СССР

Министерство транспортного строительства
Главтранспроект
Гипротрансмост

ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ

СЕРИЯ 3.501-49

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ПРОЛЕТНЫЕ СТРОЕНИЯ С ЕЗДОЙ ПОВЕРХУ НА БАЛЛАСТЕ ПРОЛЕТАМИ 18.2; 23.0; 27.0; 33.6; 45.0; 55.0 м В ОБЫЧНОМ И СЕВЕРНОМ ИСПОЛНЕНИИ

ВЫПУСК 13с

АНТИСЕЙСМИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ МОСТОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В РАЙОНАХ С РАСЧЕТНОЙ СЕЙСМИЧНОСТЬЮ 7,8,9 БАЛЛОВ.

Рабочие чертежи

Начальник Гипротрансмоста. [подпись] /. Попов /.
Главный инженер проекта [подпись] /. Слыхова /.

Проект утвержден и введен в действие с 1/I-1979 г. приказом МПС N Л-26601 от 15/VIII-78 г.

Инв. № 739/13с

Москва
1977 г.

gost.e-ecolog.ru

Пролетные строения $L_p = 18{,}2 - 55{,}0$ м
Пояснительная записка и чертежи

Содержание раздела 13с

NN п.п.	Наименование	NN листов	Инвентарные NN
1	Титульный лист	1	—
2	Состав проекта	2	85286
3	Пояснительная записка	3	85287
4	Опорные части. Расчет на сейсмику. Конструкция.	4	85288
5	Прикрепление опорных частей к подферменникам. Закладные детали.	5	88364
6	Антисейсмические устройства. Расчет.	6	85289
7	Пролетное строение $l_p = 18{,}2$ м. Антисейсмическое устройство.	7	85290
8	Пролетные строения $l_p = 23{,}0 - 33{,}6$ м. Антисейсмические устройства	8	85291
9	Пролетные строения $l_p = 45{,}0 - 55{,}0$ м Антисейсмические устройства	9	85292

Гипротрансмост Москва

Нач. отд. Ст. инж. пр. Вед. инж. Исполнил Ст. инж. Смирнов Смелянин Алферов

Инв. N 85286

739/13с 2

Пояснительная записка

Типовой проект металлических железнодорожных пролетных строений с ездой поверху на балласте пролетами 18,2-55.0 м для мостов, расположенных в районах с высокой сейсмичностью, разработан Гипротрансмостом в соответствии с заданием МПС, в дополнение к типовому проекту инв. N 739/1-12 поплану типового проектирования Госстроя на 1977 г.

I. Основные данные проектирования.

При изготовлении сталежелезобетонных пролетных строений для мостов, расположенных в районах с высокой сейсмичностью, применяются те же материалы, технологические правила, та же конструкция металлических балок, плиты балластного корыта и прикрепления её к верхнему поясу балок, что и в пролетных строениях по типовому проекту инв N 739/1-12.

Основные расчеты конструкций сталежелезобетонных пролетных строений с ездой поверху на балласте были изложены в расчетных листах типового проекта инв N 739/1-12

В этом дополнении даны расчеты по проверке пролетных строений и закреплений их на опорах и расчет опорных частей на воздействия сейсмических нагрузок.

II. Расчеты.

Расчеты велись в соответствии с техническими условиями СН 200-62; СН и П II А. 12-69[x] „Строительство в сейсмических районах", СН и П II-Д 7-62[x] „Мосты и трубы".

В качестве материала для проектирования использовался проект „Инструкции по учету сейсмических воздействий при проектировании мостов и труб на БАМе" /Минтрансстрой 1977 г./.

В соответствии с заданием, пролетные строения расчитываются на сейсмическое воздействие интенсивностью 8,9 баллов. В случае строительства моста с расчетной сейсмичностью более 9 баллов должны быть предусмотрены дополнительные антисейсмические мероприятия.

При расчете: временные и постоянные нагрузки на пролетные строения, а также, геометрические характеристики сечений, брались из расчетных листов типового проекта инв N 739.

А/ Сейсмические нагрузки.

Расчетные значения сейсмических нагрузок принимались по формуле: $S_K = Q_K K_c \beta h$; где

Q_K - нагрузка, вызывающая инерционную силу

K_c - коэффициент сейсмичности принимаемый по СН и П II А.12-69[x], табл. 2

Расчетная сейсмичность в баллах	7	8	9
Значение коэффициента сейсмичности K_c	0.025	0.05	0.1

β - коэффициент динамичности, определяемый по формуле $\frac{1}{T}$; где T - численное значение периода собственных колебаний. Величина β принимается не менее 0,8 и не более 3.

h - коэффициент, зависящий от формы деформации сооружений при его собственных колебаниях.

Расчет пролетных строений и их закреплений, в запас прочности, произведен в предположении, что пролетные строения расположены на жестких опорах, без учета их податливости.

б/ Расчет пролетного строения на прочность.

При расчете пролетных строений на прочность, сейсмическая нагрузка учитывается совместно с нормативной постоянной нагрузкой. Временная нагрузка и её воздействия учитываются без динамического коэффициента, но с коэффициентом к временной нагрузке, равным 0,7.

Коэффициент сочетания к сейсмическим нагрузкам принимается равным 0,8.

Сейсмические нагрузки на пролетные строения определены расчетной группой Гипротрансмоста, от вертикальной составляющей колебаний грунта и от горизонтальной составляющей, направленной поперек оси моста. Горизонтальная составляющая определялась с учетом закручивания пролетного строения.

Сейсмические нагрузки, вызванные горизонтальной и вертикальной составляющими колебаний грунта, принимались действующими одновременно. Сейсмическая нагрузка, вызванная вертикальной составляющей колебания грунта, учитывалась с дополнительным коэффициентом сочетания равным 0,5.

Расчетом установлено, что суммарные напряжения в элементах пролетных строений от постоянных, временных и сейсмических нагрузок не больше расчетных сопротивлений стали. Таким образом, конструкция пролетных строений с расчетной сейсмичностью в 7,8,9 баллов принимается такой же как по типовому проекту инв N 739/1-12

в/ Расчет опорных частей и закреплений пролетных строений

При расчете опорных частей и закреплений пролетных строений сейсмическая нагрузка учитывалась одновременно только с постоянными нормативными нагрузками.

Горизонтальная сейсмическая нагрузка в продольном и поперечном направлениях подсчитывалась по формуле:

$S = Q K_c \beta \cdot h$; где:

Q - нормативный вес пролетного строения

K_c - коэффициент сейсмичности, а произведение βh принималось равным 4.

(согласно СН и П II А.12-69[x] п. 2,8).

Действие сейсмической нагрузки на опорные части, в обеих направлениях, учитывалось раздельно.

Подсчет нагрузок, действующих на опорные части и расчет их дан на листе N 4.

Сейсмические нагрузки, действующие вдоль моста, воспринимаются двумя неподвижными опорными частями.

Поперек моста - всеми четырьмя опорными частями.

Расчетом проверена несущая способность болтов крепления верхних балансиров к пролетному строению, крепления нижних балансиров неподвижных опорных частей к опорам и несущая способность элементов опорных частей на сейсмические нагрузки вдоль и поперек оси моста.

При этом крепление нижних балансиров неподвижных опорных частей, к опорам в запас прочности, расчитывалось на увеличенные в два раза сейсмические нагрузки.

В результате расчета выявлено, что при постановке пролетных строений 18,2; 23,0; 27,0; 33,6 и 55,0 м в мостах с расчетной сейсмичностью 7,8,9 баллов, а для пролетного строения 45,0 м сейсмичностью 7,8 баллов, диаметр болтов крепления верхних балансиров к пролетным строениям и количество их, принимается таким же как и при постановке - в обычных районах по типовому проекту серия 3501-35 инв N 583

При 9 баллах, для пролетного строения 45.0 м., опорная часть тип III заменяется на тип IV по типовому проекту инв. N 583. Диаметр болтов крепления верхнего балансира принимается равным 30 мм.

Количество и диаметр анкерных болтов крепления: нижних балансиров, к опорам, для пролетных строений пролетами 18,2-33,6 м., при установке их в мостах с расчетной сейсмичностью 7,8 и 9 баллов, для пролетных строений 45,0 и 55.0 м при - 7 и 8 баллах и для плит подвижных опорных частей пролетов 18,2-55.0 м при 7,9 баллах принимается по тип. пр. серия 3.501-35 инв. N 583 без изменения.

При расчетной сейсмичности моста в 9 баллов в пролетных строениях 45.0 и 55.0 м нижние балансиры неподвижных опорных частей тип IV должны быть закреплены шестью анкерными болтами d=36 мм из стали марки 40Х.

Материал болтов крепления верхних балансиров анкерных болтов нижних балансиров и плит принимается из сталей марок В ст 3 сп 4; 09Г2 и 40Х в зависимости от несущей способности и применения пролетных строений в „обычном" и „северном" исполнениях. Требуемый материал болтов крепления верхних балансиров и анкерных болтов дан на листе N 4.

По несущей способности элементов опорных частей на усилие от сейсмических нагрузок, опорные части для пролетных строений 18,2; 23.0; 27.0; 55.0 м, с расчетной сейсмичностью в 7,8,9 баллов и для пролетных строений 33,6 и 45.0 м., при расчетной сейсмичности в 7,8 баллов, принимаются по тип пр серия 3501-35 инв N 583 При расчетной сейсмичности в 9 баллов в опорных частях тип II - только для пролетного строения 33.6 м., диаметр головки шарнира должен быть увеличен со 100 мм на 120 мм, кроме того марка стали шарнира В ст 5 кв. должна быть заменена на марку стали 40Х.

Антисейсмическое закрепление пролетных строений на отрывающее действие сейсмических сил требуется только при расчетной сейсмичности в 9 баллов.

Антисейсмическое закрепление пролетных строений пролетами 18,2-33,6 м производится с обеих концов за середину домкратных балок.

Закрепление пролетных строений пролетами 45.0 и 55.0 м производится с обеих концов за домкратные балки, в местах постановки опорных ребер жесткости. Антисейсмическое закрепление расчитано на растягивающее усилие от горизонтальной сейсмической силы, действующей поперек оси моста, и отрывающей сейсмической силы равной 15% опорной реакции от собственного веса пролетных строений. При совместном учете сейсмических сил и веса пролетного строения в антисейсмическом закреплении пролетных строений пролетами 18,2-23.0 м не возникает растягивающих сил. Поэтому они расчитываются только на отрывающую силу равную 10% опорной реакции от собственного веса.

Антисейсмические закрепления в пролетных строениях 27.0; 33.6; 45.0 и 55.0 м расчитываются на растягивающее усилие, возникающее от суммарного воздействия сейсмических сил и веса пролетного строения.

Расчеты и конструкция закреплений даны на листах N N 5; 6; 7; 8.

При установке пролетных строений пролетами 18,2-55.0 м в сейсмических районах заказ на изготовление металлоконструкций должен производиться с учетом изменений и дополнений данного проекта.

При проектировании опор пролетные строения с расчетной сейсмичностью моста в 9 баллов должны быть дополнительно закреплены против смещения поперек оси пути устройством стопоров на подферменных площадках, кроме того подферменные площадки в продольном направлении должны быть уширены в соответствии с „инструкцией по учету сейсмических воздействий при проектировании мостов и труб на БАМе" /Минтрансстрой 1977 г./.

Начальник Гипротрансмоста [подпись] /Д.А. Попов/

Главный инженер Гипротрансмоста [подпись] /В.Н. Сафонов/

Главный инженер проекта [подпись] /М.А. Слыхова/

Инв. N 85287

739/13с Лист 3.

Копировала [подпись] - Сверил

Формат 22 г

Подсчет расчетных сейсмических нагрузок на опорные части

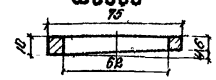
Таблица 1

	Наименование нагрузок			Измеритель	Обозначение	Пролетные строения ℓ, м					
						18.2	23.0	27.0	33.6	45.0	55.0
1	Постоянная нормативная нагрузка			т/пм	p	9.0	9.0	9.0	9.3	10.0	10.3
2	Вдоль и поперек оси моста	Сейсмическая расчетная нагрузка $S = Q k_c \beta \eta = p \cdot \ell \cdot k_0 \cdot 4$, ($\beta_\eta = 4$)	7 баллов	тс	S^7	16.4	20.6	24.4	31.3	46.0	56.6
			8 баллов	тс	S^8	32.8	41.2	48.8	62.6	90.0	113.0
			9 баллов	тс	S^9	65.6	82.4	97.6	125.2	180.0	226.0
3	Нагрузка на одну опорную часть	Вдоль моста	7 баллов	тс	S^7	8.2	10.3	12.2	15.7	22.5	33.3
			8 баллов	тс	S^8	16.4	20.6	24.4	31.3	45.0	66.6
			9 баллов	тс	S^9	32.8	41.2	48.8	62.6	90.0	113.0
		Поперек моста	7 баллов	тс	S^7	4.1	5.2	6.1	7.9	11.3	16.7
			8 баллов	тс	S^8	8.2	10.3	12.2	15.7	22.5	33.3
			9 баллов	тс	S^9	16.4	20.6	24.4	31.3	46.0	56.6

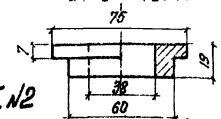
Несущая способность одного болта крепления балансиров опорных частей

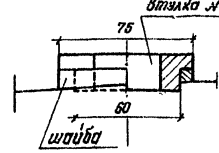
Сталь	Вст 3сп 4, ГОСТ 380-71*, с 38/24		09Г2, ГОСТ 19282-73; с 45/31		40Х; ГОСТ 4543-71*, с 100/80	
d мм	Формула подсчета	Величина т.	Формула подсчета	Величина т.	Формула подсчета	Величина т.
24	$N = F_н \times R_{ан} \times R_0 \times m =$	8.4	$N = F \times 0.7 \times 2.3$	7.2		17.4
30	$= F \times 0.7 \times 1.9 \times 1.4$	13.2		11.2	$N = F \times 3.85$	27.2
36		18.9	$N = F \times 0.7 \times 2.1$	15.0		39.2

Шайба



Втулка N 17а





Проверка опорных частей на сейсмические нагрузки (9 баллов)

№ п.п.	Наименование		Обозначение	Измеритель	Пролетные строения ℓ, м			
					18.2	23.0; 27.0	33.6	45.0; 55.0
1	Тип опорной части		—	—	I	II	II	IV
2	Расчетная сейсмическая нагрузка		S^9	тс	32.8	41.2	62.6	113.0
3	Несущая способность опорной части (по смятию в шарнире) $N_{см} = f_{см} \times 1.5 R_0$, $R_0 = 1500$ кг/см²		$N_{см}$	тс	274	384	384	—
4	Несущая способность опорной части $R_0 = 1500$ кг/см²	по срезу $N_{ср} = F_{ср} \times 0.6 R_0$	$N_{ср}$	тс	—	—	—	808
		по смятию $N_{см} = F_{см} \times 1.5 R_0$	$N_{см}$	тс	—	—	—	630
5	Расчетная сейсмическая нагрузка		S^9	тс	16.4	24.4	31.3	56.5
6	Несущая способность зуба нижнего балансира R_0 1500 кг/см²	по срезу $N_{ср} = F_{ср} \times 0.6 R_0$	$N_{ср}$	тс	28	96	96	404
		по смятию $N_{см} = f_{см} \times 1.5 R_0$	$N_{см}$	тс	56	83	83	212
7	Диаметр головки шарнира		d_1	мм	100	100	120	—
8	Несущая способность шарнира	по срезу $N_{ср} = F_{ср} \cdot 0.6 R_0$	$N_{ср}$	тс	45	45	68	—
		по смятию $N_{см} = f_{см} \cdot 1.5 R_0$; $R_0 = 1500$ кг/см²	$N_{см}$	тс	27	27	62	—
		на отрыв головки $N = \frac{R_р}{\left(\frac{1}{F} + \frac{1}{W}\right)}$	N	тс	27	27	33	—
9	Несущая способность шпонки (по срезу) $N_{ср} = F_{ср} \times 0.6 R_0$; $R_0 = 8000$ кг/см²		$N_{ср}$	тс	—	—	—	62
10	Несущая способность головки нижнего балансира (по смятию) $N_{см} = F_{см} \times 1.5 R_0$, $R_0 = 1500$ кг/см²		$N_{см}$	тс	—	—	—	72

Проверка болтов крепления балансиров на расчетные сейсмические нагрузки. Тб. №2

Расчетный пролет ℓ, м	Тип опорной части	Балльность	Нагрузка на одну опорную часть т.	Верхний балансир				Нижний балансир				
				d болтов мм.	Северное исполнение		Обычное исполнение	d анкеров мм.	Северное исполнение		Обычное исполнение	
					Материал	Треб. d болтов	Материал	Треб. d болтов	Материал	Треб. d болтов	Материал	Треб. d болтов
18.2	I	7	8.8	24	09Г2 ГОСТ 19282-73 с 45/31	4	Вст 3сп 4 ГОСТ 380-71* с 38/24	4	36	09Г2 ГОСТ 19282-73 с 45/31	4	Вст 3сп 4 ГОСТ 380-71* с 38/24	4
		8	16.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		9	32.8	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—	—	—	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—
23.0	II	7	10.3	—	09Г2 ГОСТ 19282-73 с 45/31	—	—	—	—	—	—	—	—
		8	20.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		9	41.2	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—
27.0	II	7	12.2	—	09Г2 ГОСТ 19282-73 с 45/31	—	Вст 3сп 4 ГОСТ 380-71* с 38/24	—	—	09Г2 ГОСТ 19282-73 с 45/31	—	Вст 3сп 4 ГОСТ 380-71* с 38/24	—
		8	24.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		9	48.8	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—
33.6	II	7	15.7	—	09Г2 ГОСТ 19282-73 с 45/31	—	Вст 3сп 4 ГОСТ 380-71* с 38/24	—	—	09Г2 ГОСТ 19282-73 с 45/31	—	Вст 3сп 4 ГОСТ 380-71* с 38/24	—
		8	31.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		9	62.6	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—
45.0	III	7	22.5	—	09Г2 ГОСТ 19282-73 с 45/31	—	Вст 3сп 4 ГОСТ 380-71* с 38/24	—	—	09Г2 ГОСТ 19282-73 с 45/31	—	Вст 3сп 4 ГОСТ 380-71* с 38/24	—
		8	45.0	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—
	IV	9	90.0	30	—	—	—	—	—	—	6	—	6
55.0	IV	7	33.3	—	09Г2 ГОСТ 19282-73 с 45/31	—	Вст 3сп 4 ГОСТ 380-71* с 38/24	—	—	09Г2 ГОСТ 19282-73 с 45/31	4	Вст 3сп 4 ГОСТ 380-71* с 38/24	—
		8	66.5	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—	40Х ГОСТ 4543-71* с 100/80	—
		9	113.0	—	—	—	—	—	—	—	6	—	6

Основные положения:

1. При расчетной сейсмичности 9 баллов вносятся следующие изменения.
   а) для пролетного строения 33.6 м в опорных частях тип II меняется диаметр головки шарнира со 100 мм на 120 мм, шарнир должен изготавливаться из стали марки 40Х.
   б) в пролетном строении 45.0 м опорные части тип III заменяются на тип IV по типовому проекту инв. № 583.
   в) для пролетных строений 45.0 м и 55.0 м нижний балансир неподвижных опорных частей тип IV должен быть закреплен 6-ю анкерными болтами d=36 мм из стали марки 40Х, для чего по оси его, в поперечном направлении, дополнительно просверливаются 2 отверстия d=62 мм,
   втулка N 17 для средних болтов, заменяется на втулку N 17а. Под втулки положить клиновидную шайбу. Чертеж втулки и шайбы дается на данном листе.
   При заказе опорных частей необходимо учесть вышеуказанные дополнения.
2. Материал болтов верхних балансиров и анкеров нижних балансиров неподвижных опорных частей материал анкеров плит подвижных опорных частей пролетных строений 18.2-55 м. принимается по табл. N 2.
   Для болтов и анкеров в северном исполнении применяется сталь марки 09Г2 с последующей термообработкой, обеспечивающей ударную вязкость при -70°С не менее 3 кгс/см².
3. В опорном узле пролетного строения ℓ=45.0 м отверстия для болтов крепления опорных частей тип IV должны быть изменены с 25 мм на 32 мм.

Инв. № 25288

ГК 1977	Пролетные строения ℓ=18.2-55.0 м	Опорные части. Расчет на сейсмику. Конструкция	Серия 3.501.1-49	
			Выпуск 13с	Лист 4

739/13с 4

Госстроя СССР г. Москва

Нач. отд.	Кимстач		
Гл. инж. проекта	Ермаков		
Рук. группы	Гладкий		
Исполнил	Шумилин		

Копировал Формат А2г

Фасад

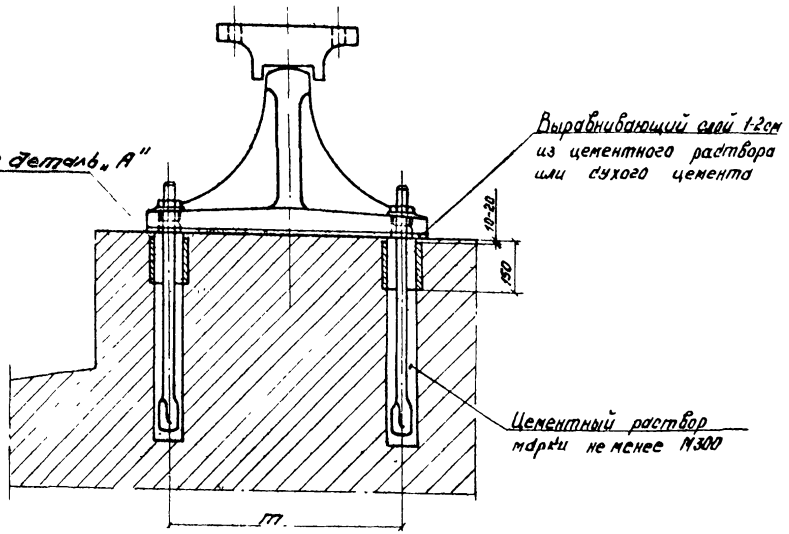
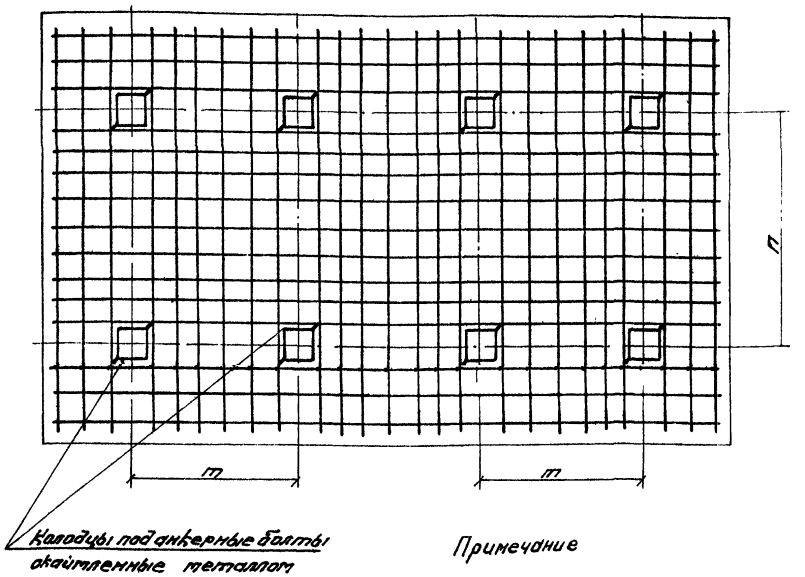
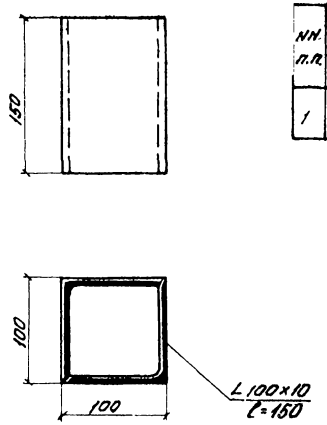


Схема расположения закладных деталей „А"



Закладная деталь „А"



Спецификация металла закладной детали „А"

№№ п.п.	Наименование	Материал	Толщина мм.	Ширина мм	Длина мм	К-во	Масса общ.	Масса	
							Длина м	1 м кг	Общ. кг
1	Уголок	Ст3	10	100	150	2	0,3	15,1	4,5

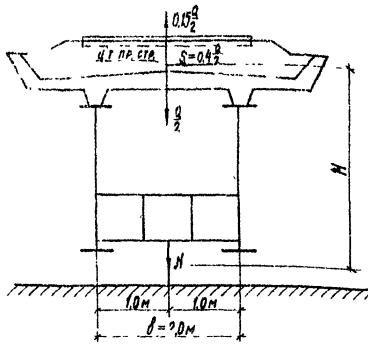
Примечание

1. На чертеже, как пример, показано прикрепление к подферменнику неподвижных опорных частей. Прикрепление к подферменнику подвижных опорных частей делается аналогично.
2. Закладные детали установить и приварить к арматуре подферменника перед бетонированием.
3. m; n – расстояния между осями анкерных болтов в опорных частях.

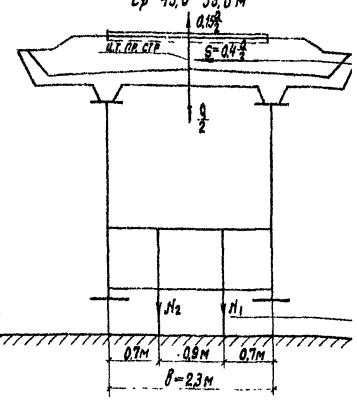
| | | | | | | |

Схемы нагрузок

Для пролетных строений $\ell_p = 18{,}2 - 33{,}6$ м



Для пролетных строений $\ell_p = 45{,}0 - 55{,}0$ м



Определение усилий в антисейсмическом устройстве (при 9 баллах)

№№ п.п.	Наименование	Измерение	Обозначение	Пролетные строения, м: ℓ_p 18,2	ℓ_p 23,0	ℓ_p 27,0	ℓ_p 33,6	ℓ_p 45,0	ℓ_p 55,0
1	Масса пролетного строения (нормативный) $Q = p\ell$	т	Q	164	207	243	312	450	569
2	Вертикальная сейсмическая сила $S^в = 0{,}15\frac{Q}{2}$	тс	$S^в$	12	15	18	24	35	42
3	Горизонтальная сейсмическая сила (на закрепление одного конца) $S\ K_c\beta\ell\frac{Q}{2} = 0{,}1\cdot 4\cdot\frac{Q}{2}$	тс	S	33	42	49	62	90	114
4	Расстояние от низа в/балансира до ц.т. пр. стр.	м	H	1,76	1,96	2,40	2,38	3,83	3,72
5	Закрепляющая сила								
	а) $N = \frac{0{,}4H\frac{Q}{2} - \frac{Q}{2}\cdot 0{,}5в + 0{,}15\frac{Q}{2}\cdot 0{,}5в}{0{,}5в}$	тс	N	−12 x)	−7 x)	13	16	—	—
	б) $N_1 = \frac{0{,}4\frac{Q}{2}H - (\frac{Q}{2} - 0{,}15\frac{Q}{2})\,0{,}5в}{1{,}6 + \frac{0{,}7}{1{,}6}\times 0{,}7}$	тс	N_1	—	—	—	—	66	75
	в) $N_2 = N_1\frac{0{,}7}{1{,}6} = 0{,}437\,N_1$	тс	N_2	—	—	—	—	29	33
6	Расчетная растягивающая сила для расчета антисейсмического устройства	тс	S	8 xx)	10 xx)	13	16	66	75

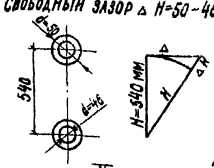
x) где „—" — сжатие

xx) В пролетных строениях $\ell_p = 18{,}2$ м и 23,0 м расчетная растягивающая сила для расчета антисейсмического устройства S принята равной $0{,}1\frac{Q}{2}$ (см. проект „Инструкция по учету сейсмических воздействий при проектировании мостов и труб БАМ")

Расчет конструкции закрепления для пролетных строений $\ell_p = 18{,}2 - 33{,}6$ м

1. Определение допустимого перемещения

Свободный зазор Δ H=50−46=3 мм (с учетом допусков)



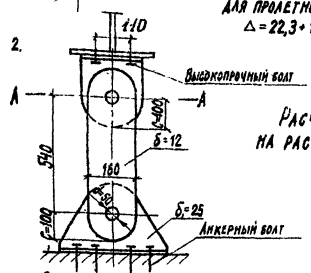
Для опорного закрепления пролетных строений $\ell_p = 23{,}0 - 33{,}6$ м

$\Delta = \sqrt{(H+\Delta H)^2 - H^2} = \sqrt{(540+3)^2 - 540^2} = 57$ мм > 36 мм

Максимальное перемещение для пролетного строения $\ell_p = 33{,}6$ м

$\Delta = 22{,}3 + 13{,}5 = 36$ мм

2.



Расчет ведется на растягивающее усилие $N = 16$ т

а) Расчет проушины

Удельное давление

$p = \frac{N}{2r_в} = \frac{16\cdot 10^3}{2\cdot 2{,}5\cdot 1{,}2\cdot 2} = 1330$ кг/см²

$\sigma = \frac{p(c^2+r^2)}{c^2-r^2} = \frac{1330(10^2+2{,}5^2)}{10^2-2{,}5^2} = 1520$ кг/см² < $0{,}6\cdot R_0 = 1620$ кг/см²

$в = 2\delta$; $r = \frac{d}{2} = 25$ мм

б) Расчет сварных швов домкратной балки

Высота сварного шва $h = 0{,}7\times 0{,}6 = 0{,}42$ см

Длина шва $\ell = 16\times 2 = 32$ см

Напряжение в швах

$\sigma = \frac{N}{h\cdot\ell} = \frac{16000}{0{,}42\times 32} = 1200$ кг/см² < $0{,}75\,R_0 = 0{,}75\times 2700 = 2030$ кг/см²

в) Проверка сечения А-А

$\sigma = \frac{N}{F} = \frac{16000}{2(16-5)1{,}2} = 605$ кг/см² < 2700 кг/см²

г) Проверка болтов-шарниров (шпилька на срез)

$d = 46$ мм $\quad F = \frac{3{,}14\times 4{,}6^2}{4} = 15{,}6$ см²

$\sigma = \frac{N}{2F} = \frac{16000}{2\cdot 16{,}6} = 480$ кг/см² < $0{,}6\,R_0 = 0{,}6\times 2000 = 1200$ кг/см²

д) Проверка высокопрочных болтов

$d_б = 22$ мм

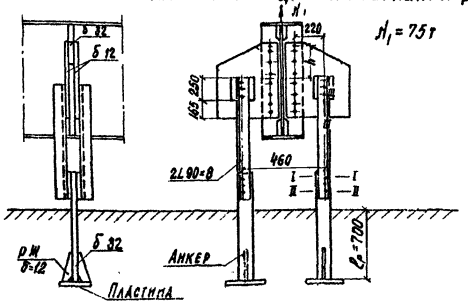
$N_б = \frac{16}{4} = 4$ т

е) Проверка анкерных болтов (на растяжение)

$d_a = 22$ мм $\quad F_a = \frac{3{,}14\times 22^2}{4} = 3{,}8$ см²

$\sigma = \frac{N}{BF_a} = \frac{16000}{8\times 3{,}8} = 525$ кг/см² < $R_0 = 1900$ кг/см²

Расчет конструкции закрепления для пролетных строений $\ell = 45{,}0 - 55{,}0$ м



$N_1 = 75$ т

1. Расчет уголков анкера (на прочность)

сечение I-I; 2∠90×8 $F_{нт} = 2(13{,}9 - 2{,}3\times 0{,}8) = 24{,}12$ см²

$\sigma = \frac{N}{F_{нт}} = \frac{37{,}5\cdot 10^3}{24{,}12} = 1560$ кг/см² < $R_0 = 2700$ кг/см²

2. Расчет анкера (на прочность)

сечение II-II; $F_a = 11\times 32$ мм²; $F_{нт} = 11\times 3{,}2 - 2{,}3\times 3{,}2 = 27{,}84$ см²

$\sigma = \frac{N}{F_{нт}} = \frac{37{,}5\cdot 10^3}{27{,}84} = 1350$ кг/см² < $R_0 = 2700$ кг/см²

3. Расчет фасонки (на срез)

сечение III-III; $\delta = 2\times 12 + 32 = 56$ мм; $F_{нт} = 5{,}6\times 16{,}5 - 2{,}3\times 5{,}6\times 2 = 66{,}64$ см²

$\sigma = \frac{N}{F_{нт}} = \frac{37{,}5\cdot 10^3}{66{,}64} = 562$ кг/см² < $0{,}6\,R_0 = 0{,}6\times 2700 = 1620$ кг/см²

4. Прикрепление фасонок к ребрам жесткости

Усилие на болт (с учетом момента):

$S_в = \frac{N}{2\cdot n} = \frac{37{,}5}{2\cdot 8} = 2{,}35$ т

$S_г = \frac{Mh}{\Sigma a_i^2} = \frac{37{,}5\times 0{,}22\times 0{,}405}{2\times 0{,}62} = 2{,}65$ т

$S_б = \sqrt{S_в^2 + S_г^2} = \sqrt{2{,}35^2 + 2{,}65^2} = 3{,}5$ т

5. Проверка высокопрочных болтов анкеров (на срез)

$d = 22$ мм $\quad F_б = \frac{3{,}14\cdot 22^2}{4} = 3{,}8$ см²

$\sigma = \frac{37{,}5\cdot 10^3}{6F_б} = \frac{37{,}5\cdot 10^3}{6\cdot 3{,}8} = 1650$ кг/см² < $R_{ср} = 3850$ кг/см²

6. Расчет заделки анкерной пластины:

коэффициент условий работы $m_1 = 0{,}7$

$N^{заделки} = \frac{37{,}5}{0{,}7} = 53{,}6$ т

Необходимая площадь пластины из условия прочности бетона М-300 $F_{пл} = \frac{N^{заделки}}{2R_{пр}} = \frac{53{,}6\cdot 10^3}{2\cdot 105} = 255$ см²

Принято сечение пластины 200×200 мм; F=400 см²

Толщина пластины: из условия жесткости —

$\delta = 0{,}2\,в_{пл} = 0{,}2\times 10 = 2{,}0$ см

из условия прочности —

$\delta = \frac{R_a F_a}{\Pi R_{ср}} = \frac{2700\cdot 4(11\times 3{,}2\cdot 2\cdot 4{,}5\cdot 2)}{51{,}2\cdot 0{,}6\cdot 2700} = 2{,}00$ см; П — периметр анкера и р.ж.

Толщина анкерной пластины принята равной 32 мм

7. Проверка шва приварки пластины к анкеру:

Высота шва $h_ш = 0{,}7\times 1{,}0 = 0{,}7$ см

Длина шва $\ell_ш = 3{,}2\times 2 + 11\times 2 + 4{,}5\times 2\times 2 = 46{,}4$ см

$\sigma = \frac{N}{\ell_ш\cdot h_ш} = \frac{53{,}6\cdot 10^3}{46{,}4\times 0{,}7} = 1650$ кг/см² = $0{,}75\,R_0 = 0{,}75\times 2700 = 2030$ кг/см²

8. Расчет на выкалывание бетона; М 300;

$\sigma = \frac{N}{Ph} = \frac{53{,}6\cdot 10^3}{80\cdot 70} = 10$ кг/см² < $R_p = 0{,}2\,R_{пр} = 0{,}2\times 105$ кг/см² = 21 кг/см²

P — периметр пластины 2×20+2×20=80 см

h — глубина заложения пластины 70 см.

Инв. №85289

ТК 1977	Пролетные строения $\ell_p = 18{,}2 - 55{,}0$ м	Антисейсмические устройства. Расчет.	Серия 3.501-49
			Выпуск 13с, Лист 6.

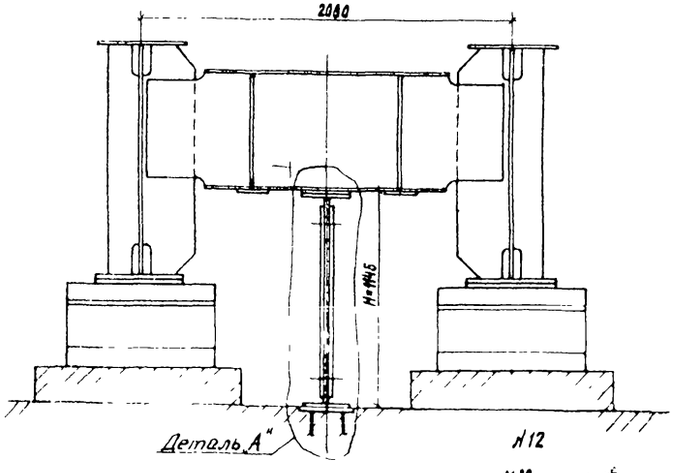
739/13с 6

Гипротрансмост Москва

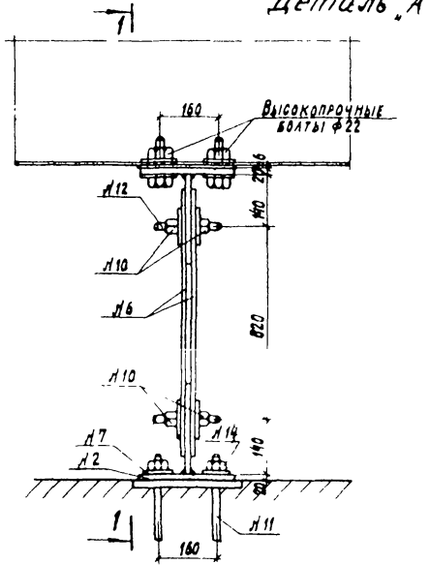
Н.о.Н.Р. | Гл.инж. | Рук.бригады | Проверил | Исполнил | Брук | Бл.инж.

Копировала Жойкова Сверил Горук Формат 221

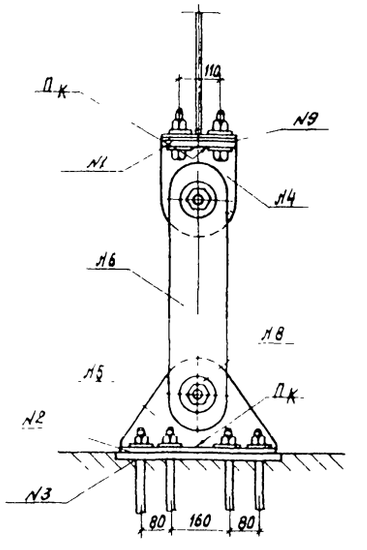
Общий вид м 1:15



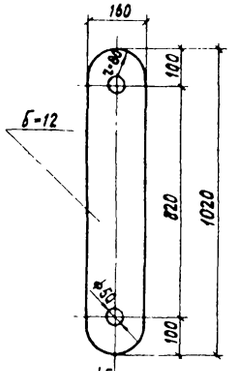
Деталь „А"



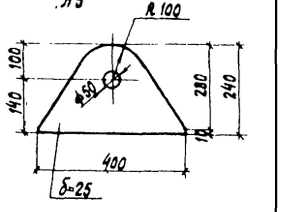
1-1



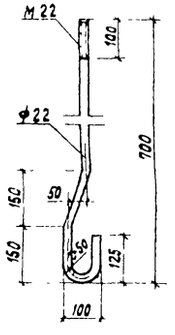
Н6



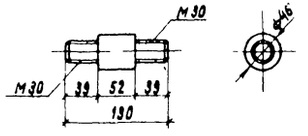
Н5



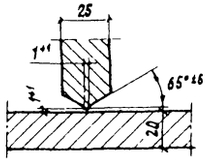
Н11



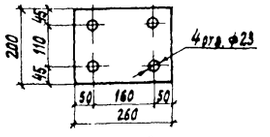
Н12



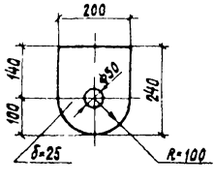
Стык деталей N1 и N4



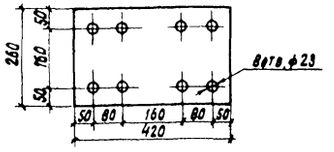
N1



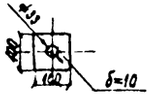
N4



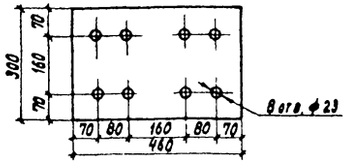
N2



N8



N3



Спецификация металла антисейсмического устройства

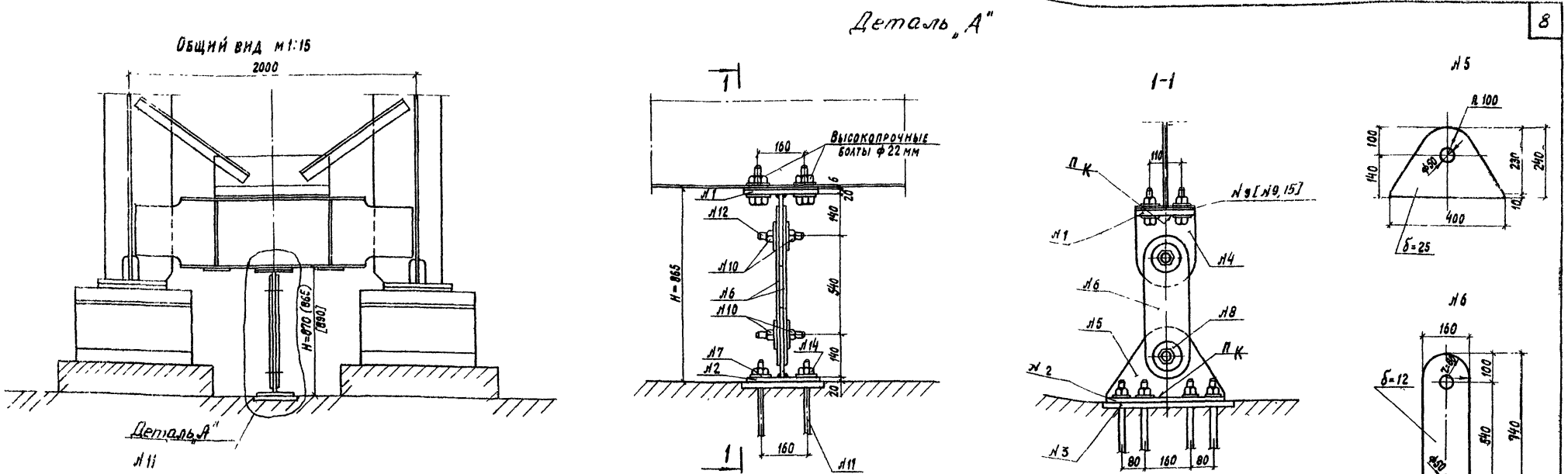
№ п/п	Наименование	Материал: обычное исполн.	Материал: северное исполн.	Размеры: толщина	Размеры: ширина мм или площадь см²	Размеры: длина		Общая длина м или площадь м²	Масса кг: 1 п.м или 1 кв.м	Масса кг: Общая
1	Верхний опорный горизонт. лист	15ХСНД	15ХСНД 2	20	200	260	1	0,26	31,40	8,2
2	Нижний опорный горизонт. лист	— " —	— " —	20	260	420	1	0,42	40,82	17,1
3	То же	— " —	— " —	20	300	460	1	0,46	47,10	21,7
4	Верхнее опорное ребро	— " —	— " —	25	F=437		1	0,0437	196,25	8,6
5	Нижнее опорное ребро	— " —	— " —	25	F=610		1	0,0610	196,25	12,0
6	Стойка	— " —	— " —	12	F=1577		2	0,3154	94,2	29,7
7	Шайба М22 – для анкера ГОСТ 11371-68	Вст 3сп4	ст 5сп				8		24,5	0,2
8	Шайба	— " —	15ХСНД	10	F=100		4	0,040	78,5	3,0
9	Прокладка	ст 3сп	ст 3сп	6	200	260	1	0,26	9,42	2,5
10	Гайка М30 ГОСТ 5915-70*	Вст 3сп4	ст 5сп				4		224,5	1,0
11	Анкер d 22	Вст 3сп4	09Г2			960	8	7,68	2,984	23,0
12	Шпилька М30	Вст 5сп 2	Вст 5сп 2		V=149		2	0,298	7,85	2,3
13	Высокопрочные болты с гайкой и двумя шайбами	40Х	40Х	22		100	4		656	2,6
14	Гайки М22 ГОСТ 5915-70*	Вст 3сп4	ст 5сп				8		76,77	0,6
Итого на одно устройство										137
Всего на пролетное строение										274

Порядок работ см. лист Н8 (инв. Н 85291)

Гипротрансмост Москва	Н. контр. Жуйкова; Гл. инж. пр-та Слуцкая; Рук. группы Буук; Проверил Буук; Исполнил Блинкова				
		ТК 1977г.	Пролетное строение $\ell_р$ = 18,2 м	Антисейсмическое устройство	Серия 3.501-49; Выпуск 13с; Лист 7.
					739/13с 7

инв. Н 85290

Копировала Жуйкова Сверил Формат 22Г



Спецификация металла антисейсмического устройства

№№ п.п.	Наименование		Материал: обычное исполн.	Материал: северное исполн. зона „А"	Размеры: толщина мм	Размеры: ширина мм или площадь см²	Размеры: длина мм или площадь см²	Кол-во	Общая длина м или площадь м²	Масса кг: 1 пм или 1 кв.м	Масса кг: Общая
1	Верхний опорный горизонт. лист		15ХСНД	15ХСНД-2	20	200	260	1	0,26	31,40	8,2
2	Нижний опорный горизонт. лист		"	"	20	260	420	1	0,42	40,82	17,1
3	То же		"	"	20	300	460	1	0,46	47,10	21,7
4	Верхнее опорное ребро		"	"	25	F=	437	1	0,0437	196,25	8,6
5	Нижнее опорное ребро		"	"	25	F=	610	1	0,0610	196,25	12,0
6	Стойка		"	"	12	F=	1088	2	0,2176	94,2	20,5
7	Шайба м22 для анкера ГОСТ 11371-68		Вст3сп4	ст5сп				8		24,5	0,2
8	Шайба		"	15ХСНД	10	F=	100	4	0,040	78,5	3,0
9	Прокладка	l_p = 23,0 м	ст.3сп	ст.3сп	6	200	260	2	0,52	9,42	5,0
		l_p=27,0 м; l_p=33,6 м	"	"	6	200	260	1	0,26	9,42	2,5
10	Гайка м30 ГОСТ 5915-70*		Вст3сп4	ст5сп				4		224,5	1,0
11	Анкер d22		Вст3сп4	09Г2			960	8	7,68	2,984	23,0
12	Шпилька м30		Вст5сп2	Вст5сп2		V=	149	2	0,298	7,85	2,3
13	Высокопрочные болты с гайкой и двумя шайбами	l_p=23,0 м; l_p=27,0 м	40Х	40Х	22		100	4		656	2,6
		l_p=33,6 м	40Х	40Х	22		120	4		716	2,9
14	Гайка анкера м22 ГОСТ 5915-70*		Вст3сп4	ст.5сп				8		76,77	0,6
15*)	Прокладка над верхним опорн. гориз. листом		Ст3сп	ст.3сп	25	200	260	1		39,25	10,2
	Итого металла на одно устройство							l_p = 23,0 м			130
								l_p = 27,0 м			128
								l_p = 33,6 м			138
	Всего на пролетное строение							l_p = 23,0 м			260
								l_p = 27,0 м			256
								l_p = 33,6 м			276

*) Прокладка №15 ставится только на пролетном строении l_p = 33,6 м

Проектом предусматривается:

1. Антисейсмическое устройство ставится только при сейсмичности 9 баллов
2. Для обеспечения перемещения конца пролетного строения при установке антисейсмического устройства прокладки №№ 9, 15 подбираются таким образом, чтобы не было натяжения планки №6.
3. Высокопрочные болты натягиваются на усилие 20т.
4. Размеры в круглых скобках даны для пролетного строения l_p=27,0 м, размеры в квадратных скобках - для пролетного строения l_p= 33,6 м.
5. На чертеже размеры даны в мм.

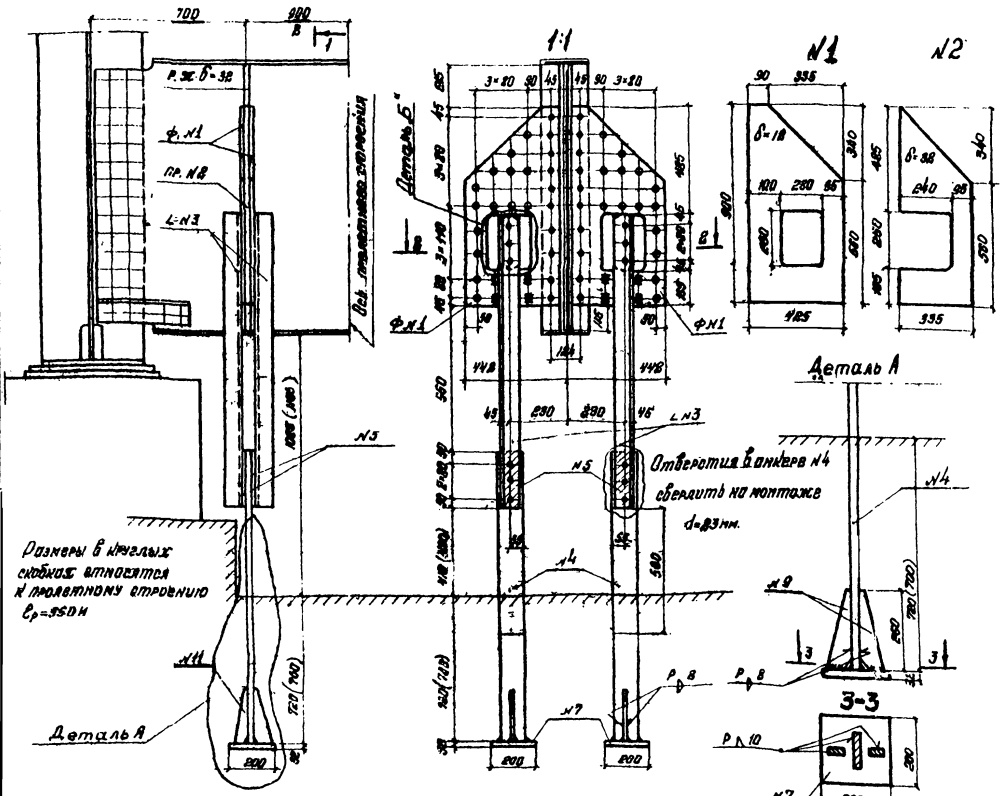
Инв. № 85291

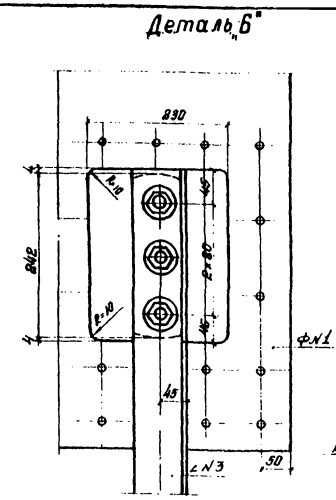
ТК 1977г.	Пролетные строения l_p 23,0 м; 27,0 м; 33,6 м	Антисейсмические устройства	Серия 3.501-49
			Выпуск 13с / Лист 8

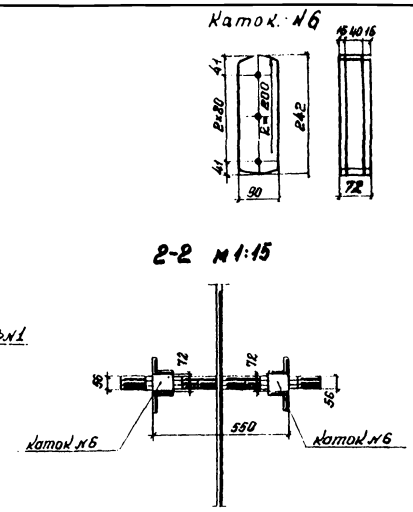
Гипротрансмост Москва

Н. в нач. отдела	Жуйкова	
Гл. инж. проекта	Слынкова	
Рук. бригады	Брук	
Проверил	Блинкова	
Исполнил		

Копировала Жуйкова Сверил Брук Формат 22г







Спецификация металла

NN	Наименование	Материал ГОСТ 6713-75 Исполнение: Обычное	Северное	Размеры: Толщина мм	Ширина мм	Длина мм	Кол-во	Общая длина м площадь м²	Масса кг: 1 п.м. 1 м²	Общая
1	Фасонка	15ХСНД	15ХСНД-2	12	F=8731		18	4.36	84.8	410.8
2	Прокладка	—"—	15ХСНД	32	F=1837		8	1.46	251.2	366.8
3	Уголки анкера	—"—	—"—	8	90	1825	16	19.6	10.9	213.6
4	Анкер	—"—	15ХСНД-2	32	110	1390	8	11.12	27.63	307.8
5	Прокладка	—"—	15ХСНД	20	90	260	16	4.8	14.13	59.4
6	Каток	—"—	15ХСНД-2	16+14+16	90	242	8	1.98	50.86	98.2
7	Пластина анкера	—"—	—"—	32	200	800	8	1.6	50.24	80.5
8	Высокопрочн. болты	40Х	40Х	d=22		130	124		228 x)	101.8
9	Ребро жесткости анкера	15ХСНД	15ХСНД-2	12	70	250	16	4.0	8.63	26.4
	Итого:									1665
	2% на головки заклепок и сварные швы:									33
	Всего на пролетное строение									1698

x) Высокопрочных болтов взята с гайками, контргайками и двумя шайбами.

Основные положения:

1. Антисейсмическое устройство отводится только при расчетной сейсмичности 9 баллов.
2. Анкера N4 заделывать в опору при бетонировании. Для обеспечения заданных по проекту размеров между анкерами N4 установку их в опору производить по жесткому шаблону.
3. Гайки и контргайки высокопрочных болтов в элементах NN 3,4 затянуть нормальным гаечным ключем, очистку поверхностей под высокопрочные болты не производить.
4. В прикреплении фасонки N1 к ребрам жесткости домкратной балки зачистку контактных поверхностей производить металлическими щетками.
5. Конструкция крепления пролетного строения на подвижном и неподвижном конце-одинакова.
6. Вырез в фасонке N1 для катка N6 принят с учетом возможности погашения неточности установки анкеров N4 в опоры.
7. На заводе-изготовителе поверхность анкера N4 на длине 560 мм покрыть специальной антикоррозийной грунтовкой.

Условные обозначения:

- Отверстия d=25мм под высокопрочный болт d=22мм.
- Заводская заклепка d=23мм.
- Заводская заклепка d=23мм - двойной потой.

739/13с (9)

ТК 1977	Пролетные строения ℓ_p=45,0м; ℓ_p=55,0м	Антисейсмические устройства	Серия 3.501-49 Выпуск 13с	Лист (9)

Инв. N 86892

Гипрофиансмост

Нач отд. Гл. инж. пр-та Рук. бригады Проверил Исполнил

Мер. Зав. Слесарев Блинкова Б.Ф.

Светокопия МГТ тираж 1 экз. Заказ 9.11.78 Копир: Сверил: Формат 22Г

gost.e-ecolog.ru