
$b^0_п = 0,4 - 0,266 = 0,134$ м

$h^0_{нп} = \frac{0,7}{2} = 0,35$ м

$h^0_y = 0,2$ м

Расчёт поперечных упоров

Определение усилия, действующего на упор при опрокидывании:



$$M_{опр} = (F_п \times h_{цт} + W_п \times h_{нп}) \times n; \quad n = 1,25$$

$$M_{уд} = Q_{вр} \times b^0_п + N \times h^0_y$$

$$N = \frac{(F_п \times h_{цт} + W_п \times h_{нп}) \times n - Q_{вр} \times b^0_п}{h_y}$$

$$N = \frac{(4,98 \times 0,432 + 0,53 \times 0,35) \times 1,25 - 15,1 \times 0,134}{0,2} = 4,49 тс$$

$$\frac{N}{2} = \frac{4,49}{2} = 2,25 тс$$ – усилие, действующее на один упор.

Напряжение смятия упора:

$$\sigma_{см} = \frac{N}{2 \times S} \leqslant \left[130 \frac{кгс}{см^2}\right]; \quad S = 0,24 \times 0,2 = 0,028 м^2 \quad b^0_y = 0,24 м$$

$$\sigma_{см} = \frac{4,49}{2 \times 0,028} = 80,1 \frac{тс}{м^2} = 8,0 \frac{кгс}{см^2} < \left[130 \frac{кгс}{см^2}\right]$$

Определение количества штырей для крепления бруска упора:

$$n_ш = \frac{N}{n^0_б \times R_ш} = \frac{4,49}{2 \times 0,840} = 3 шт$$

принимаем штыри $d = 12$мм, длиной 400 мм, $R_ш = 840$кг

Определение допускаемой ширины груза по условию вписывания в габарит погрузки на кривых участках пути

$$B_н = B_г - 2f_н$$

$n_н = 0,5(L - \ell_б) = 0,5 \times (15 - 9,72) = 2,64$ м

$R = 350$ м

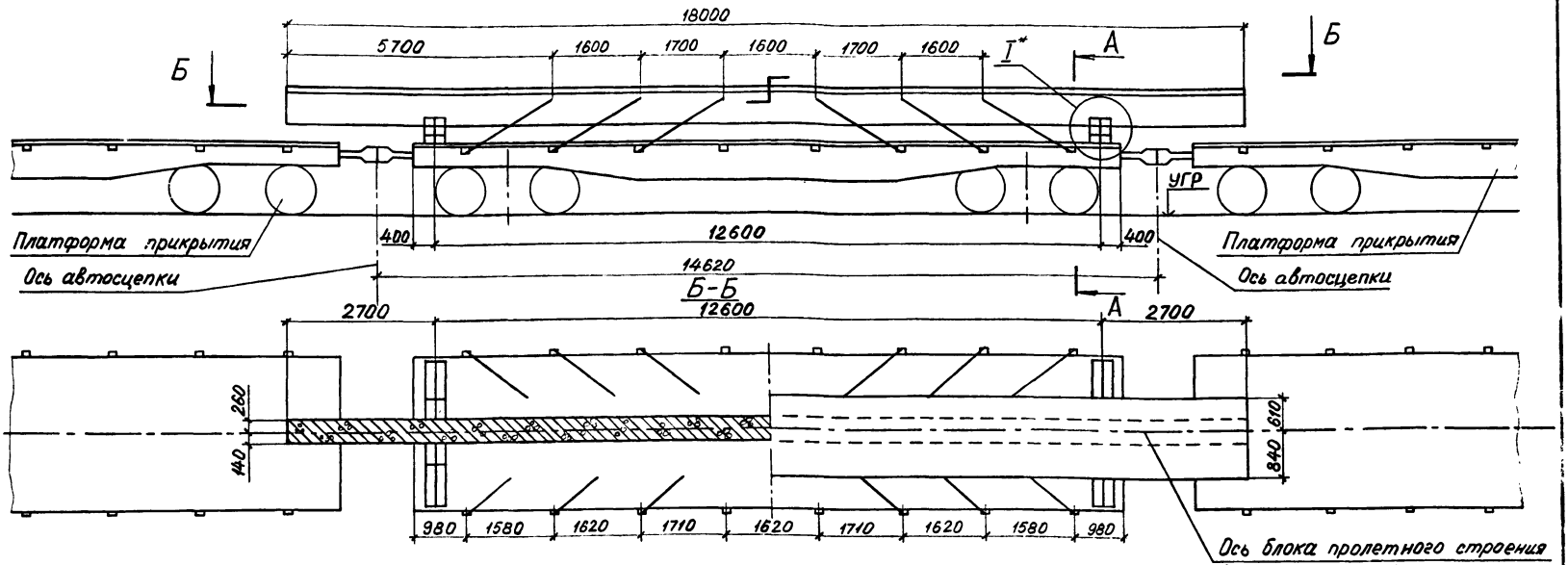
$$K = 70\left(\frac{L}{\ell_б} - 1,41\right) = 70\left(\frac{15}{9,72} - 1,41\right) = 9,33$$

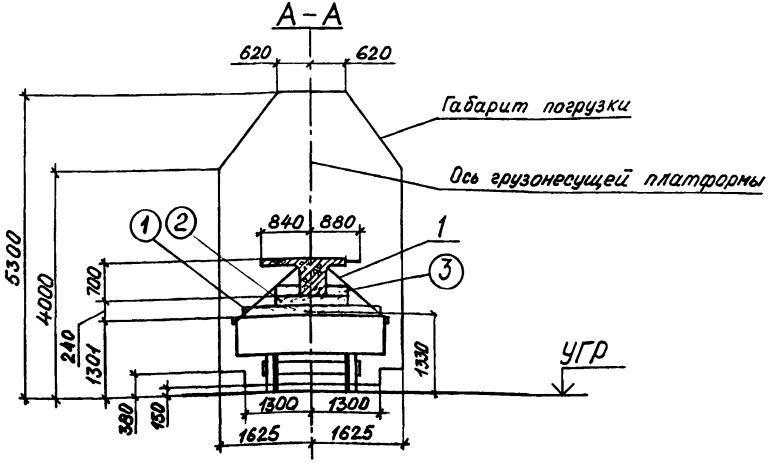
$$f_н = \frac{500}{R} \times (\ell_б + n_н) \times n_н - 105 + K$$

$$f_н = \frac{500}{350} \times (9,72 + 2,64) \times 2,64 - 105 + 9,33 = -49,1 мм$$

$f_н < 0$ – блок пролетного строения вписывается в габарит погрузки на кривых участках пути.

(Борта платформы условно не показаны)





*Узел I см. на листе № 2.

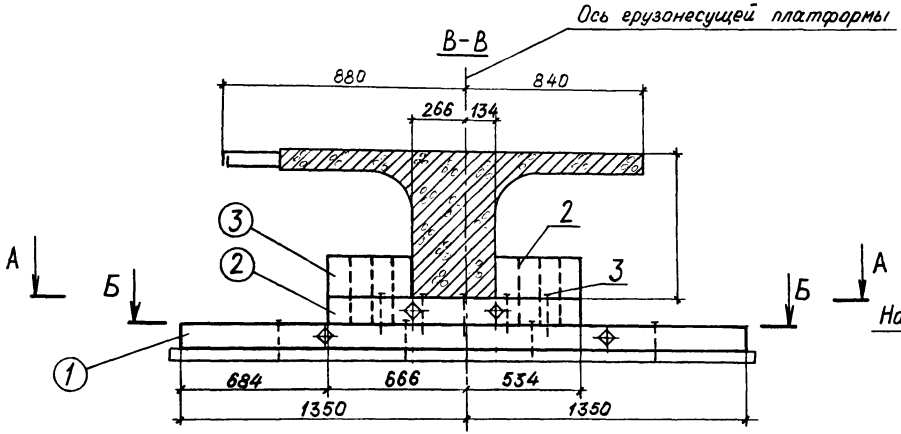
Нач.отд.	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		
Нор.кон	Новоловский		
Рук.гр.	Гуревич		
Ст.инж.	Кабанов		

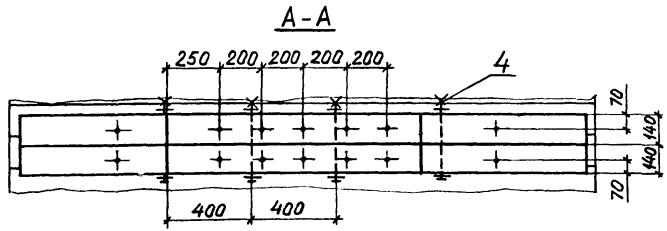
2539-10.04.01

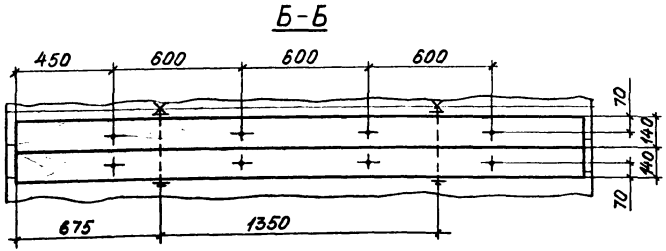
Размещение и крепление ж-б. блока пролетного строения пешеходного моста $\ell_в$=18м h=0,7м на ж-д. платформе.

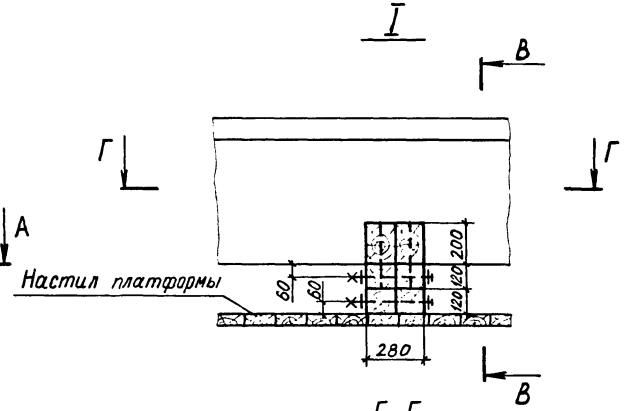
Литер.	Лист	Листов
РП	1	6

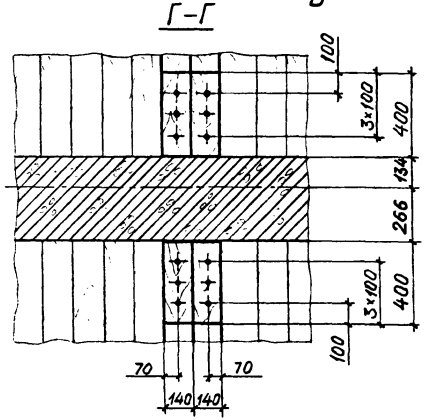
Гипротранспуть


Ось грузонесущей платформы
В-В
880
840
266
134
3
2
1
А
Б
684
666
534
1350
1350


А-А
250
200
200
200
200
4
70
140
140
70
400
400


Б-Б
450
600
600
600
70
140
140
70
675
1350


I
В
Г
Г
А
Настил платформы
60
60
120
120
200
280
В


Г-Г
100
3×100
400
134
266
3×100
400
100
70
70
140
140

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
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 ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим
1	Растяжка из проволоки	8Ø8	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 283-75 ГОСТ 4028-63
4	Болт строительный с гайкой и двумя шайбами	М12	350	8	0,50	4,0	Ст.3 ГОСТ 380-71*	
Итого:						63		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Прим.
①	Брус	12×14	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.

I. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4-осной платформе блока железобетонного пролётного строения длиной 18м, высотой 0,7м, изготовленного по типовому проекту пешеходных мостов / инв.№728/II /.
Платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т, постройки с 1965 года на тележках ЦНИИ-Х3.

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 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 – 18 м
Ширина блока – 1,72 м
Вес блока – 18,1 т
Положение ЦТ от подошвы блока – 0,432 м
Положение ЦТ от края наружней 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:

$$h_{оцт} = \frac{Q_{ер} \times h_{ер} + Q_{пл} \times h_{пл}}{Q_{ер} + Q_{пл}}$$

$$h_{оцт} = \frac{18,1 \times (1,301 + 0,24 + 0,432) + 22 \times 0,8}{18,1 + 22} = 1,330\ м < 2,3\ м$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$$S = S_{пл} + S_{п} \leq 50\ м^2 \qquad S_{п} = 18 \times 0,7 = 11,9\ м^2$$

$$S = 13 + 11,9 = 24,9\ м^2 < 50\ м^2$$

Вывод: поперечная устойчивость платформы с грузом соблюдается

Определение усилий, действующих на груз.

1 ое сочетание сил.

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = a_{пр} \times Q_{ер} = 1,143 \times 18,1 = 20,69$ тс

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q_{ер}(a_{22} - a_{66})}{63} = 1,2 - \frac{18,1(1,2-1)}{63} = 1,143\ тс/т$$

Сила трения: $F^{пр}_{тр} = Q_{ер} \times \mu = 18,1 \times 0,45 = 8,15$ тс

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

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F^{пр} = F_{пр} - F^{пр}_{тр} = 20,69 - 8,15 = 12,54\ тс$$

2 ое сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_{п} = a_{п} \times Q_{ер} = 0,33 \times 18,1 = 5,97$ тс

$a_{п} = 0,33$ – по таблице

Вертикальная инерционная сила: $F_{в} = a_{в} \times Q_{ер} = 0,368 \times 18,1 = 6,67$ т

$$a_{в} = 250 + K \times \ell_{ер} + \frac{2140}{Q_{ер}} = 250 + 5 \times 0 + \frac{2140}{18,1} = 368,23\ \frac{кгс}{т} = 0,368\ \frac{тс}{т}$$

$K = 5$ – по таблице $\qquad \ell_{ер} = 0$;

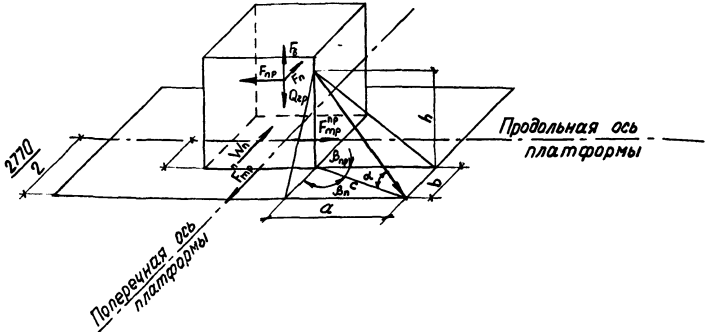
Сила трения: $F^{п}_{тр} = Q_{ер} \times \mu (1000 - a_{в}) = 18,1 \times 0,45 \times (1 - 0,368) = 5,15$ тс

Ветровая нагрузка: $W_{п} = 50 \times S_{п} = 0,05 \times 11,9 = 0,60$ тс

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F^{п} = n \times (F_{п} + W_{п}) - F^{п}_{тр} = 1,25 \times (5,97 + 0,60) - 5,15 = 3,06\ тс$$

Определение усилий в растяжках



Усилие в растяжке от первого сочетания сил:

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

$tg\beta_n = \frac{a}{b} = \frac{1,58}{1,195} = 1,3222$ $\beta_n = 52°54'$

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

$b = \frac{2,77}{2} - 0,19 = 1,195$ м

$\beta_{пр} = 90° - \beta_n = 90° - 52°54' = 37°6'$

$c = \frac{a}{\sin\beta_n} = \frac{1,58}{0,79758} = 1,98$ м

$tg\alpha = \frac{h}{c} = \frac{0,77}{1,98} = 0,3889$ $\alpha = 21°15'$

$\mu = 0,45$
$n_p^{пр} = 6$
$\sin\alpha = \sin 21°15' = 0,3624$
$\cos\alpha = \cos 21°15' = 0,9320$
$\cos\beta_{пр} = \cos 37°6' = 0,7976$
$\cos\beta_n = \cos 52°54' = 0,6032$

$$R_p^{пр} = \frac{12,54}{6 \times (0,45 \times 0,3624 + 0,9320 \times 0,7976)} = 2,33 \text{ тс}$$

Усилие в растяжке от второго сочетания сил:

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

$$R_p^{n} = \frac{3,06}{6 \times (0,45 \times 0,3624 + 0,9320 \times 0,6032)} = 0,71 \text{ тс}$$

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

Определение размеров подкладки.

Определение высоты подкладки:

$$h_o = a \times tg\gamma + h_n + f_r + h_3 + h_5$$

$a_n = 3,24$ м; $h_n = 0,1$ м; $h_5 = 0$;
$tg\gamma = 0,025$; $h_3 = 0,025$ м; $f_r = 0$;

$$h_o = 3,24 \times 0,025 + 0,1 + 0 + 0,025 + 0 = 0,206 \text{ м}$$

Принято: подкладки из бруса по высоте 2×12м

Определение ширины подкладки:

$$b_o \geq \frac{2(1,25 \times N_o \times \mu \times h_o - R_y \times h_y)}{N_o}$$

$$N_o = \frac{Q_{ep} + 2 \times R_p^{пр} \times n_p^{пр} \times \sin\alpha}{2} = \frac{18,1 + 2 \times 2,33 \times 6 \times 0,3624}{2} = 14,12 \text{ тс}$$

$h_o = 0,24$ м; $\mu = 0,45$; $R_y = 0$; $h_y = 0$;

$$b_o \geq \frac{2 \times (1,25 \times 14,12 \times 0,45 \times 0,24 - 0)}{14,12} = 0,27 \text{ м}$$

Принято: подкладки из брусьев по ширине 2×0,14 м

Расчет подкладок по смятию.

Напряжение смятия подкладки по 1ому сочетанию сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_o^{пр}}{S_o} \leq \left[30 \frac{кгс}{см^2}\right]$$

$$N_o^{пр} = \frac{Q_{ep} + 2 \times n_p^{пр} \times \sin\alpha \times R_p^{пр}}{2} = \frac{18,1 + 2 \times 6 \times 0,3624 \times 2,33}{2} = 14,12 \text{ тс}$$

$S_o = 0,4 \times 0,28 = 0,112$ м²

$$\sigma_{см} = \frac{14,12}{0,112} = 126,1 \frac{т}{м^2} = 12,6 \frac{кгс}{см^2} < \left[30 \frac{кгс}{см^2}\right]$$

Напряжение смятия подкладки по 2ому сочетанию сил:

$$\sigma_{см} = \frac{N_o^{n} + F_8^{n}}{S_o} \leq \left[30 \frac{кгс}{см^2}\right]$$

$$N_o^{n} = \frac{Q_{ep} + 2 \times n_p^{n} \times \sin\alpha \times R_p^{n}}{2} = \frac{18,1 + 2 \times 6 \times 0,3624 \times 0,71}{2} = 10,59 \text{тс}$$

$F_8^{n} = \frac{F_8}{2} = \frac{6,87}{2} = 3,34$ тс $S_o = 0,112$ м²

$$\sigma_{см} = \frac{10,59 + 3,34}{0,112} = 124,4 \frac{тс}{м^2} = 12,4 \frac{кгс}{см^2}$$

Подкладка состоит из 4х брусьев сечением 0,24×0,14 м длиной 2,70м, скрепленных между собой по вертикали шпильками, по горизонтали строительными болтами.

Проверка устойчивости груза от опрокидывания.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$k_{пр} = \frac{\ell^{o}_{пр}}{h_{цт} - h^{пр}_{y}} = \frac{4,86}{0,43-0} = 11,3 > [1,25]$$

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы:

$$k_{п} = \frac{Q_{гр} \times L^{o}_{в}}{F_{п} \times (h_{цт} - h^{o}_{y}) + W_{п}(h^{o}_{нп} - h^{o}_{y})} = \frac{18,1 \times 0,134}{5,97 \times (0,432 - 0,2) + 0,6 \times (0,35 - 0,2)} = 1,64 > [1,25]$$

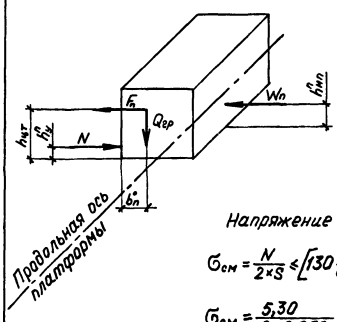
$\ell^{o}_{п} = 0,4 - 0,266 = 0,134$ м

$h^{o}_{нп} = \frac{0,7}{2} = 0,35$ м

$h^{o}_{y} = 0,2$ м

Расчет поперечных упоров

Определение усилия, действующего на упор при опрокидывании:



$$M_{опр} = (F_{п} \times h_{цт} + W_{п} \times h^{o}_{нп}) \times n; \qquad n = 1,25$$

$$M_{уд} = Q_{гр} \times \ell^{o}_{п} + N \times h^{o}_{y};$$

$$N = \frac{(F_{п} \times h_{цт} + W_{п} \times h^{o}_{нп}) \times n - Q_{гр} \times \ell^{o}_{п}}{h_{y}}$$

$$N = \frac{(5,97 \times 0,432 + 0,6 \times 0,35) \times 1,25 - 18,1 \times 0,134}{0,2} = 5,30 \text{ тс}$$

$$\frac{N}{2} = \frac{5,30}{2} = 2,65 \text{ тс} - \text{усилие, действующее на один упор}$$

Напряжение смятия упора:

$$\sigma_{см} = \frac{N}{2 \times S} \le \left[130 \frac{кг}{см^2}\right]; \qquad S = 0,28 \times 0,2 = 0,056 \text{ м}^2; \quad b^{o}_{y} = 0,28 \text{ м}$$

$$\sigma_{см} = \frac{5,30}{2 \times 0,056} = 47,3 \frac{тс}{м^2} = 4,7 \frac{кгс}{см^2} < \left[130 \frac{кгс}{см^2}\right]$$

Определение количества штырей для крепления бруска упора

$$n_{ш} = \frac{N}{n^{г}_{ш} \times R_{ш}} = \frac{5,30}{2 \times 0,798} = 5 \text{ шт}$$

принимаем штыри d=12 мм, длиной 320 мм, $R_{ш} = 504$ кг

Определение допускаемой ширины груза по условию вписывания в габарит погрузки на кривых участках пути

$$B_{н} = B_{г} - 2f_{н}$$

$$n_{н} = 0,5 \times (L - \ell_{в}) = 0,5 \times (18 - 9,72) = 4,14 \text{ м}$$

$R = 350$ м;

$$K = 70\left(\frac{L}{\ell_{в}} - 1,41\right) = 70 \times \left(\frac{18}{9,72} - 1,41\right) = 30,93$$

$$f_{н} = \frac{500}{R} \times (\ell_{в} + n_{н}) \times n_{н} - 105 + K;$$

$$f_{н} = \frac{500}{350} \times (9,72 + 4,14) \times 4,14 - 105 + 30,93 = 82 \text{ мм}$$

$$B_{н} = 3250 - 2 \times 82 = 3086 \text{ мм}$$

$B_{зр} = 1720$ мм – ширина блока пролетного строения

$B_{зр} < B_{н}$ – блок пролетного строения вписывается в габарит погрузки на кривых участках пути

РАЗДЕЛ II. ПОГРУЗКА, РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ Ж.-Б. КОСОУРОВ ПЕШЕХОДНЫХ МОСТОВ (ТИПОВОЙ ПРОЕКТ ИНВ.№728/I) НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМАХ.

СОСТАВ РАЗДЕЛА

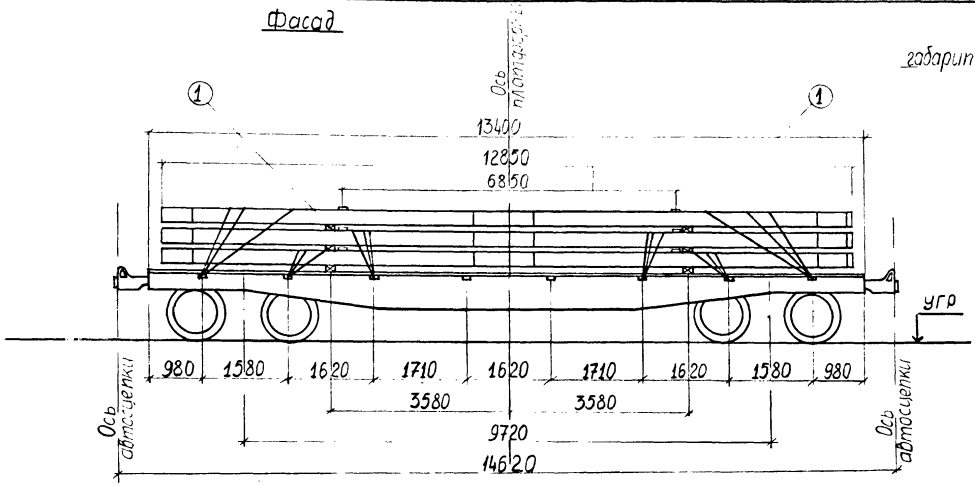
№№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
I	2	3	4
I	2539-II.0I.0I.	Размещение и крепление ж.-б. двухмаршевых косоуров К-4 пешеходных мостов на ж.-д. платформе.	226÷242
2	2539-II.02.0I.	Размещение и крепление ж.-б. одномаршевых косоуров К-7 пешеходных мостов на ж.-д. платформе.	243÷249

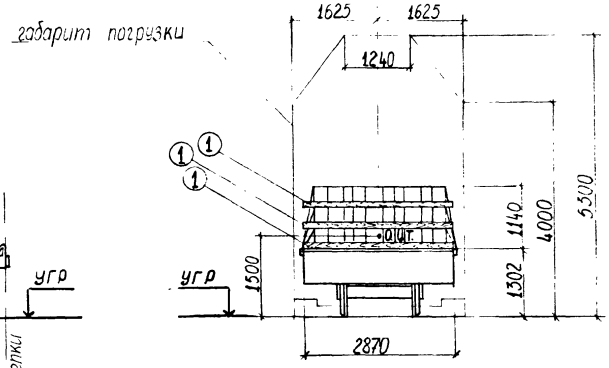
Нач.отд	Гродзенский		2539-11.00.00.
ГИП	Гродзенский		
Норм.конт.	Новолодский		Состав раздела 11.
Рук.группы	Гуревич		
Инженер	Данков		

Литер	Лист	Листов
РП	1	1

Гипротранспуть

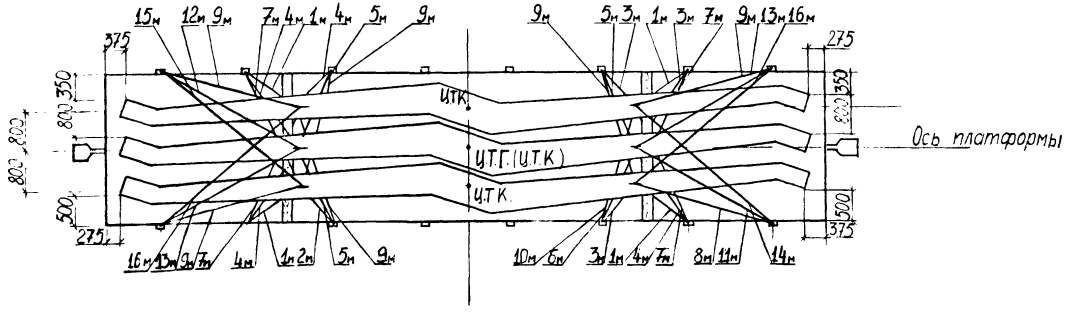
Фасад





(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.	Гродзенский			Размещение и крепление ж.-б. двухмаршевых косоуров К-4 пешеходных мостов на ж.-д. платформе.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский				РП	1	17
Н.контр	Новоподский				Гипротранспуть		
Рук. гр.	Гуревич						
Инженер	Данков						

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	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 УГР.	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. ед.	Масса, кг. общ.	Материал	Примечание
1м	Растяжка из проволоки	6 Ф 6	7900	4	1,8	7		
2м	—— // —— // ——	6 Ф 6	10100	1	2,2	2		
3м	—— // —— // ——	6 Ф 6	11500	3	2,6	8		
4м	—— // —— // ——	6 Ф 6	12100	4	2,7	11		
5м	—— // —— // ——	6 Ф 6	14800	3	3,3	10		
6м	—— // —— // ——	6 Ф 6	15400	1	3,4	3		
7м	—— // —— // ——	6 Ф 6	16600	4	3,7	15		
8м	—— // —— // ——	6 Ф 6	17600	1	3,9	4	Сталь по	ГОСТ
9м	—— // —— // ——	6 Ф 6	19000	6	4,2	25	ГОСТ 14085-79	3282-74
10м	—— // —— // ——	6 Ф 6	19600	1	4,4	4		
11м	—— // —— // ——	6 Ф 6	20500	1	4,6	5		
12м	—— // —— // ——	6 Ф 6	21600	1	4,8	5		
13м	—— // —— // ——	6 Ф 6	22300	2	5,0	10		
14м	—— // —— // ——	6 Ф 6	23800	1	5,3	5		
15м	—— // —— // ——	6 Ф 6	25000	1	5,6	6		
16м	—— // —— // ——	6 Ф 6	25800	2	5,7	11		
17	Гвоздь	d=6	150÷200	32	0,044	1	Ст.2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75, ГОСТ 4028-63
Итого металла:						132		

Спецификация лесоматериалов.

№№ поз	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Примечание
(1)	Брус	12×18	276	6	0,06	0,36	Сосна ель не ниже 3 сорта	ГОСТ 8486-66*
Итого лесоматериалов:						0,36		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

I. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4-х-осной платформе железобетонных двухмаршевых косоуров К-4 пешеходных мостов, изготовленных по типовому проекту инв.№ 728/I. Блоки К-I, К-2, К-3, К-5, К-6, подобные по конструкции блоку К-4, перевозятся аналогично. Платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т, постройки с 1965г на тележках ЦНИИ-Х3.

2. 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.

3. Косоуры устанавливаются на подкладки и прокладки, представляющие собой брусья I20xI80мм.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

Груз – двухпролетные железобетонные косоуры
Количество косоуров – 9 шт.
Длина косоура – 12,88 м
Высота косоура – 0,26 м
Вес косоура – 3,8т
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:

$$h_{о.ц.т.} = \frac{Q_{гр} \times h_{гр} + Q_{пл} \times h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leq 2,3 м$$

$h_{пл.} = 0,8 м$ $\qquad h_{гр.} = H_{пл} + H^{ц.т.}_{гр.}$; $\qquad h_{гр.} = 1,302 + 0,63 = 1,932 м$

$H_{пл.} = 1,302 м$; $H_{гр.} = 0,63 м$

$$h_{о.ц.т.} = \frac{34,2 \times 1,932 + 22 \times 0,8}{34,2 + 22} = 1,5 м < [2,3 м]$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$S = S_м + S_{гр} \leq 50 м^2$ $\qquad S_{пл} = 13 м^2$

$S = 13 + 14,7 = 27,7 м^2 < [50 м^2]$ $\qquad S_{гр} = 14,7 м^2$

Следовательно, условие общей поперечной устойчивости соблюдается.

IV. Определение усилий, действующих на косоур верхнего яруса.

1ое сочетание сил

Продольная инерционная сила:

$F_{гр} = a_{пр} \times Q_{гр}$.

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q^{о}_{гр} \times (a_{22} - a_{85})}{63}$$

$a_{22} = 1,2$; $Q^{о}_{гр} = 34,2т$; $a_{85} = 1,0$

$$a_{пр.} = 1,2 - \frac{34,2 \times (1,2 - 1,0)}{63} = 1,09 тс/т$$

$F_{пр} = 1,09 \times 3,8 = 4,14 тс$

Сила трения:

$F^{пр}_{тр} = Q_{гр} \times \mu$

$\mu = 0,55$; $Q_{гр} = 3,8т$

$F^{пр}_{тр} = 0,55 \times 3,8 = 2,09 тс$

Продольное усилие, воспринимаемое креплением:

$\Delta F^{в}_{пр} = F_{пр} - F^{пр}_{тр}$

$\Delta F^{в}_{пр} = 4,14 - 2,09 = 2,05 тс$

2ое сочетание сил

Поперечная инерционная сила:

$F_п = a_п \times Q_{гр}$

$a_п = 0,33 тс/т$

$F_п = 0,33 \times 3,8 = 1,25 тс$

Вертикальная инерционная сила:

$F_в = a_в \times Q_{гр.}$

$$a_в = 250 + K \cdot l_{гр.} + \frac{2140}{Q^{о}_{гр}}$$

$K = 5$; $l_{гр} = 0$

$$a_в = 250 + 5 \cdot 0 + \frac{2140}{34,2} = 313 кгс/кг$$

$F_в = 0,313 \times 3,8 = 3,09 тс$

Ветровая нагрузка:

$W_п = 50 \times S_п$

$W_п = 50 \times 4,9 = 245 кгс = 0,24 тс$

Сила трения:

$F^{п}_{тр} = Q_{гр} \times \mu \times (1000 - a_в)$

$F^{п}_{тр} = 3,8 \times 0,55 \times (1000 - 313) = 1436 кгс = 1,44 тс$

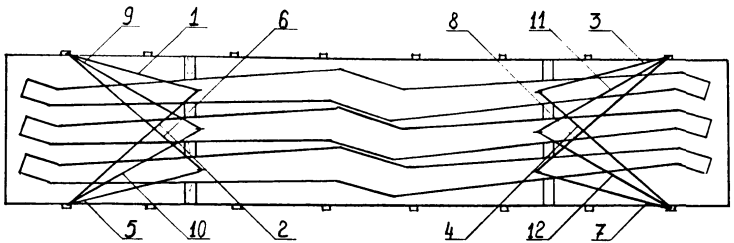
Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F^{в}_{п} = n(F_п + W_п) - F^{п}_{тр}$

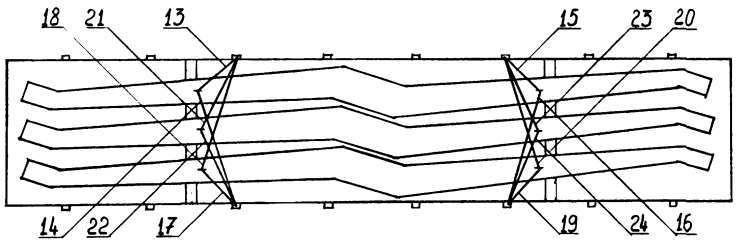
$n = 1,25$

$\Delta F^{в}_{п} = 1,25(1,25 + 0,24) - 1,44 = 0,42 тс$

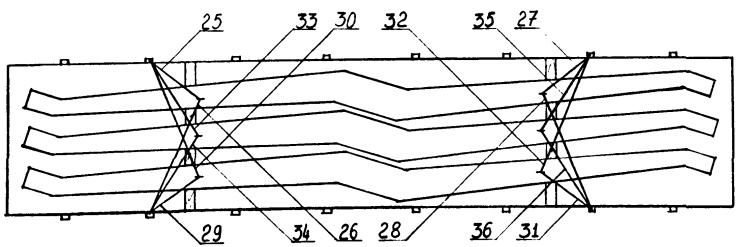
Крепление косоуров верхнего яруса.



Крепление косоуров среднего яруса



Крепление косоуров нижнего яруса.



Ведомость растяжек.

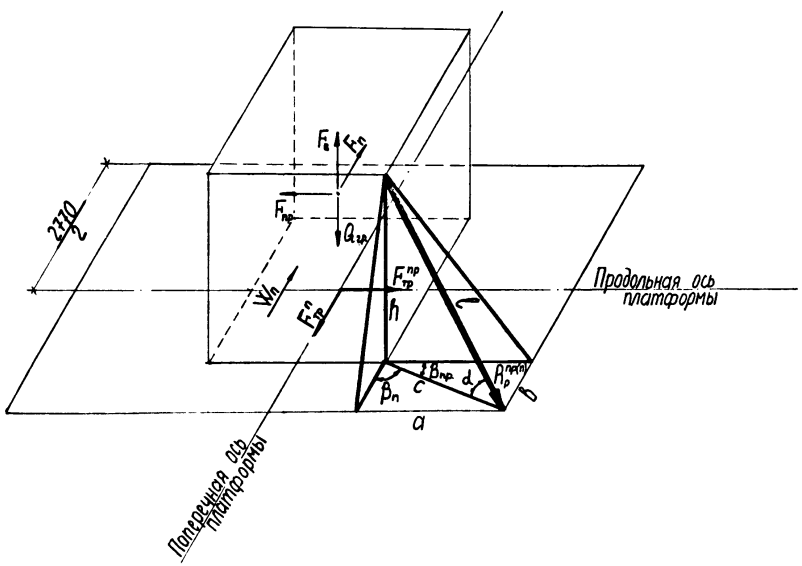
Расчетные растяжки		Монтажные растяжки	
Номера	Теоретические длины мм	Номера	Приведенные длины мм
1	2	3	4
27	7400	1м	7900
31	7400		
25	7700		
29	7900		
17	10100	2м	10100
15	11000	3м	11500
19	11400		
35	11500		
36	11700	4м	12100
34	12000		
13	12100		
33	12100		
22	14300	5м	14800
21	14600		
23	14800		
24	15400	6м	15400

1	2	3	4
32	16100	7м	16600
28	16300		
26	16500		
30	16600		
7	17600	8м	17600
14	18600	9м	19000
3	18600		
1	18800		
5	18800		
20	18800		
18	19000		
16	19600	10м	19600
12	20500	11м	20500
9	21600	12м	21600
10	22300	13м	22300
11	22300		
4	23800	14м	23800
6	25000	15м	25000
8	25600	16м	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 косоуров верхнего яруса.



Усилие в растяжках 1;2 от $1^{го}$ сочетания сил:

$$R_P^{пр} = \frac{\Delta F'_{пр}}{\Sigma(\mu \times \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \times \cos\beta^i_{пр})}$$

$a_1 = 1700$ мм ; $B_1 = 400$ мм

$a_2 = 380$ мм ; $B_2 = 325$ мм

$h = 1140$ мм

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

$c_1 = \sqrt{1700^2 + 400^2} = 1746$ мм ; $c_2 = \sqrt{380^2 + 325^2} = 500$ мм

$\cos\beta_{пр} = \frac{a}{c}$

$\cos\beta^1_{пр} = \frac{1700}{1746} = 0{,}974$; $\cos\beta^2_{пр} = \frac{380}{500} = 0{,}76$

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

$l_1 = \sqrt{1140^2 + 1746^2} = 2085$ мм ; $l_2 = \sqrt{1140^2 + 500^2} = 1245$ мм

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

$\cos\alpha^1 = \frac{1746}{2085} = 0{,}837$ $\cos\alpha^2 = \frac{500}{1245} = 0{,}402$

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

$\sin\alpha^1 = \frac{1140}{2085} = 0{,}547$; $\sin\alpha^2 = \frac{1140}{1245} = 0{,}916$

$$R_P^{пр} = \frac{2{,}05}{(0{,}55 \times 0{,}547 + 0{,}837 \times 0{,}974) + (0{,}55 \times 0{,}916 + 0{,}402 \times 0{,}76)} = \frac{2{,}05}{1{,}925} = 1{,}06 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 3;4 от $1^{го}$ сочетания сил:

$$R_P^{пр} = \frac{\Delta F'_{пр}}{\Sigma(\mu \times \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \times \cos\beta^i_{пр})}$$

$a_3 = 950$ мм ; $B_3 = 225$ мм

$a_4 = 600$ мм ; $B_4 = 600$ мм

$h = 1140$ мм

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

c_3 $\sqrt{950^2 + 225^2} = 976$ мм ; $c_4 = \sqrt{600^2 + 600^2} = 848$ мм

$\cos\beta_{пр} = \frac{a}{c}$

$\cos\beta^3_{пр} = \frac{950}{976} = 0{,}973$; $\cos\beta^4_{пр} = \frac{600}{848} = 0{,}708$

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

$l_3 = \sqrt{1140^2 + 976^2} = 1501$ мм ; $l_4 = \sqrt{1140^2 + 848^2} = 1421$ мм

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

$\cos\alpha^3 = \frac{976}{1501} = 0{,}65$; $\cos\alpha^4 = \frac{848}{1421} = 0{,}597$

$$\sin\alpha = \frac{h}{\ell}$$

$$\sin\alpha^3 = \frac{1140}{1501} = 0{,}759 \qquad \sin\alpha^4 = \frac{1140}{1421} = 0{,}802$$

$$R_p^{пр} = \frac{2{,}05}{(0{,}55\times 0{,}759 + 0{,}65\times 0{,}973) + (0{,}55\times 0{,}802 + 0{,}597\times 0{,}708)} = \frac{2{,}05}{1{,}913} = 1{,}07\,тс$$

Усилие в растяжках 5;6 от 1^{22} сочетания сил:

$$R_p^{пр} = \frac{\Delta F_{пр}^{i}}{\Sigma(\mu\times\sin\alpha_i + \cos\alpha_i\times\cos\beta_{пр}^{i})}$$

$a_5 = 1525$ мм; $B_5 = 375$ мм

$a_6 = 575$ мм; $B_6 = 500$ мм

$h = 1140$ мм

$C = \sqrt{a^2 + B^2}$

$C_5 = \sqrt{1525^2 + 375^2} = 1570$ мм; $C_6 = \sqrt{575^2 + 500^2} = 762$ мм

$$\cos\beta_{пр} = \frac{a}{C}$$

$$\cos\beta_{пр}^5 = \frac{1525}{1570} = 0{,}971; \qquad \cos\beta_{пр}^6 = \frac{575}{762} = 0{,}754$$

$\ell = \sqrt{h^2 + C^2}$

$\ell_5 = \sqrt{1140^2 + 1570^2} = 1940$мм; $\ell_6 = \sqrt{1140^2 + 762^2} = 1371$мм

$$\cos\alpha = \frac{C}{\ell}$$

$$\cos\alpha^5 = \frac{1570}{1940} = 0{,}809; \qquad \cos\alpha^6 = \frac{762}{1371} = 0{,}556$$

$$\sin\alpha = \frac{h}{\ell}$$

$$\sin\alpha^5 = \frac{1140}{1940} = 0{,}588 \qquad \sin\alpha^6 = \frac{1140}{1371} = 0{,}832$$

$$R_p^{пр} = \frac{2{,}05}{(0{,}55\times 0{,}588 + 0{,}809\times 0{,}971) + (0{,}55\times 0{,}832 + 0{,}556\times 0{,}754)} = \frac{2{,}05}{1{,}986} = 1{,}03\,тс$$

Усилие в растяжках 7;8 от 1^{20} сочетания сил:

$$R_p^{пр} = \frac{\Delta F_{пр}^{i}}{\Sigma(\mu\times\sin\alpha_i + \cos\alpha_i\times\cos\beta_{пр}^{i})}$$

$a_7 = 1700$ мм; $B_7 = 500$ мм

$a_8 = 200$ мм, $B_8 = 175$ мм

$h = 1140$ мм

$C = \sqrt{a^2 + B^2}$

$C_7 = \sqrt{1700^2 + 500^2} = 1772$мм; $C_8 = \sqrt{200^2 + 175^2} = 266$ мм

$$\cos\beta_{пр} = \frac{a}{C}$$

$$\cos\beta_{пр}^7 = \frac{1700}{1772} = 0{,}959; \qquad \cos\beta_{пр}^8 = \frac{200}{266} = 0{,}752$$

$\ell = \sqrt{h^2 + C^2}$

$\ell_7 = \sqrt{1140^2 + 1772^2} = 2107$мм; $\ell_8 = \sqrt{1140^2 + 266^2} = 1171$ мм

$$\cos\alpha = \frac{C}{\ell}$$

$$\cos\alpha^7 = \frac{1772}{2107} = 0{,}841; \qquad \cos\alpha^8 = \frac{266}{1171} = 0{,}227$$

$$\sin\alpha = \frac{h}{\ell}$$

$$\sin\alpha^7 = \frac{1140}{2107} = 0{,}541; \qquad \sin\alpha^8 = \frac{1140}{1171} = 0{,}974$$

$$R_p^{пр} = \frac{2{,}05}{(0{,}55\times 0{,}541 + 0{,}841\times 0{,}959) + (0{,}55\times 0{,}974 + 0{,}227\times 0{,}752)} = \frac{2{,}05}{1{,}811} = 1{,}13\,тс$$

Усилие в растяжках 9;10 от 1^{20} сочетания сил:

$$R_p^{пр} = \frac{\Delta F_{пр}^{i}}{\Sigma(\mu\times\sin\alpha_i + \cos\alpha_i\times\cos\beta_{пр}^{i})}$$

$a_9 = 850$ мм; $B_9 = 475$ мм

$a_{10} = 575$ мм; $B_{10} = 325$ мм

$h = 1140$ мм

$C = \sqrt{a^2 + B^2}$

$C_9 = \sqrt{850^2 + 475^2} = 974$ мм; $C_{10} = \sqrt{575^2 + 325^2} = 660$ мм

$$\cos\beta_{пр} = \frac{a}{C}$$

$$\cos\beta_{пр}^9 = \frac{850}{974} = 0{,}873; \qquad \cos\beta_{пр}^{10} = \frac{575}{660} = 0{,}871$$

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

$\ell_9 = \sqrt{1140^2 + 974^2} = 1499$ мм ; $\ell_{10} = \sqrt{1140^2 + 660^2} = 1317$ мм

$$\cos\alpha = \frac{c}{\ell}$$

$\cos\alpha^9 = \frac{974}{1499} = 0{,}65$ $\cos\alpha^{10} = \frac{660}{1317} = 0{,}501$

$$\sin\alpha = \frac{h}{\ell}$$

$\sin\alpha^9 = \frac{1140}{1499} = 0{,}76$; $\sin\alpha^{10} = \frac{1140}{1317} = 0{,}866$

$$R_p^{пр} = \frac{2{,}05}{(0{,}55 \times 0{,}76 + 0{,}65 \times 0{,}872) + (0{,}55 \times 0{,}866 + 0{,}501 \times 0{,}871)} = \frac{2{,}05}{1{,}897} = 1{,}08 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 11;12 от $1^{го}$ сочетания сил:

$$R_p^{пр} = \frac{\Delta F_{пр}^{i}}{\Sigma(\mu \times \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \times \cos\beta_{пр}^{i})}$$

$a_{11} = 300$ мм ; $b_{11} = 200$ мм

$a_{12} = 900$ мм , $b_{12} = 575$ мм

$h = 1140$ мм

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

$c_{11} = \sqrt{300^2 + 200^2} = 360$ мм , $c_{12} = \sqrt{900^2 + 575^2} = 1068$ мм

$$\cos\beta_{пр} = \frac{a}{c}$$

$\cos\beta_{пр}^{11} = \frac{300}{360} = 0{,}833$; $\cos\beta_{пр}^{12} = \frac{900}{1068} = 0{,}843$

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

$\ell_{11} = \sqrt{1140^2 + 360^2} = 1195$мм ; $\ell_{12} = \sqrt{1140^2 + 1068^2} = 1562$ мм

$$\cos\alpha = \frac{c}{\ell}$$

$\cos\alpha^{11} = \frac{360}{1195} = 0{,}301$; $\cos\alpha^{12} = \frac{1068}{1562} = 0{,}684$

$$\sin\alpha = \frac{h}{\ell}$$

$\sin\alpha^{11} = \frac{1140}{1195} = 0{,}954$; $\sin\alpha^{12} = \frac{1140}{1562} = 0{,}73$

$$R_p^{пр} = \frac{2{,}05}{(0{,}55 \times 0{,}954 + 0{,}301 \times 0{,}833) + (0{,}55 \times 0{,}73 + 0{,}684 \times 0{,}843)} = \frac{2{,}05}{1{,}755} = 1{,}17 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 1;3 от $2^{го}$ сочетания сил:

$$R_p^{n} = \frac{\Delta F_n^{p}}{\Sigma(\mu \times \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \times \cos\beta_n^{i})}$$

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

$\cos\beta_n^{1} = \frac{400}{1746} = 0229$; $\cos\beta_n^{3} = \frac{225}{976} = 0{,}23$

$$K_p^{n} = \frac{0{,}42}{(0{,}55 \times 0{,}547 + 0{,}837 \times 0{,}229) + (0{,}55 \times 0{,}759 + 0{,}65 \times 0{,}23)} = \frac{0{,}42}{1{,}06} = 0{,}4 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 2.4 от $2^{го}$ сочетания сил:

$$R_p^{n} = \frac{\Delta F_n^{p}}{\Sigma(\mu \times \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \times \cos\beta_n^{i})}$$

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

$\cos\beta_n^{2} = \frac{325}{500} = 0{,}65$; $\cos\beta_n^{4} = \frac{600}{848} = 0{,}708$

$$R_p^{n} = \frac{0{,}42}{(0{,}55 \times 0{,}916 + 0{,}402 \times 0{,}65) + (0{,}55 \times 0{,}802 + 0{,}597 \times 0{,}708)} = \frac{0{,}42}{1{,}629} = 0{,}26 \text{ тс}$$

Усилие в растяжкак 5;7 от $2^{го}$ сочетания сил:

$$R_p^{n} = \frac{\Delta F_n^{p}}{\Sigma(\mu \times \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \times \cos\beta_n^{i})}$$

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

$\cos\beta_n^{5} = \frac{375}{1570} = 0{,}239$; $\cos\beta_n^{7} = \frac{500}{1772} = 0{,}282$

$$R_p^{n} = \frac{0{,}42}{(0{,}55 \times 0{,}588 + 0{,}809 \times 0{,}239) + (0{,}55 \times 0{,}541 + 0{,}841 \times 0{,}282)} = \frac{0{,}42}{1{,}05} = 0{,}4 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 6;8 от $2^{го}$ сочетания сил:

$$R_p^{n} = \frac{\Delta F_n^{p}}{\Sigma(\mu \times \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \times \cos\beta_n^{i})}$$

$$\cos\beta_n = \frac{B}{C}$$

$$\cos\beta_n^6 = \frac{500}{762} = 0{,}656 \quad ; \quad \cos\beta_n^8 = \frac{175}{266} = 0{,}658$$

$$R_p^n = \frac{0{,}42}{(0{,}55\times 0{,}832 + 0{,}556\times 0{,}656) + (0{,}55\times 0{,}974 + 0{,}227\times 0{,}658)} = \frac{0{,}42}{1{,}488} = 0{,}28 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 9;11 от 2ое сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n^p}{\Sigma(\mu\times \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \times \cos\beta_n^i)}$$

$$\cos\beta_n = \frac{B}{C}$$

$$\cos\beta_n^9 = \frac{475}{974} = 0{,}488 \; ; \quad \cos\beta_n^{11} = \frac{200}{360} = 0{,}556$$

$$R_p^n = \frac{0{,}42}{(0{,}55\times 0{,}76 + 0{,}65\times 0{,}488) + (0{,}55\times 0{,}954 + 0{,}301\times 0{,}556)} = \frac{0{,}42}{1{,}427} = 0{,}29 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 10;12 от 2ое сочетания сил:

$$R_p^n = \frac{\Delta F_n^p}{\Sigma(\mu\times \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \times \cos\beta_n^i)}$$

$$\cos\beta_n = \frac{B}{C}$$

$$\cos\beta_n^{10} = \frac{325}{660} = 0{,}492 \; ; \quad \cos\beta_n^{12} = \frac{575}{1068} = 0{,}538$$

$$R_p^n = \frac{0{,}42}{(0{,}55\times 0{,}866 + 0{,}501\times 0{,}492) + (0{,}55\times 0{,}73 + 0{,}684\times 0{,}538)} = \frac{0{,}42}{1{,}492} = 0{,}28 \text{ тс}$$

VI. Определение усилий, действующих на косоуры среднего яруса

1ое сочетание сил

Продольная инерционная сила, действующая на два косоура (среднего и верхнего яруса):

$$F_{np} = a_{np} \times Q_{гр}$$

$$a_{np} = a_{22} - \frac{Q_{гр}^{o} \times (a_{22} - a_{25})}{63}$$

$a_{22} = 1{,}2$; $Q_{гр}^{o} = 34{,}2$ т ; $a_{25} = 1{,}0$

$$a_{np} = 1{,}2 - \frac{34{,}2\times(1{,}2 - 1{,}0)}{63} = 1{,}09 \text{ тс/т}$$

$$F_{np} = 1{,}09 \times 7{,}6 = 8{,}28 \text{ тс}$$

Сила трения:

$$F_{тр}^{пр} = Q_{гр} \times \mu$$

$\mu = 0{,}55$, $Q_{гр} = 7{,}6$ тс

$F_{тр}^{пр} = 0{,}55\times 7{,}6 = 4{,}18$ тс

Продольное усилие, воспринимаемое креплением косоуров верхнего и среднего яруса.

$$\Delta F_{пр}^{o} = F_{гр} - F_{тр}^{пр}$$

$\Delta F_{пр}^{o} = 8{,}28 - 4{,}18 = 4{,}1$ тс

Продольное усилие, приходящееся на крепленее косоура среднего яруса:

$$\Delta F^{ср} = \Delta F_{пр}^{o} - \Delta F_{пр}^{в}$$

$\Delta F^{ср} = 4{,}1 - 2{,}05 = 2{,}05$ тс

2ое сочетание сил

Поперечная инерционная сила, действующая на косоуры верхнего и среднего яруса:

$$F_n = a_n \times Q_{гр}$$

$a_n = 0{,}33$ тс/т

$F_n = 0{,}33\times 7{,}6 = 2{,}51$ тс

Вертикальная инерционная сила:

$$F_в = a_в \times Q_{гр}$$

$$a_в = 250 + K\times \ell_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}^{o}}$$

$K = 5$ $\ell_{гр} 0$

$$a_в = 250 + 5\times 0 + \frac{2140}{34{,}2} = 313 \text{ кгс/кг}$$

$F_в = 0{,}313\times 7{,}6 = 2{,}38$ тс

Ветровая нагрузка:

$$W_n = 50 \times S_n$$

$W_n = 50\times 9{,}79 = 490$ кг $= 0{,}49$ тс

Сила трения:

$$F_{тр}^{n} = Q_{гр} \times \mu \times (1000 - a_в)$$

$F_{тр}^{n} = 7{,}6\times 0{,}55\times(1000 - 313) = 2872$ кг $= 2{,}87$ тс

Поперечное усилие, воспринимаемое креплением косоуров верхнего и нижнего яруса:

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

$n = 1{,}25$

$\Delta F_n^{\circ} = 1,25\,(2,51+0,49) - 2,87 = 0,88$ тс

Поперечное усилие приходящееся на крепление косоура среднего яруса:

$\Delta F_n^{ср} = \Delta F_n^{\circ} - \Delta F_n^{в}$

$\Delta F_n^{ср} = 0,88 - 0,42 = 0,46$ тс

VII Определение усилий в растяжках косоуров среднего яруса

Усилие в растяжках 13, 14 от $1^{го}$ сочетания сил:

$$R_p^{пр} = \frac{\Delta F_{пр}'}{\Sigma\,(\mu \times \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \times \cos\beta_{пр}^{i})}$$

$a_{13} = 500$мм; $b_{13} = 325$мм

$a_{14} = 175$мм; $b_{14} = 400$мм

$h = 760$мм

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

$C_{13} = \sqrt{500^2 + 325^2} = 596$ мм ; $C_{14} = \sqrt{175^2 + 400^2} = 437$мм

$$\cos\beta_{пр} = \frac{a}{C}$$

$$\cos\beta_{пр}^{13} = \frac{500}{596} = 0,839 \; ; \quad \cos\beta_{пр}^{14} = \frac{175}{437} = 0,4$$

$\ell = \sqrt{h^2 + C^2}$

$\ell_{13} = \sqrt{760^2 + 596^2} = 966$ мм ; $\ell_{14} = \sqrt{760^2 + 437^2} = 877$ мм

$$\cos\alpha = \frac{C}{\ell}$$

$$\cos\alpha^{13} = \frac{596}{966} = 0,617 \; ; \quad \cos\alpha^{14} = \frac{437}{877} = 0,498$$

$$\sin\alpha = \frac{h}{\ell}$$

$$\sin\alpha^{13} = \frac{760}{966} = 0,787 \; ; \quad \sin\alpha^{14} = \frac{760}{877} = 0,866$$

$$R_p^{пр} = \frac{2,05}{(0,55 \times 0,787 + 0,617 \times 0,839) + (0,55 \times 0,866 + 0,498 \times 0,4)} = \frac{2,05}{1,626} = 1,26\text{ тс}$$

Усилие в растяжках 15; 16 от $1^{го}$ сочетания сил:

$$R_p^{пр} = \frac{\Delta F_{пр}}{\Sigma\,(\mu \times \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \times \cos\beta_{пр}^{i})}$$

$a_{15} = 725$мм; $b_{15} = 375$мм

$a_{16} = 175$мм; $b_{16} = 300$мм

$h = 760$мм

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

$C_{15} = \sqrt{725^2 + 375^2} = 816$ мм ; $C_{16} = \sqrt{175^2 + 300^2} = 347$ мм

$$\cos\beta_{пр} = \frac{a}{C}$$

$$\cos\beta_{пр}^{15} = \frac{725}{816} = 0,888 \; ; \quad \cos\beta_{пр}^{16} = \frac{175}{347} = 0,504$$

$\ell = \sqrt{h^2 + C^2}$

$\ell_{15} = \sqrt{760^2 + 816^2} = 1115$ мм; $\ell_{16} = \sqrt{760^2 + 347^2} = 835$ мм

$$\cos\alpha = \frac{C}{\ell}$$

$$\cos\alpha^{15} = \frac{816}{1115} = 0,732 \; ; \quad \cos\alpha^{16} = \frac{347}{835} = 0,416$$

$$\sin\alpha = \frac{h}{\ell}$$

$$\sin\alpha^{15} = \frac{760}{1115} = 0,682 \; ; \quad \sin\alpha^{16} = \frac{760}{835} = 0,91$$

$$R_p^{пр} = \frac{2,05}{(0,55 \times 0,682 + 0,732 \times 0,888) + (0,55 \times 0,91 + 0,416 \times 0,504)} = \frac{2,05}{1,735} = 1,18\text{ тс}$$

Усилие в растяжках 17; 18 от $1^{го}$ сочетания сил:

$$R_p^{пр} = \frac{\Delta F_{пр}'}{\Sigma\,(\mu \times \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \times \cos\beta_{пр}^{i})}$$

$a_{17} = 650$ мм ; $b_{17} = 400$ мм

$a_{18} = 125$ мм ; $b_{18} = 300$ мм

$h = 760$ мм

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

$C_{17} = \sqrt{650^2 + 400^2} = 763$ мм ; $C_{18} = \sqrt{125^2 + 300^2} = 325$ мм

$$\cos\beta_{пр} = \frac{a}{C}$$

$$\cos\beta_{пр}^{17} = \frac{650}{763} = 0,852 \; ; \quad \cos\beta_{пр}^{18} = \frac{125}{325} = 0,385$$

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

$l_{17} = \sqrt{760^2 + 763^2} = 1077$ мм ; $l_{18} = \sqrt{760^2 + 325^2} = 826$ мм

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

$$\cos\alpha^{17} = \frac{763}{1077} = 0{,}708 \qquad \cos\alpha^{18} = \frac{325}{826} = 0{,}393$$

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

$$\sin\alpha^{17} = \frac{760}{1077} = 0{,}706 \qquad \sin\alpha^{18} = \frac{760}{826} = 0{,}92$$

$$R_p^{пр} = \frac{2{,}05}{(0{,}55 \times 0{,}706 + 0{,}708 \times 0{,}852) + (0{,}55 \times 0{,}92 + 0{,}393 \times 0{,}385)} = \frac{2{,}05}{1{,}648} = 1{,}24 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 19; 20 от $1^{го}$ сочетания сил:

$$R_p^{пр} = \frac{\Delta F'_{пр}}{\Sigma(\mu \times \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \times \cos\beta'_{пр})}$$

$a_{19} = 650$ мм; $B_{19} = 375$ мм

$a_{20} = 200$ мм; $B_{20} = 400$ мм

$h = 760$ мм

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

$c_{19} = \sqrt{650^2 + 375^2} = 750$ мм; $c_{20} = \sqrt{200^2 + 400^2} = 447$ мм

$$\cos\beta_{пр} = \frac{a}{c}$$

$$\cos\beta_{пр}^{19} = \frac{650}{750} = 0{,}867 \qquad \cos\beta_{пр}^{20} = \frac{200}{447} = 0{,}447$$

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

$l_{19} = \sqrt{760^2 + 750^2} = 1068$ мм; $l_{20} = \sqrt{760^2 + 447^2} = 882$ мм

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

$$\cos\alpha^{19} = \frac{750}{1068} = 0{,}702 \; ; \qquad \cos\alpha^{20} = \frac{447}{882} = 0{,}507$$

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

$$\sin\alpha^{19} = \frac{760}{1068} = 0{,}712 \; ; \qquad \sin\alpha^{20} = \frac{760}{882} = 0{,}862$$

$$R_p^{пр} = \frac{2{,}05}{(0{,}55 \times 0{,}712 + 0{,}702 \times 0{,}867) + (0{,}55 \times 0{,}862 + 0{,}507 + 0{,}447)} = \frac{2{,}05}{1{,}702} = 1{,}2 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 21; 22 от $1^{го}$ сочетания сил:

$$R_p^{пр} = \frac{\Delta F'_{пр}}{\Sigma(\mu \times \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \times \cos\beta'_{пр})}$$

$a_{21} = 200$ мм; $B_{21} = 300$ мм

$a_{22} = 275$ мм; $B_{22} = 400$ мм

$h = 760$ мм

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

$c_{21} = \sqrt{200^2 + 300^2} = 360$ мм ; $c_{22} = \sqrt{275^2 + 400^2} = 485$ мм

$$\cos\beta_{пр} = \frac{a}{c}$$

$$\cos\beta_{пр}^{21} = \frac{200}{360} = 0{,}556 \; ; \qquad \cos\beta_{пр}^{22} = \frac{275}{485} = 0{,}567$$

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

$l_{21} = \sqrt{760^2 + 360^2} = 841$ мм ; $l_{22} = \sqrt{760^2 + 485^2} = 902$ мм

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

$$\cos\alpha^{21} = \frac{360}{841} = 0{,}428 \; ; \qquad \cos\alpha^{22} = \frac{485}{902} = 0{,}538$$

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

$$\sin\alpha^{21} = \frac{760}{841} = 0{,}904 \; ; \qquad \sin\alpha^{22} = \frac{760}{902} = 0{,}842$$

$$R_p^{пр} = \frac{2{,}05}{(0{,}55 \times 0{,}904 + 0{,}428 \times 0{,}556) + (0{,}55 \times 0{,}842 + 0{,}538 \times 0{,}567)} = \frac{2{,}05}{1{,}503} = 1{,}36 \text{ тс}$$

Усилие в растяжках 23; 24 от $1^{го}$ сочетания сил:

$$R_p^{пр} = \frac{\Delta F'_{пр}}{\Sigma(\mu \times \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \times \cos\beta'_{пр})}$$

$a_{23} = 325$ мм; $B_{23} = 400$ мм

$a_{24} = 250$ мм; $B_{24} = 325$ мм

$h = 760$ мм

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

$c_{23}=\sqrt{325^2+400^2}=515$ мм ; $c_{24}=\sqrt{250^2+325^2}=410$ мм

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

$\cos\beta_{np}^{23}=\frac{325}{515}=0,631$; $\cos\beta_{np}^{24}=\frac{250}{410}=0,61$

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

$l_{23}=\sqrt{760^2+515^2}=918$ мм ; $l_{24}=\sqrt{760^2+410^2}=864$ мм

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

$\cos\alpha^{23}=\frac{515}{918}=0,561$; $\cos\alpha^{24}=\frac{410}{864}=0,474$

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

$\sin\alpha^{23}=\frac{760}{918}=0,828$; $\sin\alpha^{24}=\frac{760}{864}=0,88$

$R_p^{np}=\frac{2,05}{(0,55\times0,828+0,561\times0,631)+(0,55\times0,88+0,474\times0,61)}=\frac{2,05}{1,582}=1,3$тс

Усилие в растяжках 13;15 от $2^{го}$ сочетания сил:

$R_p^n=\frac{\Delta F_n^p}{\Sigma(\mu\times\sin\alpha_i+\cos\alpha_i\times\cos\beta_n^k)}$

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

$\cos\beta_n^{13}=\frac{325}{596}=0,545$; $\cos\beta_n^{15}=\frac{375}{816}=0,46$

$R_p^n=\frac{0,46}{(0,55\times0,787+0,617\times0,545)+(0,55\times0,682+0,732\times0,46)}=\frac{0,46}{1,481}=0,31$тс

Усилие в растяжках 14;16 от $2^{го}$ сочетания сил:

$R_p^n=\frac{\Delta F_n^p}{\Sigma(\mu\times\sin\alpha_i+\cos\alpha_i\times\cos\beta_n^k)}$

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

$\cos\beta_n^{14}=\frac{400}{437}=0,915$; $\cos\beta_n^{16}=\frac{300}{347}=0,864$

$R_p^n=\frac{0,46}{(0,55\times0,866+0,498\times0,915)+(0,55\times0,91+0,416\times0,864)}=\frac{0,46}{1,791}=0,26$тс

Усилие в растяжках 17;19 от $2^{го}$ сочетания сил:

$R_p^n=\frac{\Delta F_n^p}{\Sigma(\mu\times\sin\alpha_i+\cos\alpha_i\times\cos\beta_n^k)}$

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

$\cos\beta_n^{17}=\frac{400}{763}=0,524$ $\cos\beta_n^{19}=\frac{375}{750}=0,5$

$R_p^n=\frac{0,46}{(0,55\times0,706+0,708\times0,524)+(0,55\times0,712+0,702\times0,5)}=\frac{0,46}{1,502}=0,31$тс

Усилие в растяжках 18;20 от $2^{го}$ сочетания сил:

$R_p^n=\frac{\Delta F_n^p}{\Sigma(\mu\times\sin\alpha_i+\cos\alpha_i\times\cos\beta_n^k)}$

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

$\cos\beta_n^{18}=\frac{300}{325}=0,923$; $\cos\beta_n^{20}=\frac{400}{447}=0,895$

$R_p^n=\frac{0,46}{(0,55\times0,92+0,393\times0,923)+(0,55\times0,862+0,507\times0,895)}=\frac{0,46}{1,797}=0,26$тс

Усилие в растяжках 21;23 от $2^{го}$ сочетания сил:

$R_p^n=\frac{\Delta F_n^p}{\Sigma(\mu\times\sin\alpha_i+\cos\alpha_i\times\cos\beta_n^k)}$

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

$\cos\beta_n^{21}=\frac{300}{360}=0,833$; $\cos\beta_n^{23}=\frac{400}{515}=0,777$

$R_p^n=\frac{0,46}{(0,55\times0,904+0,428\times0,833)+(0,55\times0,828+0,561\times0,777)}=\frac{0,46}{1,744}=0,26$тс

Усилие в растяжках 22;24 от $2^{го}$ сочетания сил:

$R_p^n=\frac{\Delta F_n^p}{\Sigma(\mu\times\sin\alpha_i+\cos\alpha_i\times\cos\beta_n^k)}$

$$\cos\beta_n = \frac{B}{C}$$

$$\cos\beta_n^{22} = \frac{400}{485} = 0{,}825 \qquad \cos\beta_n^{24} = \frac{325}{410} = 0{,}793$$

$$R_p^n = \frac{0{,}46}{(0{,}55\times 0{,}842 + 0{,}538\times 0{,}825) + (0{,}55\times 0{,}88 + 0{,}474\times 0{,}793)} = \frac{0{,}46}{1{,}767} = 0{,}26\ тс$$

VIII Определение усилий, действующих на косоуры нижнего яруса

1-е сочетание сил

Продольная инерционная сила действующая на три косоура, верхнего, среднего и нижнего яруса:

$$F_{np} = a_{np}\times Q_{гр}$$

$$a_{np} = a_{22} - \frac{Q_{гр}^{o}\times(a_{22} - a_{85})}{63}$$

$a_{22} = 1{,}2$; $Q_{гр}^{o} = 34{,}2\ т$; $a_{85} = 1{,}0$

$$a_{np} = 1{,}2 - \frac{34{,}2\times(1{,}2 - 1{,}0)}{63} = 1{,}09\ тс/т$$

$F_{np} = 1{,}09\times 11{,}4 = 12{,}43\ тс$

Сила трения:

$$F_{тр}^{np} = Q_{гр}\times\mu$$

$\mu = 0{,}55$; $Q_{гр} = 11{,}4\ тс$

$F_{тр}^{np} = 11{,}4\times 0{,}55 = 6{,}27\ тс$

Продольное усилие, воспринимаемое креплением трех косоуров:

$$\Delta F_{np}^{o} = F_{np} - F_{тр}^{np}$$

$\Delta F_{np}^{o} = 12{,}43 - 6{,}27 = 6{,}16\ тс$

Продольное усилие, приходящееся на крепление косоура нижнего яруса:

$$\Delta F_{np}^{н} = \Delta F_{np}^{o} - \Delta F_{np}^{ср} - \Delta F_{np}^{в}$$

$\Delta F_{np}^{н} = 6{,}16 - 2{,}05 - 2{,}05 = 2{,}05\ тс$

2-е сочетание сил

Поперечная инерционная сила, действующая на косоуры Верхнего, среднего и нижнего яруса:

$$F_n = a_n\times Q_{гр}$$

$a_n = 0{,}33\ тс/т$

$F_n = 0{,}33\times 11{,}4 = 3{,}76\ тс$

Вертикальная инерционная сила:

$$F_в = a_в\times Q_{гр}$$

$$a_в = 250 + K\times l_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}^{o}}$$

$K = 5$; $l_{гр} = 0$

$$a_в = 250 + 5\times 0 + \frac{2140}{34{,}2} = 313\ кгс/кг$$

$F_в = 0{,}313\times 11{,}4 = 3{,}57\ тс$

Ветровая нагрузка:

$W_n = 50\times S_n$

$W_n = 50\times 14{,}68 = 734\ кгс = 0{,}73\ тс$

Сила трения

$$F_{тр}^{n} = Q_{гр}\times\mu\times(1000 - a_в)$$

$F_{тр}^{n} = 11{,}4\times 0{,}55\times(1000 - 313) = 4307\ кгс = 4{,}31\ тс$

Поперечное усилие, воспринимаемое креплением косоуров Верхнего, среднего и нижнего яруса:

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

$n = 1{,}25$

$\Delta F_n^{o} = 1{,}25(3{,}76 + 0{,}73) - 4{,}31 = 1{,}3\ тс$

Поперечное усилие, приходящееся на крепление косоура нижнего яруса:

$$\Delta F_n^{н} = \Delta F_n^{o} - \Delta F_n^{в} - \Delta F_n^{ср}$$

$\Delta F_n^{н} = 1{,}3 - 0{,}42 - 0{,}46 = 0{,}42\ тс$

IX Определение усилий в растяжках косоуров нижнего яруса

Усилие в растяжках 25; 26 от 1-го сочетания сил:

$$R_p^{тр} = \frac{\Delta F_{np}^{i}}{\Sigma(\mu\times\sin\alpha_i + \cos\alpha_i\times\cos\beta_{np}^{i})}$$

$a_{25} = 475$ мм; $B_{25} = 375$ мм

$a_{26} = 125$ мм; $B_{26} = 375$ мм

$h = 380$ мм

$$C = \sqrt{a^2 + B^2}$$

$C_{25} = \sqrt{475^2 + 375^2} = 530$ мм; $C_{26} = \sqrt{125^2 + 375^2} = 395$ мм

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

$$\cos\beta_{np}^{25} = \frac{475}{530} = 0{,}896 \quad ; \qquad \cos\beta_{np}^{26} = \frac{125}{395} = 0{,}316$$

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

$\ell_{25} = \sqrt{380^2 + 530^2} = 652$ мм; $\ell_{26} = \sqrt{380^2 + 395^2} = 548$ мм

$$\cos\alpha = \frac{c}{\ell}$$

$\cos\alpha^{25} = \frac{530}{652} = 0{,}813$; $\cos\alpha^{26} = \frac{395}{548} = 0{,}721$

$$\sin\alpha = \frac{h}{\ell}$$

$\sin\alpha^{25} = \frac{380}{652} = 0{,}583$; $\sin\alpha^{26} = \frac{380}{548} = 0{,}693$

$$R_p^{пр} = \frac{2{,}05}{(0{,}55 \times 0{,}583 + 0{,}813 \times 0{,}896) + (0{,}55 \times 0{,}693 + 0{,}721 \times 0{,}316)} = \frac{2{,}05}{1{,}658} = 1{,}24 тс$$

Усилие в растяжках 27, 28 от 1-го сочетания сил:

$$R_p^{пр} = \frac{\Delta F'_{пр}}{\Sigma(\mu \times \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \times \cos\beta^i_{пр})}$$

$a_{27} = 300$ мм; $b_{27} = 325$ мм

$a_{28} = 100$ мм; $b_{28} = 475$ мм

$h = 380$ мм

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

$c_{27} = \sqrt{300^2 + 325^2} = 442$ мм ; $c_{28} = \sqrt{100^2 + 475^2} = 485$ мм

$$\cos\beta_{пр} = \frac{a}{c}$$

$\cos\beta^{27}_{пр} = \frac{300}{442} = 0{,}679$; $\cos\beta^{28}_{пр} = \frac{100}{485} = 0{,}206$

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

$\ell_{27} = \sqrt{380^2 + 442^2} = 583$ мм; $\ell_{28} = \sqrt{380^2 + 485^2} = 616$ мм

$$\cos\alpha = \frac{c}{\ell}$$

$\cos\alpha^{27} = \frac{442}{583} = 0{,}758$; $\cos\alpha^{28} = \frac{485}{616} = 0{,}787$

$$\sin\alpha = \frac{h}{\ell}$$

$\sin\alpha^{27} = \frac{380}{583} = 0{,}652$; $\sin\alpha^{28} = \frac{380}{616} = 0{,}617$

$$R_p^{пр} = \frac{2{,}05}{(0{,}55 \times 0{,}652 + 0{,}758 \times 0{,}679) + (0{,}55 \times 0{,}617 + 0{,}787 \times 0{,}206)} = \frac{2{,}05}{1{,}375} = 1{,}49 тс$$

Усилие в растяжках 29; 30 от 1-го сочетания сил:

$$R_p^{пр} = \frac{\Delta F'_{пр}}{\Sigma(\mu \times \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \times \cos\beta^i_{пр})}$$

$a_{29} = 475$ мм ; $b_{29} = 375$ мм

$a_{30} = 138$ мм ; $b_{30} = 400$ мм

$h = 380$ мм

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

$c_{29} = \sqrt{475^2 + 375^2} = 605$ мм; $c_{30} = \sqrt{138^2 + 400^2} = 429$ мм

$$\cos\beta_{пр} = \frac{a}{c}$$

$\cos\beta^{29}_{пр} = \frac{475}{605} = 0{,}785$; $\cos\beta^{30}_{пр} = \frac{138}{429} = 0{,}322$

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

$\ell_{29} = \sqrt{380^2 + 605^2} = 714$ мм; $\ell_{30} = \sqrt{380^2 + 429^2} = 573$ мм

$$\cos\alpha = \frac{c}{\ell}$$

$\cos\alpha^{29} = \frac{605}{714} = 0{,}847$; $\cos\alpha^{30} = \frac{429}{573} = 0{,}749$

$$\sin\alpha = \frac{h}{\ell}$$

$\sin\alpha^{29} = \frac{380}{714} = 0{,}532$; $\sin\alpha^{30} = \frac{380}{573} = 0{,}663$

$$R_p^{пр} = \frac{2{,}05}{(0{,}55 \times 0{,}532 + 0{,}847 \times 0{,}785) + (0{,}55 \times 0{,}663 + 0{,}749 \times 0{,}322)} = \frac{2{,}05}{1{,}564} = 1{,}31 тс$$

Усилие в растяжках 31; 32 от 1-го сочетания сил:

$$R_p^{пр} = \frac{\Delta F'_{пр}}{\Sigma(\mu \times \sin\alpha_i + \cos\alpha_i \times \cos\beta^i_{пр})}$$

$a_{31} = 350$ мм ; $b_{31} = 450$ мм

$a_{32} = 75$ мм ; $b_{32} = 300$ мм

$h = 380$ мм

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

$c_{31}=\sqrt{350^2+450^2}=570$ мм ; $c_{32}=\sqrt{75^2+300^2}=309$мм

$$\cos\beta_{пр}=\frac{a}{c}$$

$\cos\beta_{пр}^{31}=\frac{350}{570}=0{,}614$; $\cos\beta_{пр}^{32}=\frac{75}{309}=0{,}243$

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

$l_{31}=\sqrt{380^2+570^2}=685$ мм ; $l_{32}=\sqrt{380^2+309^2}=490$мм

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

$\cos\alpha^{31}=\frac{570}{685}=0{,}832$; $\cos\alpha^{32}=\frac{309}{490}=0{,}631$

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

$\sin\alpha^{31}=\frac{380}{685}=0{,}555$; $\sin\alpha^{32}=\frac{380}{490}=0{,}776$

$$R_p^{пр}=\frac{2{,}05}{(0{,}55\times0{,}555+0{,}832\times0{,}614)+(0{,}55\times0{,}776+0{,}631\times0{,}243)}=\frac{2{,}05}{1{,}396}=1{,}47\text{тс}$$

Усилие в растяжках 33; 34 от $1^{го}$ сочетания сил:

$$R_p^{пр}=\frac{\Delta F'_{пр}}{\Sigma(\mu\times\sin\alpha_i+\cos\alpha_i\times\cos\beta_{пр}^{c})}$$

$a_{33}=200$мм ; $b_{33}=400$мм

$a_{34}=200$ мм ; $b_{34}=375$ мм

$h=380$мм

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

$c_{33}=\sqrt{200^2+400^2}=447$мм ; $c_{34}=\sqrt{200^2+375^2}=425$ мм

$$\cos\beta_{пр}=\frac{a}{c}$$

$\cos\beta_{пр}^{33}=\frac{200}{447}=0{,}447$; $\cos\beta_{пр}^{34}=\frac{200}{425}=0{,}47$

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

$l_{33}=\sqrt{380^2+447^2}=587$мм ; $l_{34}=\sqrt{380^2+425^2}=570$мм

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

$\cos\alpha^{33}=\frac{447}{587}=0{,}761$; $\cos\alpha^{34}=\frac{425}{570}=0{,}746$

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

$\sin\alpha^{33}=\frac{380}{587}=0{,}647$; $\sin\alpha^{34}=\frac{380}{570}=0{,}667$

$$R_p^{пр}=\frac{2{,}05}{(0{,}55\times0{,}647+0{,}761\times0{,}447)+(0{,}55\times0{,}667+0{,}746\times0{,}47)}=\frac{2{,}05}{1{,}414}=1{,}45\text{тс}$$

Усилие в растяжках 35; 36 от $1^{го}$ сочетания сил:

$$R_p^{пр}=\frac{\Delta F'_{пр}}{\Sigma(\mu\times\sin\alpha_i+\cos\alpha_i\times\cos\beta_{пр}^{c})}$$

$a_{35}=100$мм , $b_{35}=300$мм

$a_{36}=175$мм ; $b_{36}=475$мм

$h=380$мм

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

$c_{35}=\sqrt{100^2+300^2}=316$мм ; $c_{36}=\sqrt{175^2+475^2}=506$мм

$$\cos\beta_{пр}=\frac{a}{c}$$

$\cos\beta_{пр}^{35}=\frac{100}{316}=0{,}316$; $\cos\beta_{пр}^{36}=\frac{175}{506}=0{,}346$

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

$l_{35}=\sqrt{380^2+316^2}=494$мм ; $l_{36}=\sqrt{380^2+506^2}=633$мм

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

$\cos\alpha^{35}=\frac{316}{494}=0{,}64$; $\cos\alpha^{36}=\frac{506}{633}=0{,}799$

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

$\sin\alpha^{35}=\frac{380}{494}=0{,}769$; $\sin\alpha^{36}=\frac{380}{633}=0{,}6$

$$R_p^{np}=\frac{2,05}{(0,55\times 0,769+0,64\times 0,316)+(0,55\times 0,6+0,799\times 0,346)}=\frac{2,05}{1,231}=1,66\text{тс}$$

Усилие в растяжках 25; 27 от 2го сочетания сил:

$$R_p^n=\frac{\Delta F_n^p}{\Sigma(\mu\times\sin\alpha_i+\cos\alpha_i\times\cos\beta_n^i)}$$

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

$$\cos\beta_n^{25}=\frac{375}{530}=0,708\quad;\quad\cos\beta_n^{27}=\frac{325}{442}=0,735$$

$$R_p^n=\frac{0,42}{(0,55\times 0,583+0,813\times 0,708)+(0,55\times 0,652+0,758\times 0,679)}=\frac{0,42}{1,771}=0,24\text{тс}$$

Усилие в растяжках 26; 28 от 2го сочетания сил:

$$R_p^n=\frac{\Delta F_n^p}{\Sigma(\mu\times\sin\alpha_i+\cos\alpha_i\times\cos\beta_n^i)}$$

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

$$\cos\beta_n^{26}=\frac{375}{395}=0,949\quad;\quad\cos\beta_n^{28}=\frac{475}{485}=0,979$$

$$R_p^n=\frac{0,42}{(0,55\times 0,693+0,721\times 0,949)+(0,55\times 0,617+0,787\times 0,979)}=\frac{0,42}{2,174}=0,19\text{тс}$$

Усилие в растяжках 29; 31 от 2го сочетания сил:

$$R_p^n=\frac{\Delta F_n^p}{\Sigma(\mu\times\sin\alpha_i+\cos\alpha_i\times\cos\beta_n^i)}$$

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

$$\cos\beta_n^{29}=\frac{375}{605}=0,62\qquad\cos\beta_n^{31}=\frac{450}{570}=0,789$$

$$R_p^n=\frac{0,42}{(0,55\times 0,532+0,847\times 0,62)+(0,55\times 0,555+0,832\times 0,789)}=\frac{0,42}{1,779}=0,236$$

Усилие в растяжках 30; 32 от 2го сочетания сил:

$$R_p^n=\frac{\Delta F_n^p}{\Sigma(\mu\times\sin\alpha_i+\cos\alpha_i\times\cos\beta_n^i)}$$

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

$$\cos\beta_n^{30}=\frac{400}{429}=0,932\quad;\quad\cos\beta_n^{32}=\frac{300}{309}=0,971$$

$$R_p^n=\frac{0,42}{(0,55\times 0,663+0,749\times 0,932)+(0,55\times 0,776+0,631\times 0,971)}=\frac{0,42}{2,103}=0,2\text{тс}$$

Усилие в растяжках 33; 35 от 2го сочетания сил:

$$R_p^n=\frac{\Delta F_n^p}{\Sigma(\mu\times\sin\alpha_i+\cos\alpha_i\times\cos\beta_n^i)}$$

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

$$\cos\beta_n^{33}=\frac{400}{447}=0,895\quad;\quad\cos\beta_n^{35}=\frac{300}{316}=0,949$$

$$R_p^n=\frac{0,42}{(0,55\times 0,647+0,761\times 0,895)+(0,55\times 0,769+0,64\times 0,949)}=\frac{0,42}{2,067}=0,2\text{тс}$$

Усилие в растяжках 34; 36 от 2го сочетания сил:

$$R_p^n=\frac{\Delta F_n^p}{\Sigma(\mu\times\sin\alpha_i+\cos\alpha_i\times\cos\beta_n^i)}$$

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

$$\cos\beta_n^{34}=\frac{375}{425}=0,882\quad;\quad\cos\beta_n^{36}=\frac{475}{506}=0,939$$

$$R_p^n=\frac{0,42}{(0,55\times 0,667+0,746\times 0,882)+(0,55\times 0,6+0,799\times 0,939)}=\frac{0,42}{2,105}=0,2\text{тс}$$

Принято: растяжки из проволоки ф6мм по 6 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку 1,86тс.

X Определение количества гвоздей, необходимых для прикрепления подкладок к полу платформы.

Т.к. коэффициент трения (μ) дерева по дереву меньше коэффициента трения железобетона по дереву, то необходимо подкладки прикрепить к полу.

$F_{тр}^{пр} = Q_{тр}^{ч} \cdot \mu$

$F_{тр\,0,55}^{пр} = 34,2 \times 0,55 = 18,81$ тс

$F_{тр\,0,45}^{пр} = 34,2 \times 0,45 = 15,39$ тс

$\Delta F_{тр}^{пр} = F_{тр\,0,55}^{пр} - F_{тр\,0,45}^{пр}$

$\Delta F_{тр}^{пр} = 18,81 - 15,39 = 3,42$ тс

$F_{тр}^{п} = G_{тр} \times \mu \times (1000 - a_в)$

$a_в = 250 \div K \times l_{тр} + \dfrac{2140}{Q_{тр}^{ч}}$

$K = 5 \quad ; \quad l_{тр} = 0$

$a_в = 250 - 5 \times 0 + \dfrac{2140}{34,2} = 313$

$F_{тр\,0,55}^{п} = 34,2 \times 0,55 \times (1000 - 313) = 12920$ кгс $= 12,92$ тс

$F_{тр\,0,45}^{п} = 34,2 \times 0,45 \times (1000 - 313) = 10570$ кгс $= 10,57$ тс

$\Delta F_{тр}^{п} = F_{тр\,0,55}^{п} - F_{тр\,0,45}^{п}$

$\Delta F_{тр}^{п} = 12,92 - 10,57 = 2,35$ тс

Расчет крепления производится на наибольшее усилие $\Delta F_{тр}^{пр} = 3,42$ тс

$$n = \frac{\Delta F}{N}$$

$N = 108$ кгс

$$n = \frac{3420}{108} = 32 \text{ шт}$$

Принимаем 32 гвоздя $d = 6$ мм, длиной 150÷200 мм

XI Определение размеров подкладок

Высота принята конструктивно $h_0 = 120$ мм

Проверка на устойчивость

$$B_0 \geq \frac{2(1,25 \times N_0 \mu h_0 - P_y h_y)}{N_0}$$

$P_y = 0$

$B_0 \geqslant 2 \times 1,25 \times 0,55 \times 0,12 = 0,165$ м

Принято: $B_0 = 180$ мм

XII Расчет прокладок на смятие.

Напряжение в подкладках при смятии по 1-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^{пр}}{S_0}$$

$$N_0^{пр} = \frac{Q_{тр}}{2} + \Sigma [R_p^{пр} \times \sin\alpha_i]$$

$$N_0^{пр1} = \frac{11,4}{2} + (1,06 \times 0,547 + 1,03 \times 0,832 + 0,76 \times 1,08 + 1,26 \times 0,787 + 1,24 \times 0,92 + 1,36 \times$$

$$\times 0,904 + 1,24 \times 0,583 + 1,31 \times 0,663 + 1,45 \times 0,647) = 13,85 \text{ тс}$$

$$N_0^{пр2} = \frac{11,4}{2} + (1,06 \times 0,916 + 1,03 \times 0,588 + 0,866 \times 1,08 + 1,26 \times 0,866 + 1,24 \times 0,706 + 1,36 \times 0,842 +$$

$$+ 1,24 \times 0,633 + 1,31 \times 0,532 + 1,45 \times 0,667) = 13,85 \text{ тс}$$

$$N_0^{пр3} = \frac{11,4}{2} + (1,07 \times 0,759 + 1,13 \times 0,974 + 1,17 \times 0,954 + 1,18 \times 0,682 + 1,2 \times 0,862 + 1,3 \times 0,828 +$$

$$+ 1,49 \times 0,652 + 1,47 \times 0,776 + 1,66 \times 0,769 = 15,03 \text{ тс}$$

$$N_0^{пр4} = \frac{11,4}{2} + (1,07 \times 0,802 + 1,13 \times 0,541 + 1,17 \times 0,73 + 1,18 \times 0,91 + 1,2 \times 0,712 + 1,3 \times 0,88 +$$

$$+ 1,49 \times 0,617 + 1,47 \times 0,555 + 1,66 \times 0,6 = 13,82 \text{ тс}$$

$$\sigma_c = \frac{15,03}{0,18 \times 0,35} = 238 \text{ т/м}^2 = 23,8 \text{ кг/см}^2 < [30 \text{ кг/см}^2]$$

Напряжение в подкладках при смятии по 1-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^{п} + F_в}{S_0}$$

$$N_0^{п} = \frac{Q_{тр}}{2} + \Sigma [R_p^{п} \times \sin\alpha_i]$$

$$N_0^{п1} = \frac{11,4}{2} + (0,4 \times 0,547 + 0,28 \times 0,832 + 0,29 \times 0,76 + 0,31 \times 0,787 + 0,26 \times 0,92 + 0,26 \times$$

$$\times 0,904 + 0,24 \times 0,583 + 0,2 \times 0,663 + 0,2 \times 0,647 = 7,49 \text{ тс}$$

$$N_o^{n2} = \frac{11,4}{2} + (0,26 \times 0,916 + 0,4 \times 0,588 + 0,28 \times 0,866 + 0,26 \times 0,866 + 0,51 \times 0,706 + 0,26 \times 0,842 +$$

$$+ 0,19 \times 0,693 + 0,236 \times 0,532 + 0,2 \times 0,667 = 7,46 тс$$

$$N_o^{n3} = \frac{11,4}{2} + (0,4 \times 0,759 + 0,25 \times 0,974 + 0,29 \times 0,954 + 0,31 \times 0,682 + 0,26 \times 0,862 + 0,26 \times 0,828 +$$

$$+ 0,24 \times 0,652 + 0,2 \times 0,776 + 0,2 \times 0,769 = 7,64 тс$$

$$N_o^{n4} = \frac{11,4}{2} + (0,26 \times 0,802 + 0,4 \times 0,541 + 0,28 \times 0,73 + 0,26 \times 0,91 + 0,31 \times 0,712 + 0,26 \times 0,88 +$$

$$+ 0,19 \times 0,617 + 0,236 \times 0,555 + 0,2 \times 0,6 = 7,39 тс$$

$$\sigma_c = \frac{7,64 + 3,57}{0,18 \times 0,35} = 178 тс/м^2 = 17,8 кгс/см^2 < [30 кгс/см^2]$$

Условия выполняются

XIII Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

$$\eta_{пр} = \frac{\ell}{(h_{ц.т.} - h_y^{пр})} \geq 1,25$$

$h_{ц.т} = 0,51 м$ $\quad h_y^{пр} = 0$

$\ell = 3,53 м$

$$\eta_{пр} = \frac{3,53}{0,51} = 6,92 > 1,25$$

XIV Проверка устойчивости груза поперек платформы

а).

$$\eta_n = \frac{Q_{гр} \times B_n^o}{F_n \times (h_{ц.т} - h_y^n) + W_n \times (h_{un}^n - h_y^n)} \geq 1,25$$

$Q_{гр} = 3,8 т$, $B_n^o = 0,175 м$

$F_n = 1,25 тс$, $h_{ц.т} = 0,13 м$; $h_y^o = 0$

$W_n = 0,25 тс$; $h_{un}^n = 0,13 м$

$$\eta_n = \frac{3,8 \times 0,175}{1,25 \times 0,13 + 0,25 \times 0,13} = 3,44 > 1,25$$

б).

$$\eta_n = \frac{Q_{гр} \times B_n^o}{F_n \times (h_{ц.т} - h_y^n) + W_n \times (h_{un}^n - h_y^n)} \geq 1,25$$

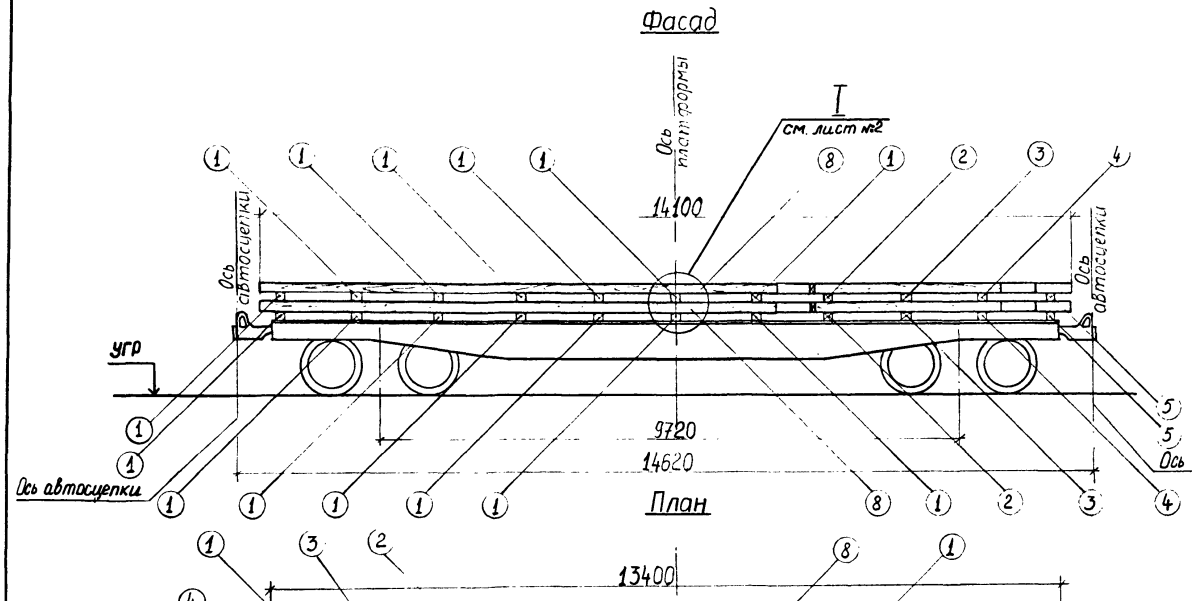
$Q_{гр} = 34,2 т$; $B_n^o = 0,975 м$

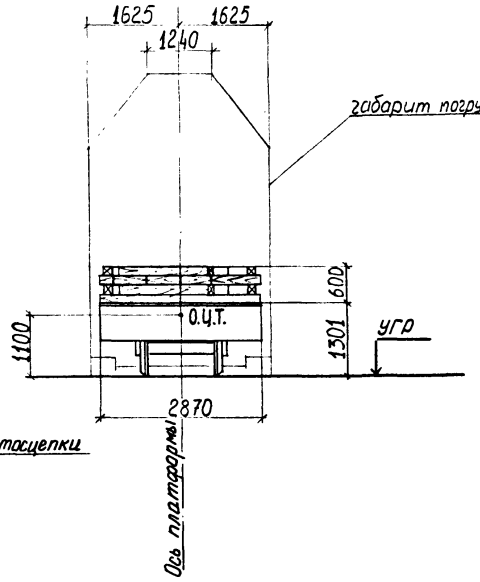
$F_n = 0,33 \times 34,2 = 11,29 тс$

$h_{ц.т} = 0,51 м$; $h_{un}^n = 0,51 м$

$W_n = 0,24 тс$; $h_y = 0$

$$\eta_n = \frac{34,2 \times 0,975}{1,25 \times 0,13 + 0,24 \times 0,13} = 5,44 > 1,25$$





Нач. отд	Гродзенский		
ГИП	Гродзенский		
Н. контр.	Новолодский		
Рук. гр	Гуревич		
Инженер	Данков		

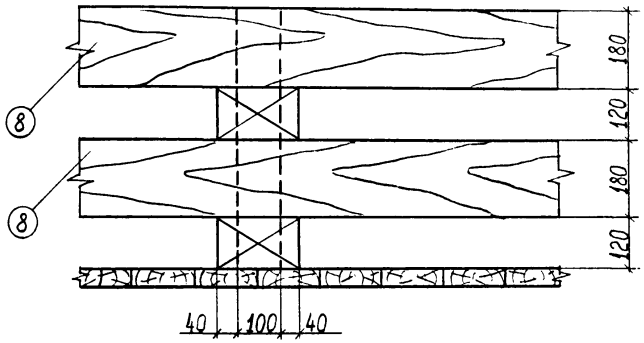
2539-11.02.01

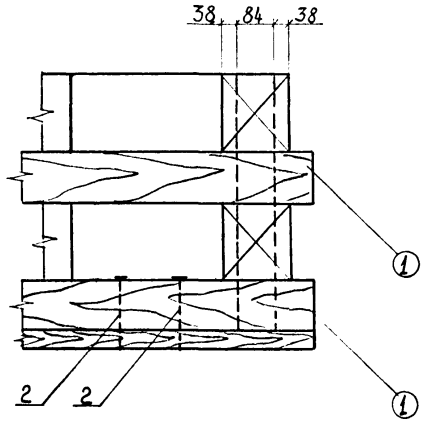
Размещение и крепление ж-б. одномарщевых косоуров К-7 пешеходных мостов на ж-д. платформе.

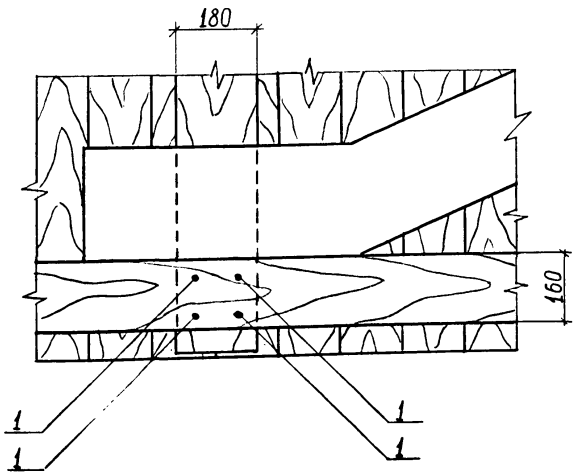
Литер	Лист	Листов
РП	1	7

Гипротранспуть

I







Характеристика схемы погрузки.

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	Высота ц.т. груза относительно пола платформы	мм	360
2	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно у.г.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, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Примечание
(1)	Подкладка (прокладка)	12×18	287	14	0,052	0,87	Сосна, ель не ниже 3 сорта	ГОСТ 8486-66**
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		
6	Упор	18×16	360	4	0,104	0,42		
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 ед.	Масса, кг общ.	Материал	Примечание
1	Штырь	ф12	600	92	0,133	12,2	Ст3 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 2590-71
2	Гвоздь	d-6	150÷200	132	0,044	5,8	Ст2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75 ГОСТ 4028-63
Итого металла :						18		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

I. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4-осной платформе железобетонных одномаршевых косоуров К-7 пешеходных мостов, изготовленных по типовому проекту инв.№728/I. Блоки К-8; К-9, подобные по конструкции блоку К-7, перевозятся аналогично. Платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т, постройки с 1965г на тележках ЦНИИ-Х3.

2. 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.

3. Косоуры устанавливаются на подкладки и прокладки, представляющие собой брусья I20xI80мм. Подкладки прибиваются к полу вагона гвоздями d6мм.

4. Для предотвращения поперечного и продольного смещений косоуров устанавливаются упорные брусья сечениями-I80xI60мм и I80x250мм. В местах пересечения подкладок /прокладок/ и упоров брусья скрепляются штырями d12мм.

5. При следовании по прямым участкам пути и кривым радиусом не менее 350м указанные косоуры на платформе вписываются в габарит погрузки.

6. 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

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

III Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{o\,ц.т} = \frac{Q_{гр} \times h_{гр} + Q_{пл} \times h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leqslant 2{,}3\ м$$

$h_{пл} = 0{,}8$ м ; $h_{гр} = H_{пл} + H^{ц.т.}_{гр}$; $h_{гр} = 1{,}302 + 0{,}36 = 1{,}662$ м

$H_{пл} = 1{,}302$ м ; $H^{ц.т.}_{гр} = 0{,}36$ м

$$h_{o\,ц.т} = \frac{14 \times 1{,}662 + 22 \times 0{,}8}{14 + 22} = 1{,}1\ м < [2{,}3\ м]$$

Площадь наветренной поверхности платформы с грузом:

$S = S_{пл} + S_{гр} \leqslant 50\ м^2$ $S_{пл} = 13\ м^2$

$S = 13 + 7{,}8 = 21 < [50\ м^2]$ $S_{гр} = 8{,}0\ м^2$

Следовательно, условие общей поперечной устойчивости соблюдается.

IV Определение усилий, действующих на верхний косоур

1ое сочетание сил

Продольная инерционная сила:

$F_{пр} = a_{пр} \times Q_{гр}$

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q^{o}_{гр} \times (a_{22} - a_{85})}{63}$$

$a_{22} = 1{,}2$; $Q^{o}_{гр} = 14$ т ; $a_{85} = 1{,}0$

$$a_{пр} = 1{,}2 - \frac{14 \times (1{,}2 - 1{,}0)}{63} = 1{,}16\ тс/т$$

$F_{пр} = 1{,}16 \times 1{,}0 = 1{,}16$ тс

Сила трения:

$F^{пр}_{тр} = Q_{гр} \times \mu$

$\mu = 0{,}55$; $Q_{гр} = 1{,}0$ т

$F^{пр}_{тр} = 0{,}55 \times 1{,}0 = 0{,}55$ тс

Продольное усилие, воспринимаемое креплением:

$\Delta F^{в}_{пр} = F_{пр} - F^{пр}_{тр}$

$\Delta F^{в}_{пр} = 1{,}16 - 0{,}55 = 0{,}61$ тс

2ое сочетание сил

Поперечная инерционная сила:

$F_{п} = a_{п} \times Q_{гр} = 0{,}5 \times 1 = 0{,}5$ тс

$$a_{п} = a_{с} + \frac{2 \times (a_{ш} - a_{с})}{l_{в}} l_{гр} = 0{,}33 + \frac{2 \times (0{,}55 - 0{,}33)}{9{,}72} \times 3{,}88 = 0{,}5\ тс/т$$

$a_{с} = 0{,}33$ тс/т ; $a_{ш} = 0{,}55$ тс/т ; $l_{в} = 9{,}72$ м ; $l_{гр} = 3{,}88$

Вертикальная инерционная сила:

$F_{в} = a_{в} \times Q_{гр}$

$$a_{в} = 250 + K \times l_{гр} + \frac{2140}{Q^{o}_{гр}} \qquad K = 5 \quad l_{гр} = 0$$

$$a_{в} = 250 + 5 \times 0 + \frac{2140}{14} = 403\ кгс/кг$$

$F_{в} = 0{,}403 \times 1 = 0{,}4$ тс

Ветровая нагрузка:

$W_{п} = 50 \times S_{п}$

$W_{п} = 50 \times 4 = 200$ кгс $= 0{,}2$ тс

Сила трения:

$F^{п}_{тр} = Q_{гр} \times \mu \times (1000 - a_{в})$

$F^{п}_{тр} = 1 \times 0{,}55 \times (1000 - 403) = 328$ кгс $= 0{,}33$ тс

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F^{в}_{п} = n(F_{п} + W_{п}) - F^{п}_{тр}$

$n = 1{,}25$

$\Delta F^{в}_{п} = 1{,}25 \times (0{,}5 + 0{,}2) - 0{,}33 = 0{,}54$ тс

V Определение усилий, действующих на нижний косоур

1ое сочетание сил

Продольная инерционная сила, действующая на два косоура верхнего и нижнего ярусов:

$F_{пр} = a_{пр} \times Q_{гр}$

$$a_{пр} = a_{22} - \frac{Q^{o}_{гр}\,(a_{22} - a_{85})}{63} \qquad a_{22} = 1{,}2 \ ; \ Q^{o}_{гр} = 14\ т \ ; \ a_{85} = 1{,}0$$

$$a_{пр} = 1{,}2 - \frac{14(1{,}2-1{,}0)}{63} = 1{,}16\ тс/т$$

$F_{пр} = 1{,}16 \times 2 = 2{,}32$ тс

Сила трения:

$F_{тр}^{пр} = Q_{гр} \times \mu$

$\mu = 0{,}55$; $Q_{гр} = 2$ т

$F_{тр}^{пр} = 0{,}55 \times 2 = 1{,}1$ тс

Продольное усилие, воспринимаемое креплением:

$\Delta F_{пр}^{о} = F_{пр} - F_{тр}^{пр}$

$\Delta F_{пр}^{о} = 2{,}32 - 1{,}1 = 1{,}22$ тс

Продольное усилие, воспринимаемое креплением, от косоура нижнего яруса:

$\Delta F_{пр}^{н} = \Delta F_{пр}^{о} - \Delta F_{пр}^{в}$

$\Delta F_{пр}^{н} = 1{,}22 - 0{,}61 = 0{,}61$ тс

2ое сочетание сил.

Поперечная инерционная сила, действующая на два косоура верхнего и нижнего ярусов:

$F_{п} = a_{п} \times Q_{гр}$

$a_{п} = 0{,}5$ тс/т

$F_{п} = 0{,}5 \times 2 = 1{,}0$ тс

Вертикальная инерционная сила.

$F_{в} = a_{в} \times Q_{гр}$

$$a_{в} = 250 + K \times l_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}^{о}}$$

$K = 5$, $l_{гр} = 0$

$$a_{в} = 250 + 5 \times 0 + \frac{2140}{14} = 403\ кгс/кг$$

$F_{в} = 0{,}403 \times 2 = 0{,}8$ тс

Ветровая нагрузка:

$W_{п} = 50 \times S_{п}$

$W_{п} = 50 \times 8 = 400$ кгс $= 0{,}4$ тс

Сила трения:

$F_{тр}^{о} = Q_{гр} \times \mu \times (1000 - a_{в})$

$F_{тр}^{п} = 2 \times 0{,}55 \times (1000 - 403) = 657$ кгс $= 0{,}66$ тс

Поперечное усилие, воспринимаемое креплением:

$\Delta F_{п}^{о} = n(F_{п} + W_{п}) - F_{тр}^{п}$

$n = 1{,}25$

$\Delta F_{п}^{о} = 1{,}25\ (1{,}0 + 0{,}4) - 0{,}66 = 1{,}09$ тс

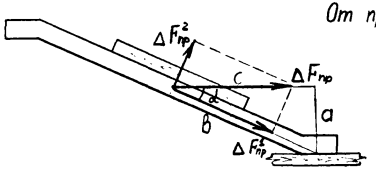
Поперечное усилие, воспринимаемое креплением, от косоура нижнего яруса:

$\Delta F_{п}^{н} = \Delta F_{п}^{о} - \Delta F_{п}^{в}$

$\Delta F_{п}^{н} = 1{,}09 - 0{,}54 = 0{,}55$ тс

V Определение усилий, действующих на упоры.

От продольного усилия



а) косоура верхнего яруса

$a = 1125$ мм

$c = 2550$ мм

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

$b = \sqrt{1125^2 + 2550^2} = 2787$ мм

$\cos\alpha = \frac{c}{b}$ $\cos\alpha = \frac{2550}{2787} = 0{,}915$

$\sin\alpha = \frac{a}{b}$ $\sin\alpha = \frac{1125}{2787} = 0{,}404$

$\Delta F_{пр}^{1} = \Delta F_{пр} \times \cos\alpha$

$\Delta F_{пр}^{1} = 0{,}61 \times 0{,}915 = 0{,}56$ тс

$\Delta F_{пр}^{2} = \Delta F_{пр} \times \sin\alpha$

$\Delta F_{пр}^{2} = 0{,}61 \times 0{,}404 = 0{,}25$ тс

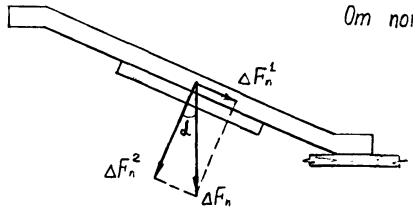
б). двух косоуров верхнего и среднего ярусов:

$\Delta F_{пр}^{1} = \Delta F_{пр} \times \cos\alpha$

$\Delta F_{пр}^{1} = 1{,}22 \times 0{,}915 = 1{,}12$ тс

$\Delta F_{пр}^{2} = \Delta F_{пр} \times \sin\alpha$

$\Delta F_{пр}^{2} = 1{,}22 \times 0{,}404 = 0{,}49$ тс



От поперечного усилия

а) косоуров верхнего яруса:

$\Delta F_n^1 = \Delta F_n \times \sin\alpha$

$\Delta F_n^1 = 0{,}54 \times 0{,}404 = 0{,}22$ тс

$\Delta F_n^2 = \Delta F_n \times \cos\alpha$

$\Delta F_n^2 = 0{,}54 \times 0{,}915 = 0{,}49$ тс

б) двух косоуров верхнего и среднего яруса.

$\Delta F_n^1 = \Delta F_n \times \sin\alpha$

$\Delta F_n^1 = 1{,}09 \times 0{,}404 = 0{,}44$ тс

$\Delta F_n^2 = \Delta F_n \times \cos\alpha$

$\Delta F_n^2 = 1{,}09 \times 0{,}915 = 1{,}0$ тс

Расчет крепления упорных брусьев ведется на максимальные усилия:

$\Delta F^1 = 1{,}12$ тс ; $\Delta F^2 = 1{,}0$ тс

VI Расчет крепления упорных брусьев.

Определение необходимого количества нагелей для крепления продольных брусьев:

$F = K_\alpha \times K_н \times a \times d$ (в более тонком элементе)

$K_\alpha = 0{,}7$; $K_н = 41$, $a = 12$ см ; $d = 1{,}2$ см

$F = 0{,}7 \times 41 \times 12 \times 1{,}2 = 413$ кгс

$$n = \frac{\Delta F}{F}$$

$$n = \frac{1{,}12}{0{,}413} = 2{,}71 \text{ шт}$$

$F = K_\alpha \times 0{,}35 \times C \times d$ (в более толстом элементе)

$K_\alpha = 0{,}7$ $C = 18$см , $d = 1{,}2$см

$F = 0{,}7 \times 35 \times 18 \times 1{,}2 = 529$ 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.

$$n = \frac{\Delta F}{F}$$

$F = 0{,}413$ 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 $h_0 = 120$ мм

$$B_0 \geq \frac{2(1{,}25 \times N_0 \times \mu \times h_0 - P_y \times h_y)}{N_0}$$

$h_y = 0$

$B_0 \geq 2 \times 1{,}25 \times 0{,}55 \times 0{,}12 = 0{,}165$ м

Принято $B_0 = 180$ мм

VIII Расчет крепления подкладок к полу вагона

Расчет ведется на наибольшее усилие

$\Delta F = \Delta F_{n0}^{o} + \Delta F_{тр}^{пр}$

$\Delta F_{тр}^{пр} = (\mu_{0{,}55} - \mu_{0{,}45}) \times Q_{тр}$

$\Delta F_{тр}^{пр} = (0{,}55 - 0{,}45) \times 2 = 0{,}2$ тс

$\Delta F = 1{,}22 + 0{,}2 = 1{,}42$ тс

$\Delta F = \Delta F_n^o + \Delta F_{тр}^n$

$\Delta F_{тр}^n = (\mu_{0{,}55} - \mu_{0{,}45}) \times (1000 - a_в) \times Q_{тр}$

$\Delta F_{тр}^n = (0{,}55 - 0{,}45) \times (1000 - 403) \times 2 = 119$ кгс $= 0{,}12$ тс

$\Delta F = 1{,}09 + 0{,}12 = 1{,}2$ тс

$$n = \frac{\Delta F}{N}$$

$N = 108$ кгс

$$n = \frac{1,42}{0,108} = 13,1 \text{ шт}$$

Принято: каждая подкладка прибивается к полу вагона гвоздями d=6мм в количестве 14 штук.

РАЗДЕЛ I2. ПОГРУЗКА, РАЗМЕЩЕНИЕ И КРЕПЛЕНИЕ Ж.-Б. БЛОКОВ ФУНДАМЕНТОВ ОПОР ПЕШЕХОДНЫХ МОСТОВ / ТИПОВОЙ ПРОЕКТ ИНВ. № 728/I / НА Ж.-Д. ПЛАТФОРМАХ.

СОСТАВ РАЗДЕЛА

№№ п/п	Обозначение	Наименование чертежа	Страницы альбома
I	2	3	4
I	2539-I2.0I.0I.	Ж.-Б.блоки фундаментов стоечных опор пешеходных мостов / проект инв. № 728/I/ Основные характеристики блоков.	251
2	2539-I2.02.0I,	Размещение и крепление блоков Ф-I на ж.-д. платформе.	252÷255
3	2539-I2.03.0I.	Размещение и крепление блоков Ф-2 на ж.-д. платформе.	256÷259
4	2539-I2.04.0I.	Размещение и крепление блоков Ф-3 на ж.-д. платформе.	260÷263
5	2539-I2.05.0I.	Размещение и крепление блоков Ф-4 на ж.-д. платформе.	264÷267
6	2539-I2.06.0I.	Размещение и крепление блоков Ф-5 на ж.-д. платформе.	268÷271

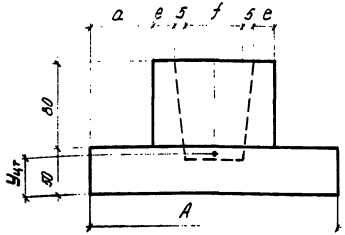
			2539-12.00.00
Нач. отд.	Градзенский		Состав раздела 12.
ГИП	Градзенский		
Нор. кон.	Новолодский		
Рук. гр.	Гуревич		
Инженер	Ходь		

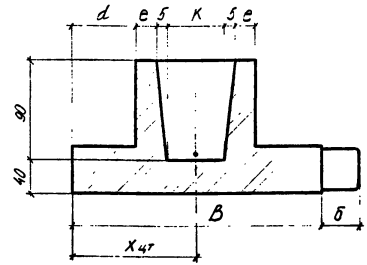
Литер	Лист	Листов
РП	1	1

Гипротранспуть

Основные характеристики фундаментов стоечных опор Ф-1, Ф-3, Ф-5.

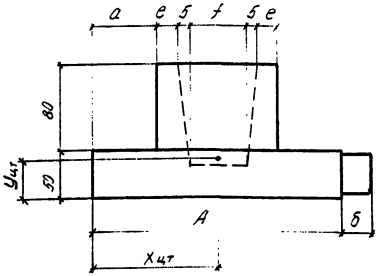
	$X_{цт}$ см	$Y_{цт}$ см	A см	B см	a см	d см	f см	K см	e см	б см	Масса т
Ф-1	135	36	240	270	70	70	50	80	20	—	9.8
Ф-3	100	43	170	200	35	40	50	70	20	—	5.8
Ф-5	132	37	230	260	60	80	60	70	20	77	9

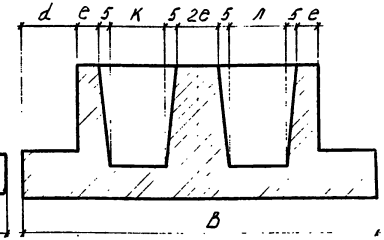




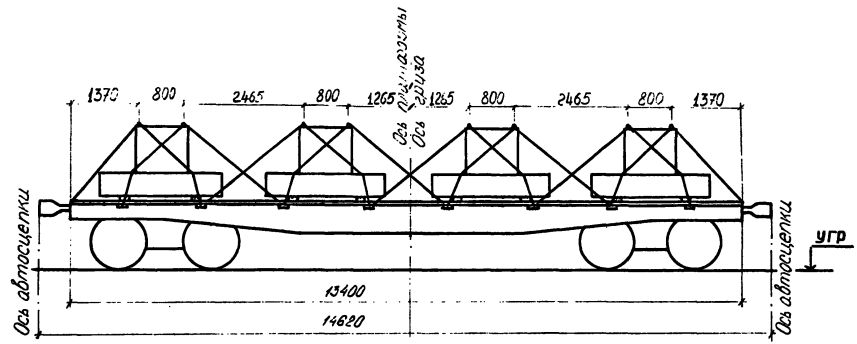
Основные характеристики фундаментов стоечных опор Ф-4, Ф-2

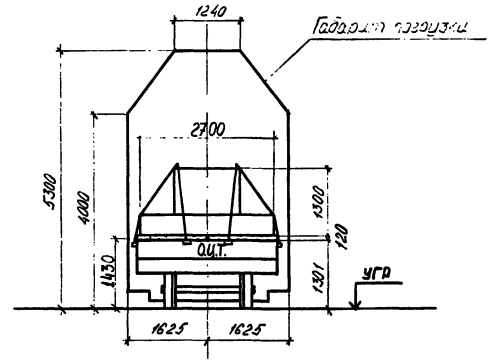
	$X_{цт}$ см	$Y_{цт}$ см	A см	B см	a см	d см	f см	K см	л см	e см	б см	Масса т
Ф-4	129	43	255	270	75	35	70	50	50	20	77	11.5
Ф-2	135	46	240	270	70	35	50	50	50	20	—	10.8

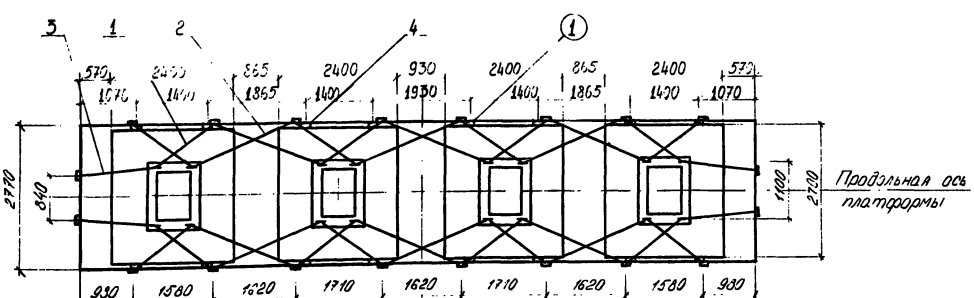




				2539-1201.01.			
Нач отд	Гродзенский			Ж.б. блоки фундаментов стоечных опор пешеходных мостов (проект инв № 728/I). Основные характеристики блоков.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский				РП	1	1
Н. контр.	Новолодский				Гипротранспуть		
Рук. груп	Гуревич						
Инженер	Надь						







				2539-12.02.01.	
Нач.отд.	Гладженский			Размещение и крепление блоков Ф-1 на м.д. платформе.	Литер: РП; Лист: 1; Листов: 1
ГИП	Гладженский				
Н.контр.	Николайский				
Рук.эгуп	Гуревич				Гипротранспуть
Инженер	Ходь				

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм	Величина
1	Высота ц.т блока относительно низа блока	мм	360
2	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно УГР.	мм	1430
3	База блока	мм	1400
4	Масса блока	т	9.3
5	Масса груза	т	37.2
6	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
7	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим.
1	Растяжка из проволоки	6 ф6,3	13370	16	3.40	54.40	Сталь по ГОСТ 14035-79	ГОСТ 3282-74
2	——— // ———	— // —	16390	12	4.02	48.24		
3	——— // ———	— // —	12360	4	3.03	12.12		
4	Гвоздь	⌀6	150	80	0.044	3.52	Ст2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75 ГОСТ 4028-63
Итого металла:						118		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол шт.	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Прим.
(1)	Брус	12×18	277	8	0.06	0.48	Сосна, ель не ниже 3 сорта	ГОСТ 8486-66
Итого лесоматериалов:						0.5		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4х-осной платформе железобетонных блоков фундаментов стоечных опор Ф-I. Платформа принята грузоподъемностью 62÷66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.
2. Груз состоит из 4х железобетонных блоков Ф-I. 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.

Расчет к погрузке

Характеристика груза.

Груз - 4 ж.б. блока Ф-1
Длина блока - 2.7м
Ширина блока - 2.4м
Высота блока - 1.3м
Вес груза — 9.8×4 = 39.2т
Положение Ц.Т от подошвы фундамента - - 0.36м

Характеристика платформы.

Платформа - четырехосная
База - 9.72м
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:

$$S_{\substack{наветр\\пов}} = S_{пл} + S_{гр}$$

$$S_{пл} = 13 + (0.5\times2.4 + 0.8\times1)\times4 = 21м^2 < 50м^2$$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{ц} = \frac{Q_{гр}h_{гр} + Q_{пл}h_{пл}}{Q_{гр}+Q_{пл}} \leq 2.3м \qquad [\S34\ ТУ]$$

$$h_{ц} = \frac{39.2\times(0.36+0.12+1.301)+22\times0.8}{39.2+22} = 1.43м < 2.3м$$

Следовательно, общая поперечная устойчивость соблюдается.

Определение усилий действующих на груз.

1е сочетание сил

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

$$a_{пр} = a_{гр} - \frac{Q_{гр}(a_{гр}-a_{пл})}{63} \qquad a_{пр} = 1200 - \frac{39.2(1200-1000)}{63} = 1.08 тс/т$$

$$F_{пр} = 9.8\times1.08 = 10.58тс$$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр}\times\mu$ $\mu = 0.45$ $F_{тр} = 9.8\times0.45 = 4.41тс$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр} \qquad \Delta F_{пр} = 10.58 - 4.41 = \underline{6.17тс}$$

2е сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_п = Q_{гр}\times a_п = 9.8\times0.55 = 5.39тс$

$$a_п = 0.33 + 2\frac{(0.55-0.33)}{9.72}\times4.93 = 0.55тс/т$$

Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в\times Q_{гр} = 0.329\times9.8 = 3.22тс$

$$a_в = 250 + K_з l_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} \qquad a_в = 250 + 5\times4.93 + \frac{2140}{39.2} = 0.329тс/т$$

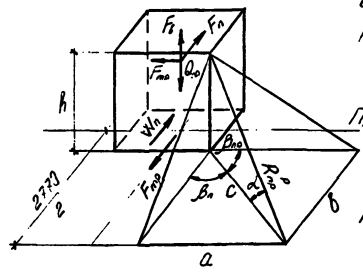
Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр}\times\mu(1000-a_в) = 9.8\times0.45(1000-329) = 2.96тс$

Ветровая нагрузка: $W_п = 50S = 50\times(2.4\times0.5+0.8\times1) = 0.1тс$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_п = n\times(F_п+W) - F_{тр} \qquad n = 1.25 \qquad \Delta F_п = 1.25(5.39+0.1) - 2.96 = \underline{3.9тс}$$

Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке от 1ого сочетания сил:

$$R^{пр}_р = \frac{\Delta F^р_{пр}}{n_р(\mu\times\sin\alpha + \cos\alpha\times\cos\beta_{пр})}$$

Продольная ось платформы

от 2го сочетания сил:

$$R^р_п = \frac{\Delta F^р_п}{n(\mu\sin\alpha + \cos\alpha\times\cos\beta_п)}$$

Для 1й растяжки

$$tg\,\beta_п = \frac{a}{b} = \frac{50}{35} = 1.438 \qquad \beta_п = 55.01° \qquad \beta_{пр} = 34.99°$$

$$C = \frac{a}{\sin\beta_п} = \frac{50}{0.8193} = 61 \qquad tg\,\alpha = \frac{h}{C} = \frac{620}{61} = 10.1639 \qquad \alpha = 84.38°$$

$\sin\alpha = 0.9952$ $\cos\alpha = 0.0979$ $\cos\beta_п = 0.5734$ $\cos\beta_{пр} = 0.8193$

Для 2й растяжки

$$tg\,\beta_п = \frac{a}{b} = \frac{2075}{835} = 2.485 \qquad \beta_п = 68.08° \qquad \beta_{пр} = 21.92°$$

$$C = \frac{a}{\sin\beta_п} = \frac{2075}{0.9277} = 2237 \qquad tg\,\alpha = \frac{h}{C} = \frac{1420}{2237} = 0.6348 \qquad \alpha = 32.41°$$

$\sin\alpha = 0.5359$ $\cos\alpha = 0.8442$ $\cos\beta_п = 0.3733$ $\cos\beta_{пр} = 0.9277$

Для 3й растяжки

$$tg\,\beta_п = \frac{a}{b} = \frac{1370}{130} = 10.5385 \qquad \beta_п = 84.58° \qquad \beta_{пр} = 5.42°$$

$$C = \frac{a}{\sin\beta_п} = \frac{1370}{0.9955} = 1376 \qquad tg\,\alpha = \frac{h}{C} = \frac{1420}{1376} = 1.0319 \qquad \alpha = 45.9°$$

$\sin\alpha = 0.7181$ $\cos\alpha = 0.6959$ $\cos\beta_п = 0.0944$ $\cos\beta_{пр} = 0.9955$

$$R^р_{пр} = \frac{6.17}{2(0.45\times0.9952+0.0979\times0.8193)+2(0.45\times0.7181+0.6959\times0.9955)} = 2.01тс$$

$$R^р_п = \frac{3.9}{2(0.45\times0.9952+0.0979\times0.5734)+(0.45\times0.5359+0.8442\times0.3733)+(0.45\times0.7181+0.6959\times0.0944)} = 1.99тс$$

Принято: растяжки из проволоки Ø 6.3мм по 6 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку по продольному усилию 2.04тс

Расчет подкладок по смятию.

Напряжение смятия подкладки по 1-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0}{S_0} \qquad N_0^{пр} = \frac{Q_{гр} + R_p^{пр} \times 2 \times n_p^{пр} \times \sin\alpha}{2}$$

$$S_0 = 18 \times 270 \times 2 = 9720\ см^2 \qquad N_0^{пр} = \frac{9.8 + 2.01 \times 2 \times (2 \times 0.9952 + 2 \times 0.7181)}{2} = 11.79\ тс$$

$$\sigma_c = \frac{11790}{9720} = 1{,}21\ кгс/см^2 < 30\ кгс/см^2$$

Напряжение смятия подкладки по 2-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^п + F_в^п}{S_0} \qquad N_0^п = \frac{Q_{гр}^п + R_p^п \times 2 \times n_p^п \times \sin\alpha}{2}$$

$$F_в^п = \frac{F_в}{2} = 1.61\ тс \qquad N_0^п = \frac{9.8 + 1.99 \times 2 \times (2 \times 0.9952 + 0.5359 + 0.7181)}{2} = 11.35\ тс$$

$$\sigma_c = \frac{11350 + 1610}{9720} = 1{,}3\ кгс/см^2 < 30\ кгс/см^2$$

Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$\eta_{пр} = \frac{e_{пр}^{\circ}}{h_{цт} - h_y^{пр}} = \frac{0.86}{0.41} = 2.1 > 1.25 \qquad [\ §40\ ТУ\ ]$$

$$e_{пр}^{\circ} = 0.86\ м \qquad h_y^{пр} = 0$$

Проверка устойчивости груза поперёк платформы

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы

$$\eta_п = \frac{Q_{гр}^{\circ} \times b_п^{\circ}}{F_п(h_{цт} - h_y^{\circ}) + W_п(h_{мп}^{\circ} - h_y^{\circ})} = \frac{9.8 \times 1.35}{5.39 \times 0.48 + 0.1 \times 0.63} = 4.99 > 1.25$$

$$h_{мп} = 0.63\ м \qquad h_y^{\circ} = 0 \qquad b_п^{\circ} = 1.35\ м$$

Условие устойчивости выполняется

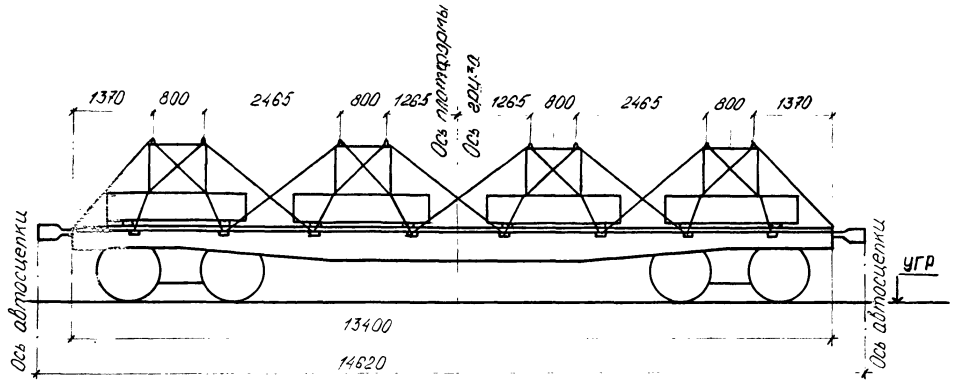
Проверка устойчивости подкладок

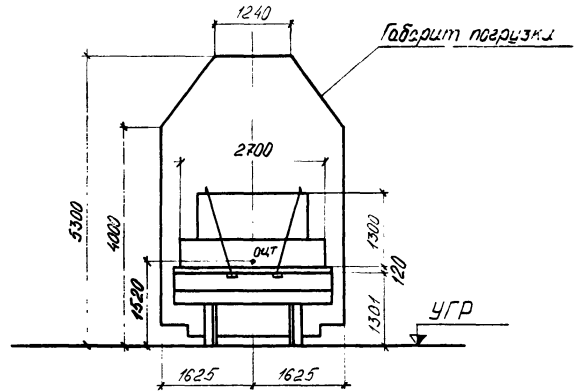
$$B_0 \geqslant \frac{2 \times (1{,}25 \cdot N_0 \cdot \mu \cdot h_0 - P_y h_y)}{N_0}$$

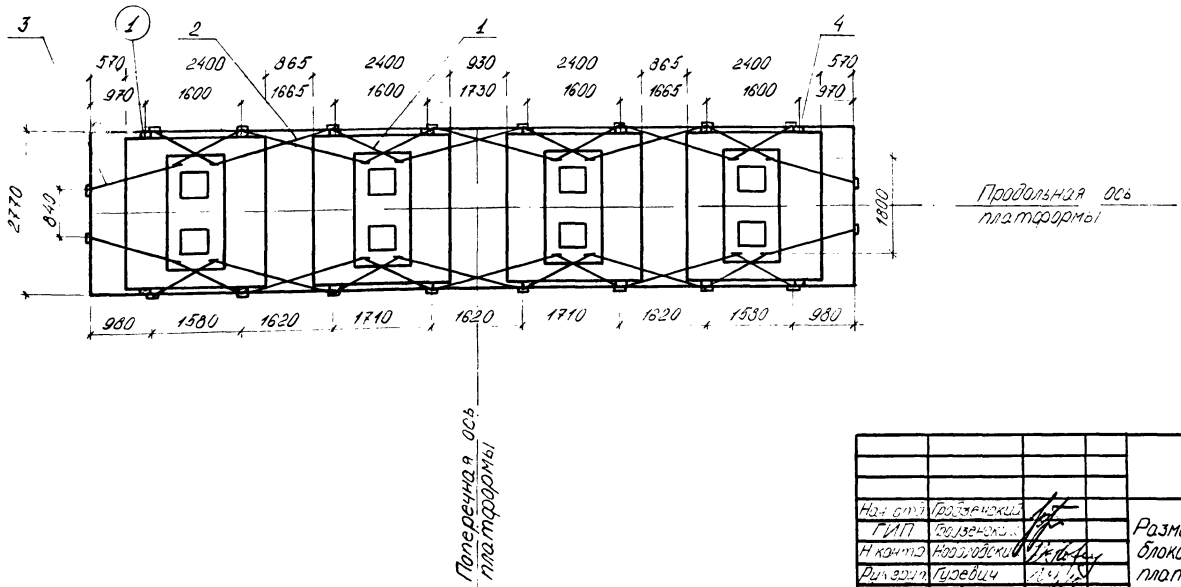
$$h_y = 0\ ; \qquad h_0 = 0{,}12\ м$$

$$B_0 \geqslant 2 \times 1{,}25 \times \mu \times h_0 = 2 \times 1{,}25 \times 0{,}55 \times 0{,}12 = 0{,}165$$

Принято: подкладки, сечением 120×180 мм







				2539-12.03.01.	
Нач. отд.	Подгайский			Размещение и крепление блоков Ф-2 на ж.д. платформе.	Стадия: РП; Листов: 1; Листов: 4
ГИП	Подгайский				
Н. контр.	Новгородский				Гипротранспуть
Рук. эскп.	Гуревич				
Инженер	Ноль				

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	Высота ц.т. блока относительно низа блока	мм	460
2	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно УГР.	мм	1520
3	База блока	мм	1600
4	Масса блока	т	10.8
5	Масса груза	т	43.2
6	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
7	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим.
1	Растяжка из проволоки	7ф6	14440	16	3.21	51.36	Сталь по ГОСТ 14085-79	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	Ст2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75, ГОСТ 4028-63
Итого металла:						116		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Прим.
(1)	Брус	12×18	277	80	0.06	0.48	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-66
Итого лесоматериалов:						0.5		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4х-осной платформе железобетонных блоков фундаментов стоечных опор Ф-2. Платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.
2. 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.
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.

Расчет к погрузке

Характеристика груза.

Груз - 4 ж б фундамента Ф-2
Длина блока - 2.7 м
Ширина блока - 2.4 м
Высота блока - 1.3 м
Вес груза 10.8 × 4 = 43.2 т
Положение ЦТ от подошвы фундамента - 0.46 м

Характеристика платформы.

Платформа четырёхосная
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

$$S_{наветр.} = S_{пл.} + S_{гр}$$

$$S_{н.п.} = 13 + (0.5 \times 2.4 + 0.8 \times 1.0) \times 4 = 21\ м^2 < 50\ м^2$$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{цт} = \frac{Q_{гр} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leq 2.3\ м \qquad [\ §34\ ТУ\ ]$$

$$h_{цт} = \frac{43.2 \times (1.301 + 0.12 + 0.46) + 22 \times 0.8}{43.2 + 22} = 1.52\ м < 2.3\ м$$

Вывод: общая поперечная устойчивость соблюдается

Определение усилий, действующих на груз.

1е сочетание сил

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

$$a_{пр} = a_{гг} - \frac{Q_{гр}(a_{гг} - a_{вб})}{63} \qquad a_{пр} = 1200 - \frac{43.2(1200 - 1000)}{63} = 1.06\ тс/т$$

$$F_{пр} = 10.8 \times 1.06 = 11.45\ тс$$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu \qquad \mu = 0.45 \qquad F_{тр} = 10.8 \times 0.45 = 4.86\ тс$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр} \qquad \Delta F_{пр} = 11.45 - 4.86 = 6.59\ тс$$

2е сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_п = Q_{гр} \times a_п = 10.8 \times 0.55 = 5.94\ тс$

$$a_п = 0.33 + \frac{2(0.55 - 0.33)}{9.72} 4.93 = 0.55\ тс/т$$

Вертикальная инерционная сила: $F_в = a_в \times Q_{гр} = 0.324 \times 10.8 = 3.5\ тс$

$$a_в = 250 + K_3 l_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} \qquad a_в = 250 + 5 \times 4.93 + \frac{2140}{43.2} = 0.324\ тс/т$$

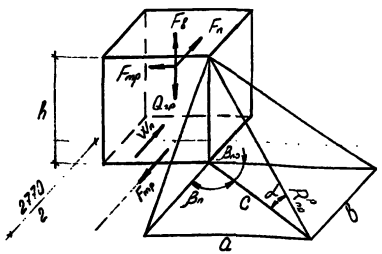
Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu (1000 - a_в) = 10.8 \times 0.45 (1000 - 324) = 3.29\ тс$

Ветровая нагрузка: $W_п = 50S = 50 \times (24 \times 0.5 + 0.8 \times 1.0) = 0.1\ тс$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$$\Delta F_п = n \times (F_п + W) - F_{тр} \qquad n = 1.25 \qquad \Delta F_п = 1.25(5.94 + 0.1) - 3.29 = 4.26\ тс$$

Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке от 1ого сочетания сил:

$$R_п^{пр} = \frac{\Delta F_п^р}{n_b(\mu \times \sin\alpha + \cos\alpha \times \cos\beta_{пр})}$$

Продольная ось платформы

от 2го сочетания сил:

$$R_п^р = \frac{\Delta F_п^р}{n(\mu \sin\alpha + \cos\alpha \times \cos\beta_п)}$$

Для 1й растяжки

$$tg\,\beta_п = \frac{a}{b} = \frac{108}{35} = 3.0857 \qquad \beta_п = 72.04° \qquad \beta_{пр} = 17.96°$$

$$C = \frac{a}{\sin\beta_п} = \frac{108}{0.9513} = 114 \qquad tg\,\alpha = \frac{h}{C} = \frac{620}{114} = 5.4386 \qquad \alpha = 79.58°$$

$$\sin\alpha = 0.9835 \qquad \cos\alpha = 0.1809 \qquad \cos\beta_п = 0.3084 \qquad \cos\beta_{пр} = 0.9513$$

Для 2й растяжки

$$tg\,\beta_п = \frac{a}{b} = \frac{2010}{485} = 4.1443 \qquad \beta_п = 76.43° \qquad \beta_{пр} = 13.57°$$

$$C = \frac{a}{\sin\beta_п} = \frac{2010}{0.9721} = 2068 \qquad tg\,\alpha = \frac{h}{C} = \frac{1420}{2068} = 0.6866 \qquad \alpha = 34.47°$$

$$\sin\alpha = 0.5659 \qquad \cos\alpha = 0.8244 \qquad \cos\beta_п = 0.2346 \qquad \cos\beta_{пр} = 0.9721$$

Для 3й растяжки

$$tg\,\beta_п = \frac{a}{b} = \frac{1370}{480} = 2.8542 \qquad \beta_п = 70.69° \qquad \beta_{пр} = 19.31°$$

$$C = \frac{a}{\sin\beta_п} = \frac{1370}{0.9437} = 1452 \qquad tg\,\alpha = \frac{h}{C} = \frac{1420}{1452} = 0.9780 \qquad \alpha = 44.36°$$

$$\sin\alpha = 0.699 \qquad \cos\alpha = 0.715 \qquad \cos\beta_п = 0.3307 \qquad \cos\beta_{пр} = 0.9437$$

$$R_{пр}^р = \frac{6.59}{2(0.45 \times 0.9835 + 0.1809 \times 0.9513) + 2(0.45 \times 0.699 + 0.715 \times 0.9437)} = 2.05\ тс$$

$$R_п^р = \frac{4.26}{2(0.45 \times 0.9835 + 0.1809 \times 0.3084) + (0.45 \times 0.5659 + 0.8244 \times 0.2346) + (0.45 \times 0.699 + 0.715 \times 0.3307)} = 2.13\ тс$$

Принято: растяжки из проволоки Ø 6мм по 7 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку по продольному усилию 2.17 т

Расчет подкладок по смятию.

Напряжение смятия подкладки по 1му сочетанию сил

$$\sigma_c = \frac{N_o}{S_o} \qquad N_o^{пр} = \frac{Q_{гр} + R_p^{пр} \times 2 \times n_p^{пр} \times \sin\alpha}{2}$$

$$S_o = 12 \times 270 \times 2 = 6480 \qquad N_o^{пр} = \frac{10.8 + 2.05 \times 2 \times (2 \times 0.9835 + 2 \times 0.699)}{2} = 12.29 тс$$

$$\sigma_c = \frac{12290}{6480} = 1.9 кгс/см^2 \leq R = 30 кгс/см^2$$

Напряжение смятия подкладки по 2му сочетанию сил

$$\sigma_c = \frac{N_o'' + F_в''}{S_o} \qquad N_o'' = \frac{Q_{гр}^2 + R_p'' \times 2 \times n_p^в \times \sin\alpha}{2}$$

$$F_в'' = \frac{F_в}{2} = 1.75 т \qquad N_o'' = \frac{10.8 + 2.13 \times 2 \times (2 \times 0.9835 + 0.5659 + 0.699)}{2} = 12.28 тс$$

$$\sigma_c = \frac{12280 + 1750}{6480} = 2.16 кгс/см^2 \leq R = 30 кгс/см^2$$

Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$\eta_{пр} = \frac{e_{гр}^o}{h_{цт} - h_y^o} = \frac{0.86}{0.50} = 1.40 > 1.25 \qquad [\S 40\ ТУ]$$

$e_{гр}^o = 0.86 м \qquad h_y^{пр} = 0$

Проверка устойчивости груза поперек платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы:

$$\eta_n = \frac{2_{гр} \times e_n^o}{F_н (h_{цт} - h_y^o) + W_н (h_{цн}^o - h_y^o)} = \frac{10.8 \times 1.35}{5.94 \times 0.50 + 0.1 \times 0.63} = 4.15 > 1.25$$

$h_{нп} = 0.56 м \qquad h_y^o = 6 \qquad e_n^o = 1.35 м$

Условие устойчивости выполняется

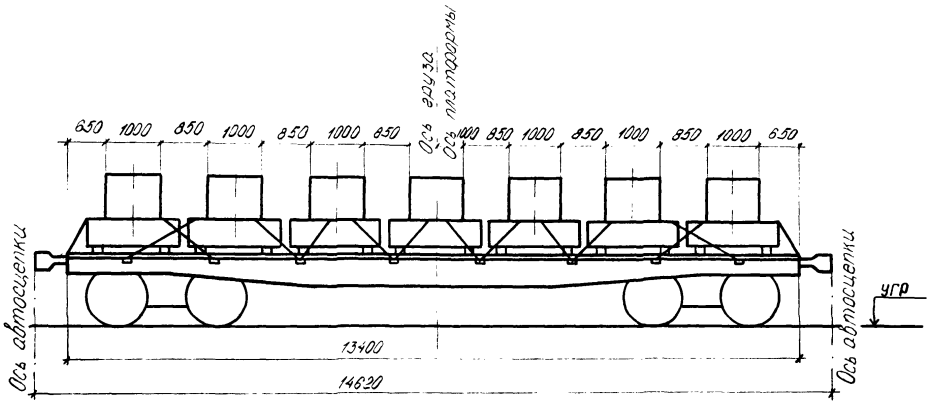
Проверка устойчивости подкладок.

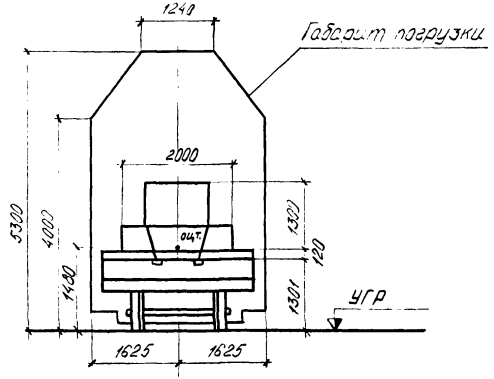
$$B_o \geq \frac{2 \times (1.25 \times N_o \times \mu \times h_o - P_y h_y)}{N_o}$$

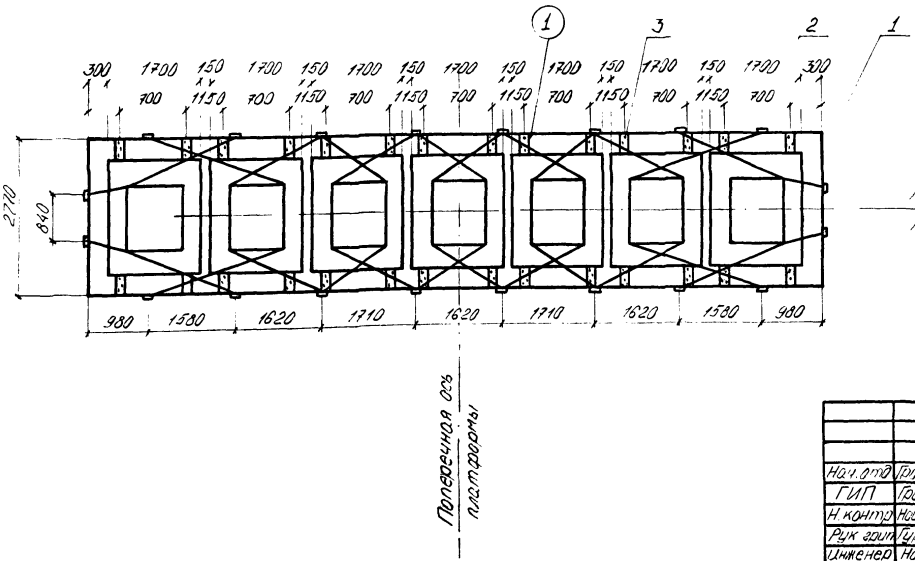
$h_y = 0 \qquad h_o = 0.12 м$

$B_o \geq 2 \times 1.25 \times \mu \times h_o = 2 \times 1.25 \times 0.55 \times 0.12 = 0.165$

Принято: подкладки сечением 120 × 180 мм







				2539-12.04.01.	
Нач. отд	Гродзенский			Размещение и крепление блоков Ф-3 на ж.д. платформе.	лит. / лист / листов: РП / 1 / 4
ГИП	Гродзенский				
Н. контр	Неволовский				Гипротранспуть
Рук. груп	Гуревич				
Инженер	Надь				

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм	Величина
1	Высота ц.т. блока относительно низа блока	мм	430
2	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно УГР	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

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим.
1	Обвязка из проволоки	7 ф 7,5	37550	12	13.10	157.2	Сталь по ГОСТ 14385-79	ГОСТ 3282-74
2	——— " ———	—"—	40600	2	14.17	28.34		
3	Гвозди	d=6	150	140	0.044	6.16	Ст2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-73, ГОСТ 4028-63
Итого металла:						192		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см	Кол. шт.	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Прим.
①	Брус	12×12	277	14	0.06	0.84	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-66*
Итого лесоматериалов:						0.8		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. 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-Х3.
2. 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.
3. Для предотвращения поперечного и продольного смещений 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 борта платформы откидываются и закрепляются в соответствии с указаниями главы I "Технических условий погрузки и крепления грузов", 1981г.

Расчет к погрузке.

Характеристика груза.

Груз - 7жб фундамента Ф-3
Длина блока - 2.0м
Ширина блока - 1.7м
Высота блока - 1.3м
Вес груза - 5.8 × 7 = 40.6т
Положение Ц.Т от подошвы фундамента -0.43м

Характеристика платформы.

Платформа четырехосная
База - 9.72м
Вес платформы - 22т
Положение Ц.Т от УГР - 0.8м

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Наветренная поверхность четырёхосной платформы с грузом не должна превышать 50 м²

$S_{наветр} = S_{пл} + S_{гр}$

$S_{пл} = 13 + (0.5 \times 1.7 + 1.0 \times 0.8) \times 7 = 24.6 м^2 < 50 м^2$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{цт} = \frac{Q_{гр} R_{гр} + Q_{пл} R_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leq 2.3м \qquad [\S 34\ ТУ]$$

$$h_{цт} = \frac{40.6 \times (0.43 + 0.12 + 1.301) + 22 \times 0.8}{40.6 + 22} = 1.40 м < 2.3 м$$

Вывод: общая поперечная устойчивость соблюдается.

Определение усилий, действующих на груз.

1е сочетание сил

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

$$Q_{пр} = Q_{22} - \frac{Q_{20}(Q_{22} - Q_{пл})}{63} \qquad Q_{пр} = 1200 - \frac{40.6(1200 - 1000)}{63} = 1.07 тс/т$$

$F_{пр} = 5.8 \times 1.07 = 6.21$ тс

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu \quad \mu = 0.45 \quad F_{тр} = 5.8 \times 0.45 = 2.61$ тс

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр} \quad \Delta F_{пр} = 6.21 - 2.61 = 3.6$ тс

2е сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_n = Q_{гр} \times Q_n = 5.8 \times 0.58 = 3.36$ тс

$$Q_n = 0.33 + 2\frac{(0.55 - 0.33)}{9.72} \times 5.55 = 0.58 тс/т$$

Вертикальная инерционная сила: $F_в = Q_в \times Q_{гр} = 0.33 \times 5.8 = 1.91$ тс

$$Q_в = 250 + K_3 Q_{гр} + \frac{2140}{9.72} \qquad Q_в = 250 + 5 \times 5.55 + \frac{2140}{40.6} = 0.33 тс/т$$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu (1000 - Q_в) = 5.8 \times 0.45 (1000 - 330) = 1.75$ тс

Ветровая нагрузка: $W_n = 50 S = 50 \times (1.7 \times 0.5 + 0.8 \times 1) = 0.083$ тс

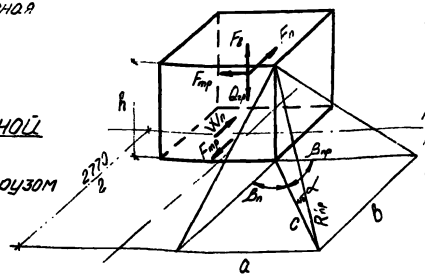
Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_n = n \times (F_n + W) - F_{тр} \quad n = 1.25 \quad \Delta F_n = 1.25(3.36 + 0.083) - 1.75 = 2.55$ тс

Определение усилий в растяжках.

Усилие в растяжке от 1 ого сочетания сил:

$$R_p^{пр} = \frac{\Delta F_p^{пр}}{n_p (M \cdot Sin\alpha + Cos\alpha \cdot Cos\beta_{пр})}$$



Продольная ось платформы от 2 ого сочетания сил:

$$R_{об}^{пр} = \frac{\Delta F_n^{об}}{2 n_в M Sin\alpha}$$

Для 1й растяжки

$tg\,\beta_n = \frac{Q}{b} = \frac{300}{37} = 8.108$ $\quad \beta_n = 83°$ $\quad \beta_{пр} = 7°$

$C = \frac{Q}{Sin\beta_n} = \frac{300}{0.9925} = 302$ $\quad tg\,\alpha = \frac{R}{C} = \frac{620}{302} = 2.053$ $\quad \alpha = 64°$

$Sin\,\alpha = 0.8988$ $\quad Cos\,\alpha = 0.4384$ $\quad Cos\,\beta_n = 0.1219$ $\quad Cos\,\beta_{пр} = 0.9925$

Для 2й растяжки

$tg\,\beta_n = \frac{Q}{b} = \frac{1047}{405} = 2.1587$ $\quad \beta_n = 65°6'$ $\quad \beta_{пр} = 24°54'$

$C = \frac{Q}{Sin\beta_n} = \frac{1047}{0.907} = 1154$ $\quad tg\,\alpha = \frac{R}{C} = \frac{620}{1154} = 0.5373$ $\quad \alpha = 28°12'$

$Sin\,\alpha = 0.4726$ $\quad Cos\,\alpha = 0.8894$ $\quad Cos\,\beta_n = 0.4210$ $\quad Cos\,\beta_{пр} = 0.907$

$$R_p^{пр} = \frac{3.6}{2(0.45 \times 0.4726 + 0.8894 \times 0.907)} = 1.76 тс$$

$$R_{об}^{пр} = \frac{2.55}{2 \times 2 \cdot 0.45 \cdot 0.4726} = 2.99 тс$$

Принята: обвязки из проволоки Ø 7.5мм по 7 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну обвязку по продольному усилию 3.395 тс

Расчет подкладок по смятию.

Напряжение смятия подкладки по 1му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0}{S_0} \qquad N_0^{пр} = \frac{Q_{пр} + R_p^{пр} \times 2 \times n_0^{пр} \times \sin\alpha}{2}$$

$$S_0 = 12 \times 200 \times 2 = 4800\,см^2 \qquad N_0^{пр} = \frac{5.8 + 1.76 \times 2 \times 0.4726}{2} = 3.73\,тс$$

$$\sigma_c = \frac{3730}{4800} = 0.78\,кгс/см^2 \leq [30\,кгс/см^2]$$

Напряжение смятия подкладки по 2му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^п + F_в^п}{S_0} \qquad N_0^п = \frac{Q_{пр}^п + R_p^п \times 2 \times n_p^п \times \sin\alpha}{2}$$

$$F_в^п = \frac{F_в}{2} = 0.96\,тс \qquad N_0^п = \frac{5.8 + 2.99 \times 2 \times 2 \times 0.4726}{2} = 5.73\,тс$$

$$\sigma_c = \frac{5730 + 960}{4800} = 1.39\,кгс/см^2 \leq [30\,кгс/см^2]$$

Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$\eta_{пр} = \frac{\ell_{пр}^0}{h_{цт} - h_y^{пр}} = \frac{0.76}{0.55} = 1.38 > 1.25 \qquad [\,§40\ ТУ\,]$$

$$\ell_{пр}^0 = 0.76 \qquad h_y^{пр} = 0$$

Проверка устойчивости груза поперек платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы:

$$\eta_п = \frac{Q_{пр}^0 \times b_п^0}{F_п(h_{цт} - h_y^п) + W_п(h_{нп}^п - h_y^п)} = \frac{5.8 \times 1.0}{3.36 \times 0.55 + 0.083 \times 0.685} = 3.04 > 1.25$$

$$h_{нп} = 0.685\,м \qquad h_y^п = 0 \qquad b_п = 1.00\,м$$

Условие устойчивости выполняется

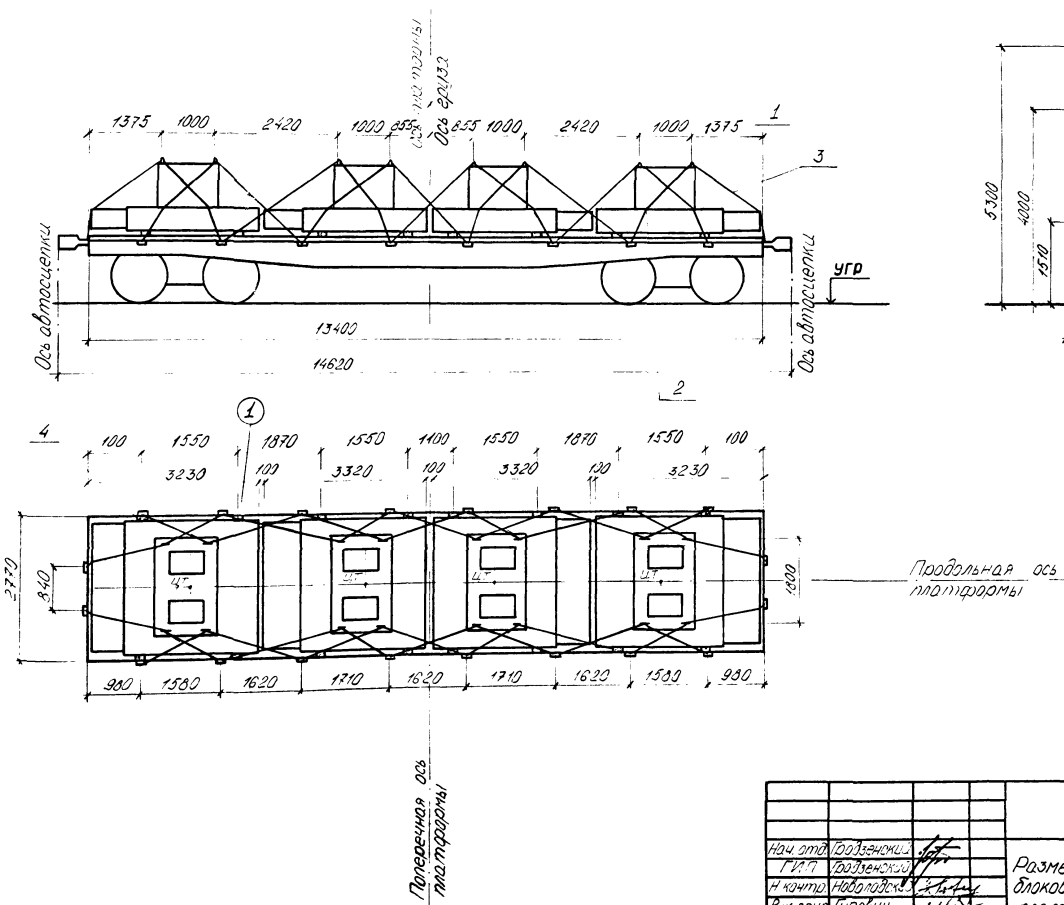
Проверка устойчивости подкладок.

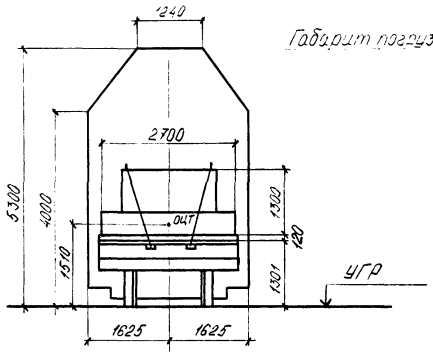
$$b_0 = \frac{2 \times (1.25 \times N_0 \times \mu \times h_0 - P_y h_y)}{N_0}$$

$$h_y = 0 \qquad h_0 = 0.12\,м$$

$$b_0 \geq 2 \times 1.25 \times \mu \times h_0 = 2 \times 1.25 \times 0.55 \times 0.12 = 0.165\,м$$

Принято: подкладки сечением 120×180 мм.





				2539-12.05.01.			
Нач. отд.	Гродзенский			Размещение и крепление блоков Ф-4 на жд. платформе.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гродзенский				РП	1	4
Н. контр.	Новоладский				Гипротранспут		
Рук. груп.	Гуревич						
Инженер	Надь						

Характеристика схемы погрузки

№№ п.п	Наименование	Изм.	Величина
1	Высота ц.т. блока относительно низа блока	мм	430
2	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно УГР	мм	1510
3	База блока	мм	1550
4	Масса блока	т	11.5
5	Масса груза	т	46
6	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
7	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Эскиз, сечение	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим.
1	Растяжка из проволоки	7ф7,5	14100	16	4.92	78.72	Сталь по ГОСТ 14035-79	ГОСТ 3282-74
2	——— " ———	— " —	13770	8	4.78	38.24		
3	——— " ———	— " —	16490	4	5.72	22.88		
4	Гвоздь	d=6	150	80	0.044	3.52	СТ2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75, ГОСТ 4028-63
Итого металла:						143		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение см	Длина см.	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим.
(1)	Брус	12×18	277	8	0.06	0.48	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-66*
Итого лесоматериалов:						0.5		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1. В настоящем подразделе разработана перевозка на 4х-осной платформе железобетонных блоков фундаментов стоечных опор Ф-4.
   Платформа принята грузоподъёмностью 62÷66т, постройки с 1965г. на тележках ЦНИИ-Х3.
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.

Расчет к погрузке

Характеристика груза.

Груз – 4 жб фундамента Ф-4
Длина блока – 2.7 м
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 – четырехосная база – 9.72 м
Вес платформы – 22 т
Положение ЦТ от УГР – 0.8 м

Проверка соблюдения условия общей поперечной устойчивости.

Наветренная поверхность четырёхосной платформы с грузом не должна превышать 50 м².

$S_{наветр.\,пов.} = S_{пл} + S_{гр}$

$S_{пл} = 13 + (0.5 \times 2.55 + 0.8 \times 1.2) \times 4 = 22\,м^2 < 50\,м^2$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{цт} = \frac{Q_{гр} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leq 2.3\,м \qquad [\,§34\ ТУ\,]$$

$$h_{цт} = \frac{46 \times (0.43 + 0.12 + 1.301) + 22 \times 0.8}{46 + 22} = 1.51\,м < 2.3\,м$$

Вывод: общая поперечная устойчивость обеспечивается.

Определение усилий, действующих на груз.

1е сочетание сил

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

$$a_{пр} = a_{гг} - \frac{Q_{гр}(a_{гг} - a_{95})}{63} \qquad a_{пр} = 1200 - \frac{46(1200 - 1000)}{63} = 1.05\,тс/т$$

$F_{пр} = 11.5 \times 1.05 = 12.08\,тс$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu$ $\quad \mu = 0.45$ $\quad F_{тр} = 11.5 \times 0.45 = 5.18\,тс$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр}$ $\quad \Delta F_{пр} = 12.08 - 5.18 = \underline{6.9\,тс}$

2е сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_п = Q_{гр} \times a_п = 11.5 \times 0.54 = 6.21\,тс$

$$a_п = 0.33 + \frac{2(0.55 - 0.33)}{9.72} \times 4.61 = 0.54\,тс/т$$

Вертикальная инерционная сила: $F_в = Q_{гр} \times a_в = 11.5 \times 0.319 = 3.68\,тс$

$$a_в = 250 + K_з l_{гр} + \frac{2140}{Q_{гр}} \qquad a_в = 250 + 5 \times 4.61 + \frac{2140}{46} = 0.319\,тс/т$$

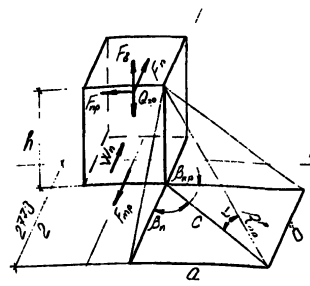
Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu(1000 - a_в) = 11.5 \times 0.45(1000 - 319) = 3.52\,тс$

Ветровая нагрузка: $W_п = 50S = 50 \times (2.55 \times 0.5 + 0.8 \times 1.2) = 0.11\,тс$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_п = n \times (F_п + W) - F_{тр}$ $\quad n = 1.25$ $\quad \Delta F_п = 1.25(6.21 + 0.11) - 3.52 = \underline{4.38\,тс}$

Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке от 1ого сочетания сил:

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

Продольная ось платформы

от 2ого сочетания сил

$$R_п^p = \frac{\Delta F_п^p}{n(\mu \sin\alpha + \cos\alpha \times \cos\beta_п)}$$

Для 1й растяжки

$tg\,\beta_п = \frac{a}{b} = \frac{112}{35} = 3.2$ $\quad \beta_п = 72.65$ $\quad \beta_{пр} = 17.35°$

$C = \frac{a}{\sin\beta_п} = \frac{112}{0.9545} = 117$ $\quad tg\,\alpha = \frac{h}{C} = \frac{620}{117} = 5.73$ $\quad \alpha = 80.09°$

$\sin\alpha = 0.9851$ $\quad \cos\alpha = 0.1721$ $\quad \cos\beta_п = 0.2982$ $\quad \cos\beta_{пр} = 0.9545$

Для 2й растяжки

$tg\,\beta_п = \frac{a}{b} = \frac{74}{35} = 2.114$ $\quad \beta_п = 64.69°$ $\quad \beta_{пр} = 25.31°$

$C = \frac{a}{\sin\beta_п} = \frac{74}{0.904} = 82$ $\quad tg\,\alpha = \frac{h}{C} = \frac{620}{82} = 8.171$ $\quad \alpha = 83.02°$

$\sin\alpha = 0.9926$ $\quad \cos\alpha = 0.1215$ $\quad \cos\beta_п = 0.4275$ $\quad \cos\beta_{пр} = 0.904$

Для 3й растяжки

$tg\,\beta_п = \frac{a}{b} = \frac{10}{3} = 3.333$ $\quad \beta_п = 73.3°$ $\quad \beta_{пр} = 16.7°$

$C = \frac{a}{\sin\beta_п} = \frac{10}{0.9578} = 10$ $\quad tg\,\alpha = \frac{h}{C} = \frac{620}{10} = 62$ $\quad \alpha = 89.14°$

$\sin\alpha = 0.9999$ $\quad \cos\alpha = 0.015$ $\quad \cos\beta_п = 0.2874$ $\quad \cos\beta_{пр} = 0.9578$

$$R_{пр}^{р} = \frac{6.9}{2(0.45\times0.9851+0.1721\times0.9545)+2(0.45\times0.9999+0.015\times0.9578)} = 3.22\ тс$$

$$R_{п}^{р} = \frac{4.38}{2(0.45\times0.9851+0.1721\times0.2982)+(0.45\times0.9999+0.015\times0.2874)+(0.45\times9926+0.1215\times0.4275)} = 2.26\ тс$$

Принято: растяжки из проволоки Ø 7.5мм по 7 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну растяжку по продольному усилию 3.395 тс.

Расчёт подкладок по смятию.

Напряжение смятия подкладки по 1-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0}{S_0} \qquad N_0^{пр} = \frac{Q_{гр} + R_{р}^{пр}\times2\times n_0^{пр}\times\sin\alpha}{2}$$

$$S_0 = 12\times270\times2 = 6480 \qquad N_0^{пр} = \frac{11.5+3.22\times2\times(2\times0.9851+0.9999)}{2} = 15.31\ тс$$

$$\sigma_c = \frac{15310}{6480} = 2.36\ кгс/см^2 < [30\ кгс/см^2]$$

Напряжение смятия подкладки по 2-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^{п}+F_в^{п}}{S_0} \qquad N_0^{п} = \frac{Q_{гр}^{п}+R_{р}^{п}\times2\times n_0^{п}\times\sin\alpha}{2}$$

$$F_в^{п} = \frac{F_в}{2} = 1.84\ т \qquad N_0^{п} = \frac{11.5+2.26\times2\times(2\times0.9851+0.9999+0.9926)}{2} = 14.7\ тс$$

$$\sigma_c = \frac{14700+1840}{6480} = 2.55\ кгс/см^2 < [30\ кгс/см^2]$$

Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$\eta_{пр} = \frac{e_{пр}^{п}}{h_{цт}-h_y^{пр}} = \frac{0.835}{0.55} = 1.52 > 1.25 \qquad [§40\ ТУ]$$

$$e_{пр}^{п} = 1.52\ м \qquad h_y^{пр} = 0$$

Проверка устойчивости груза поперек платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы:

$$\eta_{п} = \frac{Q_{гр}^{п}\times b_п^{п}}{F_п(h_{цт}-h_y^{п})+W_п(h_{мп}^{п}-h_y^{п})} = \frac{11.5\times1.35}{6.21\times0.48+0.11\times0.67} = 5.1\ м > 1.25$$

$$h_{мп} = 0.67\ м. \qquad h_y^{п} = 0 \qquad b_п^{п} = 1.35\ м$$

Условие устойчивости выполняется.

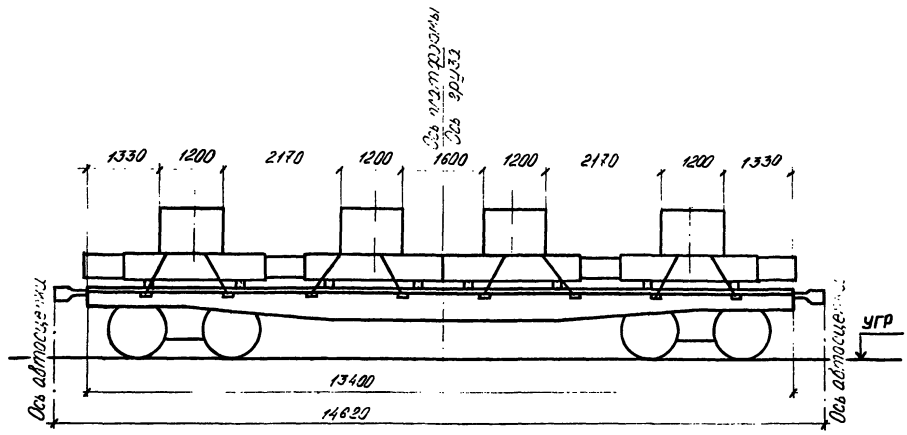
Проверка устойчивости подкладок

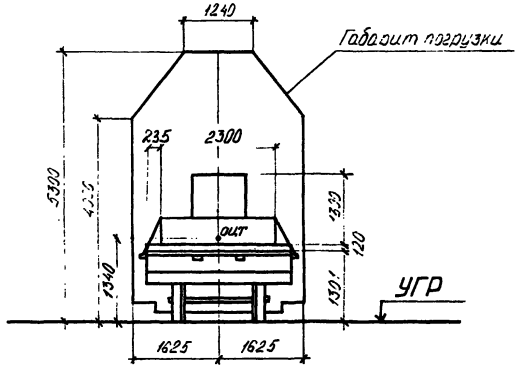
$$b_0 = \frac{2\times(1.25\times\mu\times h_0\times N_0 - P_y h_y)}{N_0}$$

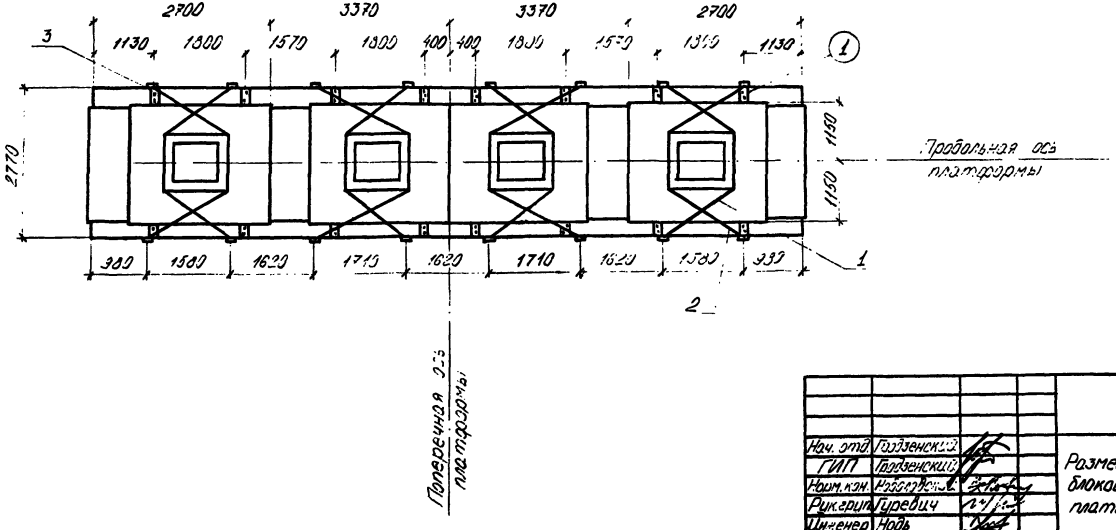
$$h_y = 0 \qquad h_0 = 0.12\ м$$

$$b_0 = 2\times1.25\times\mu\times h_0 = 2\times1.25\times0.55\times0.12 = 0.165\ м$$

Принято: подкладки, сечением 120×180 мм.







				2539-12.06.01.			
Нач. отд.	Гордзенский			Размещение и крепление блоков Ф-5 на ж.д. платформе.	Литер	Лист	Листов
ГИП	Гордзенский				РП	1	4
Норм. кон.	Наболовский				Гипротранспуть		
Рук. групп	Гуревич						
Инженер	Нодь						

Характеристика схемы погрузки

№№ п/п	Наименование	Изм.	Величина
1	Высота ц.т. блока относительно низа блока	мм	370
2	Высота общего ц.т. платформы с грузом относительно УГР	мм	1340
3	База блока	мм	1600
4	Масса блока	т	9
5	Масса груза	т	36
6	Смещение ц.т. груза относительно поперечной оси платформы	мм	0
7	Смещение ц.т. груза относительно продольной оси платформы	мм	0

Спецификация металла

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Масса, кг ед.	Масса, кг общ.	Материал	Прим.
1	Обвязка из проволоки	8 ф 7,5	38360	4	13.56	54.25	Сталь по ГОСТ 14035-79	ГОСТ 3282-74
2	———"———	——"——	42330	4	14.79	59.16		
3	Гвозди	d=6	150	80	0.044	3.52	Ст2 по ГОСТ 380-71*	ГОСТ 283-75, ГОСТ 4028-63
Итого металла:						117		

Спецификация лесоматериалов

№№ поз.	Наименование	Сечение мм	Длина мм	Кол. шт.	Объем, м³ ед.	Объем, м³ общ.	Материал	Прим.
(1)	Брус	12×18	277	8	0.06	0.48	Сосна, ель (не ниже 3 сорта)	ГОСТ 8486-66*
Итого лесоматериалов:						0.5		

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-Х3

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

Расчёт к погрузке

Характеристика груза.

Груз – 4ж.-б. фундамента Ф-5
Длина блока – 2.6м + 0.77м
Ширина блока – 2.3м
Высота блока – 1.3м
Вес груза – $9_т \times 4 = 36_т$
Положение ЦТ от подошвы фундамента – 0.37м

Характеристика платформы.

Платформа четырехосная
База – 9.72м
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

$S_{навотр.} = S_{пл.} + S_{гр.}$

$S_{пл} = 13 + (0.5 \times 2.6 + 0.8 \times 1.0) \times 4 = 21.4\ м^2 < 50\ м^2$

Положение общего центра тяжести платформы с грузом относительно УГР:

$$h_{ц.т} = \frac{Q_{гр} h_{гр} + Q_{пл} h_{пл}}{Q_{гр} + Q_{пл}} \leqslant 2.3м \qquad [\ §34\ ТУ\ ]$$

$$h_{ц.т} = \frac{36 \times (1.30 + 0.37) + 22 \times 0.8}{36 + 22} = 1.34_м < 2.3м$$

Вывод: общая поперечная устойчивость обеспечивается

Определение усилий, действующих на груз.

1-е сочетание сил

Продольная инерционная сила: $F_{пр} = Q_{гр} \times \alpha_{пр}$

$$\alpha_{пр} = \alpha_{гг} - \frac{\alpha^0_{гр}(\alpha_{гг} - \alpha_{пл})}{63} \qquad \alpha_{пр} = 1200 - \frac{36\,(1200 - 1000)}{63} = 1.00_{тс/т}$$

$F_{пр} = 9 \times 1.00 = 9.72_{тс}$

Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu$ $\mu = 0.45$ $F_{тр} = 9 \times 0.45 = 4.05_{тс}$

Продольное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_{пр} = F_{пр} - F_{тр}$ $\Delta F_{пр} = 9.72 - 4.05 = \underline{5.67_{тс}}$

2-е сочетание сил

Поперечная инерционная сила: $F_п = Q_{гр} \times \alpha_п = 9 \times 0.55 = 4.95_{тс}$

$$\alpha_п = 0.33 + \frac{2\,(0.55 - 0.33)}{9.72} 4.69 = 0.55_{тс/т}$$

Вертикальная инерционная сила: $F_в = Q_в \times \alpha_{гр} = 0.333 \times 9 = 3.00_{тс}$

$$\alpha_в = 2.50 + K_3 \ell_{гр} + \frac{2140}{Q^0_{гр}} \qquad \alpha_в = 2.50 + 5 \times 4.69 + \frac{2140}{36} = 0.333_{тс/т}$$

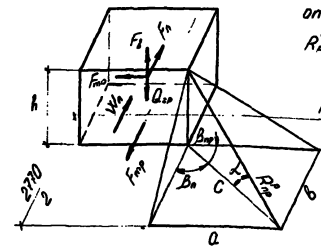
Сила трения: $F_{тр} = Q_{гр} \times \mu\,(1.00 - \alpha_в) = 9 \times 0.45\,(1.00 - 333) = 2.7_{тс}$

Ветровая нагрузка: $W_п = 50 \cdot S = 50 \times (2.6 \times 0.5 + 0.8 \times 1.0) = 0.1_{тс}$

Поперечное усилие, передающееся на крепление:

$\Delta F_п = n \times (F_п + W) - F_{тр}$ $n = 1.25$ $\Delta F_п = 1.25\,(4.95 + 0.1) - 2.7 = \underline{3.61_{тс}}$

Определение усилий в растяжках.



Усилие в растяжке от 1-го сочетания сил:

$$R^{1}_{п} = \frac{\Delta F^{1}_{пр}}{n_р\,(M \times \sin\alpha + \cos\alpha \times \cos\beta_{пр})}$$

от 2-го сочетания сил:

$$R^{2}_{п} = \frac{\Delta F^{2}_{п}}{2 n_р M \sin\alpha}$$

Для 1-й растяжки

$tg\,\beta_п = \frac{a}{b} = \frac{234}{233} = 1.2005$ $\beta_п = 50.39°$ $\beta_{пр} = 39.61°$

$C = \frac{a}{\sin\beta_п} = \frac{234}{0.7794} = 369$ $tg\,\alpha = \frac{h}{C} = \frac{620}{369} = 1.6802$ $\alpha = 59.24°$

$\sin\alpha = 0.8593$ $\cos\alpha = 0.5114$ $\cos\beta_п = 0.6376$ $\cos\beta_{пр} = 0.7794$

Для 2-й растяжки

$tg\,\beta_п = \frac{a}{b} = \frac{431}{233} = 1.834$ $\beta_п = 61.4°$ $\beta_{пр} = 28.6°$

$C = \frac{a}{\sin\beta_п} = \frac{431}{0.878} = 490$ $tg\,\alpha = \frac{h}{C} = \frac{620}{490} = 1.2653$ $\alpha = 51.68°$

$\sin\alpha = 0.7846$ $\cos\alpha = 0.6201$ $\cos\beta_п = 0.4767$ $\cos\beta_{пр} = 0.878$

$$R^{1}_{пр} = \frac{5.67}{2\,(0.45 \times 0.8593 + 0.5114 \times 0.7794)} = 3.63_{тс}$$

$$R^{2}_{п} = \frac{3.61}{2 \times 2 \times 0.45 \times 0.8593} = 2.33_{тс}$$

Принято: обвязки из проволоки Ø7.5мм по 8 нитей в каждой с допускаемым усилием на одну обвязку по продольному усилию 3.83тс

Расчет подкладок по смятию.

Напряжение смятия подкладки по 1-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0}{S_0} \qquad N_0^{пр} = \frac{Q_{гр} + R_p^{пр} \times 2 \times n_p^{пр} \times \sin\alpha}{2}$$

$$S_0 = 12 \times 230 \times 2 = 5520 \qquad N_0^{пр} = \frac{9 + 3.63 \times 2 \times 2 \times 0.8593}{2} = 10.74\ тс$$

$$\sigma_c = \frac{10740}{5520} = 1.95\ кгс/см^2 < [30\ кгс/см^2]$$

Напряжение смятия подкладки по 2-му сочетанию сил:

$$\sigma_c = \frac{N_0^п + F_в^п}{S_0} \qquad N_0^п = \frac{Q_{гр}^п + R_p^п \times 2 \times n_p^п \times \sin\alpha}{2}$$

$$F_в^п = \frac{F_в}{2} = 1.5\ т \qquad N_0^п = \frac{9 + 2.33 \times 2 \times 2 \times 0.8593}{2} = 8.5\ тс$$

$$\sigma_c = \frac{8500 + 1500}{5520} = 1.81\ кгс/см^2 < [30\ кгс/см^2]$$

Проверка устойчивости груза вдоль платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания вдоль платформы:

$$\eta_{пр} = \frac{e_{пр}^0}{h_{цт} - h_y^{пр}} = \frac{0.86}{0.42} = 2.1 > 1.25 \qquad [\ §40\ ТУ\ ]$$

$$e_{пр}^0 = 0.86\ м \qquad h_y^{пр} = 0$$

Проверка устойчивости груза поперек платформы.

Коэффициент запаса устойчивости груза от опрокидывания поперек платформы

$$\eta_п = \frac{Q_{гр}^0 \times b_п^0}{F_п(h_{цт} - h_y^п) + W_п(h_{нп}^п - h_y^п)} = \frac{9 \times 1.15}{4.95 \times 0.49 + 0.1 \times 0.65} = 4.15 > 1.25$$

$$h_{нп} = 0.65\ м \qquad h_y^п = 0 \qquad b_п^0 = 1.15\ м$$

Условие устойчивости выполняется

Проверка устойчивости подкладок.

$$b_0 = \frac{2 \times (1.25 \times \mu \times h_0 \times N_0 - P_y h_y)}{N_0}$$

$$h_0 = 0.12\ м \qquad h_y = 0$$

$$b_0 = 2 \times 1.25 \times \mu \times h_0 = 2 \times 1.25 \times 0.55 \times 0.12 = 0.165\ м$$

Принято: подкладки сечением 120×180 мм.

gost.e-ecolog.ru