Типовые конструкции, изделия и узлы
зданий и сооружений

Металлические балочные сварные пролетные строения с ездой поверху на балласте расчетными пролетами до 33,6 м для железнодорожных мостов

(с вариантом в северном исполнении)

Выпуск 0.
Пролетные строения Lр=18,2...33,6 м.
Материалы для проектирования

инв. № 2210

gost.e-ecolog.ru

Москва, 2001 г

Содержание:

1. Пояснительная записка 3

1.1 Состав рабочего проекта 3

1.2. Назначение и область применения 3

1.3. Нормы проектирования 4

1.4. Обозначения рабочих чертежей 4

1.5. Конструкция пролетных строений 6

1.6. Материалы 9

1.7. Антикоррозионная защита 10

1.8. Указания по монтажу 12

2. Примеры установки пролетных строений 14

2.1. Установка пролетных строений на кривых 14

2.2. Перекрытие зазоров между пролетными строениями 17

2.3. Указания по подбору марок тоцовых бортиков 20

2.4. Указания по установке антисейсмических устройств 22

3. Расчеты пролетных строений на прочность, выносливость и устойчивость 24

3.1. Расчет пролетного строения Lр=18,2 м 25

3.2. Расчет пролетного строения Lр=23,0 м 34

3.3. Расчет пролетного строения Lр=27,0 м 43

3.4. Расчет пролетного строения Lр=33,6 м 52

Приложение 1. Регламент на защиту от коррозии металлического балластного корыта методом нанесения комплексного покрытия 61

Рабочий проект типовых конструкций "Металлические балочные сварные пролетные строения с ездой поверху на балласте расчетными пролетами до 33,6 м для железнодорожных мостов" (инв. № 2210) разработан институтом Гипротранспуть по заданию Департамента пути и сооружений МПС от 21 февраля 2000 г.

1. Состав рабочего проекта.

Выпуск 0. Пролетные строения Lр=18,2 ... 33,6 м. Материалы для проектирования.

Выпуск 1. Пролетное строение Lр=18,2 м. Рабочие чертежи.

Выпуск 2. Пролетное строение Lр=23,0 м. Рабочие чертежи.

Выпуск 3. Пролетное строение Lр=27,0 м. Рабочие чертежи.

Выпуск 4. Пролетное строение Lр=33,6 м. Рабочие чертежи.

Выпуск 5. Пролетные строения Lр=18,2 ... 33,6 м. Элементы конструкции. Чертежи КМ.

2. Назначение и область применения.

В выпусках разработаны конструкции пролетных строений расчетными пролетами 18,2; 23,0; 27,0 и 33,6 м.

Пролетные строения запроектированы в обычном и северном (А и Б) исполнениях и предназначены для установки на мостах, расположенных на однопутных и двухпутных (с междупутьем 4200 мм) железнодорожных линиях со скоростями движения до 200 км/час, в том числе в районах с сейсмичностью до 9 баллов включительно.

Однопутные пролетные строения предназначены для использования на прямых и кривых участках пути с радиусом кривой более 600 м и уклонами до 10‰, пролетные строения для двухпутных линий могут быть использованы только на прямых участках с указанными выше уклонами.

Поперечные сечения пролетных строений на однопутных и двухпутных линиях приведены на листах 10 и 11 (стр. 12, 13), установку на кривых см. 2210-СМ1 (стр.14-16).

Перевозка пролетных строений производится на транспортерах грузоподъемностью 120 т или на сцепе 2-х платформ грузоподъемностью по 60 тс, оборудованных турникетами.

						2210-ПЗ	
Изм	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата		
Нач. отд.		Варенцов				Стадия	Лист	Листов
Н.контр.		Карасев				РП	1	11
Гл. спец.		Шрабштейн				Пояснительная записка	ГУП ГИПРОТРАНСПУТЬ	
Нач. гр		Мокроусова						

3. Нормы проектирования.

Рабочие чертежи разработаны в соответствии с требованиями:
СНиП 2.05.03-84* "Мосты и трубы";
СНиП 23-01-99 "Строительная климатология";
СНиП 2.03.11-85 "Защита строительных конструкций от коррозии";
СНиП 3.03.01-87 "Несущие и ограждающие конструкции";
СНиП 3.06.04-91 "Мосты и трубы";
СНиП III-4-80 "Техника безопасности в строительстве";
ВСН 169-80 "Инструкция по технологии механизированной и ручной сварки при заводском изготовлении стальных конструкций мостов";
ВСН 188-78 " Инструкция по механической обработке сварных соединений в стальных конструкциях мостов";
ВСН 191-79 "Инструкция по машинной кислородной резке проката из углеродистой и низколегированной стали при заготовке деталей мостовых конструкций";
ВСН 163-69 "Инструкция по технологии устройства соединений на высокопрочных болтах в стальных конструкциях мостов";
"Инструкция по содержанию искусственных сооружений" ЦП-628.

4. Обозначение рабочих чертежей.

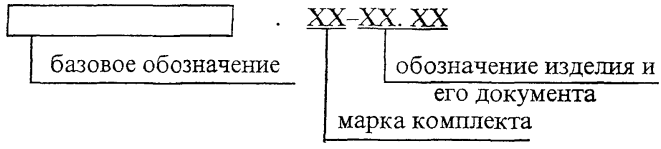
Рабочим чертежам основного комплекта присвоено обозначение, в состав которого включено базовое обозначение (инвентарный номер проектной разработки Гипротранспути), постоянное для всех рабочих чертежей, и марка основного комплекта (КМ) согласно ГОСТ 21.101-79 с номером, соответствующим номеру выпуска.

Рабочие чертежи строительных изделий (элементов конструкции), включенные в выпуск 5, имеют обозначение, состоящее из базового, марки основного комплекта, обозначения изделия и его документа.

Схема обозначений рабочих чертежей основных комплектов:



Схема обозначений рабочих чертежей элементов конструкции:



XX.XX – обозначение изделия и его документа построено на принципе входимости документа последующей стадии разработки в документ предыдущей стадии.

5. Конструкция пролетных строений.

5.1. Пролетные строения состоят из главных балок (Б), консольных частей балластного корыта, присоединенных к ним высокопрочными болтами, и эксплуатационных обустройств в виде служебных тротуаров, мостиков для прокладки кабелей различного назначения и смотровых приспособлений.

5.2. Главные балки П-образного сечения состоят из двух вертикальных стенок, листа верхнего пояса и двух горизонтальных листов нижнего пояса, каждый из которых в виде полки тавра приварен к вертикальным стенкам.

Для обеспечения устойчивости стенки балок укреплены внутренними диафрагмами Д1 (в опорных сечениях – диафрагмами Д0), на которые опирается лист верхнего пояса. С наружной стороны стенки балок укреплены горизонтальными продольными ребрами жесткости и вертикальными на всю высоту стенки в опорных сечениях. По длине балки вертикальные наружные ребра имеются также в верхней и нижней частях стенок между продольными горизонтальными ребрами и поясами, установлены они в местах расположения внутренних диафрагм и предназначены для крепления консольных частей балластного корыта и наружных смотровых ходов. На пролетном строении Lр=18,2 м, имеющем одно продольное ребро, вертикальные ребра расположены только в верхней части стенок.

Верхний пояс балок, являющийся днищем балластного корыта, представляет собой сваренный продольным швом из двух частей лист, имеющий уклоны i=0,03 от оси к краям для обеспечения отвода воды. Со стенками балки лист верхнего пояса соединен при помощи сварки. В каждой панели между внутренними диафрагмами лист верхнего пояса укреплен четырьмя продольными ребрами жесткости, которые присоединены к полудиафрагмам и опорным диафрагмам сварными швами.

Двухветвевые нижние пояса балок состоят из горизонтальных листов переменной толщины по длине пролетного строения. Ветви нижнего пояса пролетного строения Lр=33,6 м в средней части усилены дополнительными листами.

5.3. Консольные части (правая и левая) по длине пролетных строений разбиты на отдельные блоки ортотропной плиты БК (по 2 на пролетных строениях Lр=18,2 м и Lр=23,0 м и по 3 на пролетных строениях Lр=27,0 м и Lр=33,6 м), которые стыкуются при помощи накладок и высокопрочных болтов.

Каждый блок БК состоит из консолей (КБ) и горизонтального листа, укрепленного в продольном направлении двумя ребрами жесткости, которые к нему и консолям крепятся сварными швами.

Горизонтальный лист каждого блока со стороны, удаленной от балки, снабжен слезником, предотвращающим затекание воды на нижнюю поверхность листа.

Консольные части разработаны в двух вариантах: нормальной ширины 1090 мм для однопутных пролетных строений и уменьшенной ширины (880 мм), для пролетных строений, предназначенных для установки на двухпутных участках. Блоки консольных частей уменьшенной ширины устанавливаются на пролетных строениях со стороны междупутья и обеспечивают расстояние между осями соседних путей 4200 мм (см 2210-ПЗ, лист 11; стр. 13).

5.4. Балластное корыто пролетных строений образуется верхним поясом балки, горизонтальными листами консольных частей, продольными бортиками (БР) и торцовыми бортиками (Т) на концах пролетных строений.

Продольные бортики балластного корыта устанавливаются на блоках консольных частей вдоль кромки, удаленной от оси пролетного строения. По длине пролетных строений бортики разбиты на секции, которые между собой не стыкуются.

Продольные бортики разработаны трех типов: нормальной высоты 400 мм для однопутных пролетных строений, пониженной – 200 мм для пролетных строений мостов на двухпутных участках и повышенной – 700 мм для пролетных строений, предназначенных для установки на кривых участках пути.

Пониженные бортики устанавливаются на соседних пролетных строениях со стороны междупутья и зазор между ними перекрывается листом, что дает возможность создания общей балластной призмы под оба пути (см. 2210-ПЗ, лист 11; стр. 13). Повышенные бортики устанавливаются на пролетных строениях с внешней стороны кривой при превышении наружного рельса $h_р$ >90 мм (см. 2210-СМ1, лист 2; стр.15).

Торцовые бортики для однопутных пролетных строений разработаны трех типов:

Т1 – для сопряжения с устоями;

Т2 – для сопряжения с пролетным строением многопролетного моста;

Т3 – для пролетных строений на кривых.

Для пролетных строений, установливаемых на двухпутных участках, торцовые бортики разработаны двух типов:

Т4 – для сопряжения с устоями;

Т5 – для сопряжения с пролетным строением многопролетного моста.

Торцовые бортики состоят из двух секций (ТБ), стыкующихся по оси пролетного строения при помощи стыковых накладок. Зазор между торцовыми бортиками соседних пролетных строений на двухпутном участке также перекрывается накладками.

Крепление бортиков к горизонтальному листу ортотропной плиты осуществляется на высокопрочных болтах.

Указания по подбору марок секций торцовых бортиков см. 2210-СМ3 стр. 20, 21).

5.5. К консольным частям балластного корыта при помощи стыковых накладок крепятся консоли тротуаров, по которым укладывается тротуарный настил. Настил каждого тротуара разделен по длине пролетного строения на отдельные блоки – плиты настила (ПТ).

Блок (плита) тротуарного настила представляет собой сварную конструкцию, состоящую из двух швеллеров, соединенных четырьмя распорками сварного таврового сечения, к верхним горизонтальным полкам которых приварен лист из просечно-вытяжной стали.

Все пролетные строения снабжены убежищами. На пролетных строениях Lр=27, 0 и 33,6 м предусмотрено устройство двух убежищ (по одному с каждой стороны ближе к концам), на пролетных строениях Lр=18,2 и 23,0 м – по одному в середине пролета для возможности использования их на многопролетных мостах в районах с со средней температурой воздуха ниже минус 40°С (северное исполнение А и Б). Места расположения убежищ и их количество должно уточняться при привязке и компоновке пролетных строений в схеме моста в соответствии с Указаниями по устройству и конструкции мостового полотна на железнодорожных мостах, МПС, 1987 г в зависимости от климатического района, скоростей движения на линии и других местных условий эксплуатации.

Тротуары и убежища снабжены перильным ограждением из стоек (СТ) и поручня (П) из проката углового сечения и перильного заполнения из круглого проката и швеллера (ЗП).

5.6. Для прокладки коммуникаций на пролетных строениях предусмотрены кабельные мостики, расположенные на консолях (ККМ) за перильным ограждением тротуаров.

Настил кабельных мостиков также разделен по длине пролетных строений на секции (ТР – трапы), каждая из которых состоит из двух уголковых прогонов, объединенных поперечными прутками заполнения из круглого проката. Кабельные мостики снабжены перильным ограждением по типу ограждения тротуаров.

5.7. Смотровые приспособления на пролетных строениях представлены продольными смотровыми ходами, расположенными в уровне нижнего пояса главной балки. На пролетных строениях Lр=23,0...33,6 м смотровые ходы расположены как во внутренней полости, так и с наружных сторон, на пролетном строении Lр=18,2 м – только во внутренней полости.

Настил смотровых ходов, разделенный на секции (НСХ) по длине пролетных строений, состоит из двух прогонов уголкового сечения с приваренным к ним металлическим листом из просечно-вытяжной стали.

Внутренний смотровой ход прокладывается по распоркам между стенками балки, наружные – по специальным консолям (КСХ) из углового проката, крепящимся к вертикальным ребрам жесткости, расположенным в нижней части балки. Наружные ходы снабжены перильным ограждением, аналогичным ограждению тротуаров.

Для спуска с тротуаров на наружные смотровые ходы, предусмотрены сходы в виде металлических лестниц (Л1). На однопутных участках сходы устраиваются на обоих концах пролетного строения по одному с каждого тротуара, на двухпутных – на обоих концах моста с полевых сторон пролетных строений (по одному на каждом).

По обоим концам всех смотровых ходов предусмотрены сходы для спуска на подферменные площадки опор.

5.8. Опорные части приняты по типовой документации серия 3.501.1-129 "Опорные части железобетонных пролетных строений длиной от 4,0 до 34,2 м для железнодорожных мостов":

типов Т2Н и Т2П – для пролетного строения Lр=18,2 м;

типов СН и СП– для пролетных строений Lр=23,0; 27,0 и 33,6 м.

5.9. Антисейсмические устройства приняты по типовой документации серия 3.501.2-143 "Пролетные строения железнодорожных мостов с ездой поверху пролетами 33,6; 45; 55 м металлические коробчатого сечения с балластным корытом из коррозионностойкой стали с вариантом в северном исполнении", инв. № 1298.

Схема расположения элементов антисейсмических устройств приведена в 2210-СМ4, стр. 22.

6. Материалы.

6.1. Для основных элементов пролетных строений (главных балок и консольных частей балластного корыта) и вспомогательных (эксплуатационных обустройств) материалы принимаются по таблице 1.

Таблица 1

Тип исполнения	Марки сталей по ГОСТ 6713 для элементов конструкции	
	основных	вспомогательных
Обычное	15ХСНД-2, 10ХСНД-2	16 Д, 15ХСНД, 10ХСНД
Северное А	15ХСНД-3, 10ХСНД-3	15ХСНД-2, 10ХСНД-2
Северное Б	10ХСНД-3	15ХСНД-3*, 10ХСНД-3

*только для фасонного проката

Для элементов мостового полотна и эксплуатационных обустройств допускается применение проката из сталей марок, указанных в примечании 2* к п.п. 4.4* и 4.5* СНиП 2.05.03-84*.

6.2. Для элементов балластного корыта, непосредственно соприкасающихся с балластом, возможно применение горячекатаной двухслойной коррозионностойкой стали 09Г2С+12Х18Н10Т по ГОСТ 10885.

Основной слой из стали 09Г2С, указанной двухслойной стали, по химсоставу и механическим свойствам должен соответствовать требованиям ГОСТ 19281. Содержание фосфора должно быть не более 0,030; серы – не более 0,035 для всех климатических районов исполнения.

Категории стали марки 09Г2С в зависимости от типа исполнения принимаются:

– для обычного (до минус 40°С) – категория 12;

– для северного А (до минус 50°С) – категория 13;

– для северного Б (до минус 70°С) – категория 15.

Требования всех пунктов ГОСТ 10885 должны соответствовать требованиям пунктов ГОСТ 6713.

6.3. Сварочные материалы для сталей марок, указанных в таблице, должны соответствовать требованиям ГОСТ 8713 и 11533, ГОСТ 5264 и 11534. Для двухслойной коррозионностойкой стали сварочные материалы должны соответствовать ГОСТ 16098, ГОСТ 10052 и рекомендациям ВНИИТС.

"Рекомендации по технологии сборки и сварки стыковыъ соединений двухслойной коррозионностойкой стали марки 09Г2С+12Х18Н10Т толщиной 12 мм с V-образной разделкой кромок";

"Исследования односторонней сварки с металлохимической присадкой стыковых соединений двухслойной коррозионностойкой стали марки 09Г2С+12Х18Н10Т толщиной 12 ммс разработкой рекомендаций"(тема РИС-03-84)".

6.4. Высокопрочные болты, гайки и шайбы должны изготавливаться по ГОСТ 22353...22356 из стали марки 40Х по ГОСТ 4543 вне зависимости от типа исполнения пролетных строений.

6.5. Материалы болтов по ГОСТ 7798 и гаек по ГОСТ 5915 в соединениях элементов мостового полотна и эксплуатационных обустройств должны соответствовать требованиям СНиП 2.05.03-84*, п.п. 4.4* и 4.5*.

6.6. Материалы опорных частей указаны в типовой документации серия 3.501.1-129, инв.№ 1263.

7. Антикоррозионная защита.

7.1. Мероприятия по антикоррозионной защите металлоконструкций пролетных строений должны соответствовать нормам СНиП 2.03.11-85 с учетом степени агрессивного воздействия окружающей среды.

7.2. Защите от коррозии подлежат все поверхности элементов балок и эксплуатационных обустройств. Лакокрасочные материалы, рекомендуемые для защиты конструкций в слабоагрессивных средах приведены в таблице 2.

Таблица 2

Тип исполнения	Грунтовка	Покрывной материал
Обычное	ФЛ-03К ГОСТ 9109	ХВ-124 ГОСТ 10144
		ХС-125 ГОСТ 10144
		ХС-119 ГОСТ 21824
Северное А и Б	ХС-059 ГОСТ 23494 ХС-068 ТУ 6-10-820-75	ХВ-124 ГОСТ 10144
		ХС-119 ГОСТ 21824
		ХС-759 ГОСТ 23494
		ХВ-16 ТУ 6-10-1301-83
	ЦВЭС ТУ 2312-004-12288779-99	Виниколор ТУ 2313-451-0-05034239-95
		ХВ-16 ТУ 6-10-1301-83
	Stelpant-Pu-Zink	Виниколор ТУ 2313-451-0-05034239-95
		ХВ-16 ТУ 6-10-1301-83

7.3. Поверхности элементов балластного корыта, непосредственно соприкасающиеся с балластом и изготовленные из низколегированных сталей, должны быть металлизированы вне зависимости от типа исполнения с последующей грунтовкой и нанесением лакокрасочного покрытия в соответствии с “Регламентом на защиту от коррозии металлического листа балластного корыта путем нанесения комплексного покрытия”, приведенном в Приложении 1 (стр. 61).

7.4. Для защиты верхней поверхности балластного корыта от истирания на нее наносится защитный слой изностойкой мастики, состоящий из смеси эпоксидной смолы, полиуретана и кварцевого песка. Сверху защитный слой покрывается асфальтобетоном.

7.5. В случае выполнения деталей конструкции из коррозионностойкой стали по ГОСТ 10885 поверхности их со стороны плакирующего слоя грунтовке и окраске не подлежат.

7.6. Головки высокопрочных болтов и шайбы, которые соприкасаются с балластом (в стыках консольных частей с балкой и между собой и в присоединени бортиков балластного корыта) должны быть оцинкованы.

8. Указания по монтажу.

8.1. Монтаж пролетных стр оений предусмотрен консольными (ГЭПК-130У) и стреловыми кранами на железнодорожном ходу, а также способом продольной надвижки.

Максимальная монтажная масса блока при установке краном ~ 78 т (пролетное строение Lp=33,6 м).

8.2. Конструкция пролетных строений позволяет производить монтаж в две стадии:

I – установка главной балки на опорные части;

II – монтаж консольных частей, бортиков, тротуаров, смотровых приспособлений, кабельных мостиков и перильных ограждений.

При монтаже могут быть использованы строповочные приспособления, а также порядок и способы монтажа, разработанные СКБ Главмостостроя для пролетных строений по типовой документации 3.501.2-143.

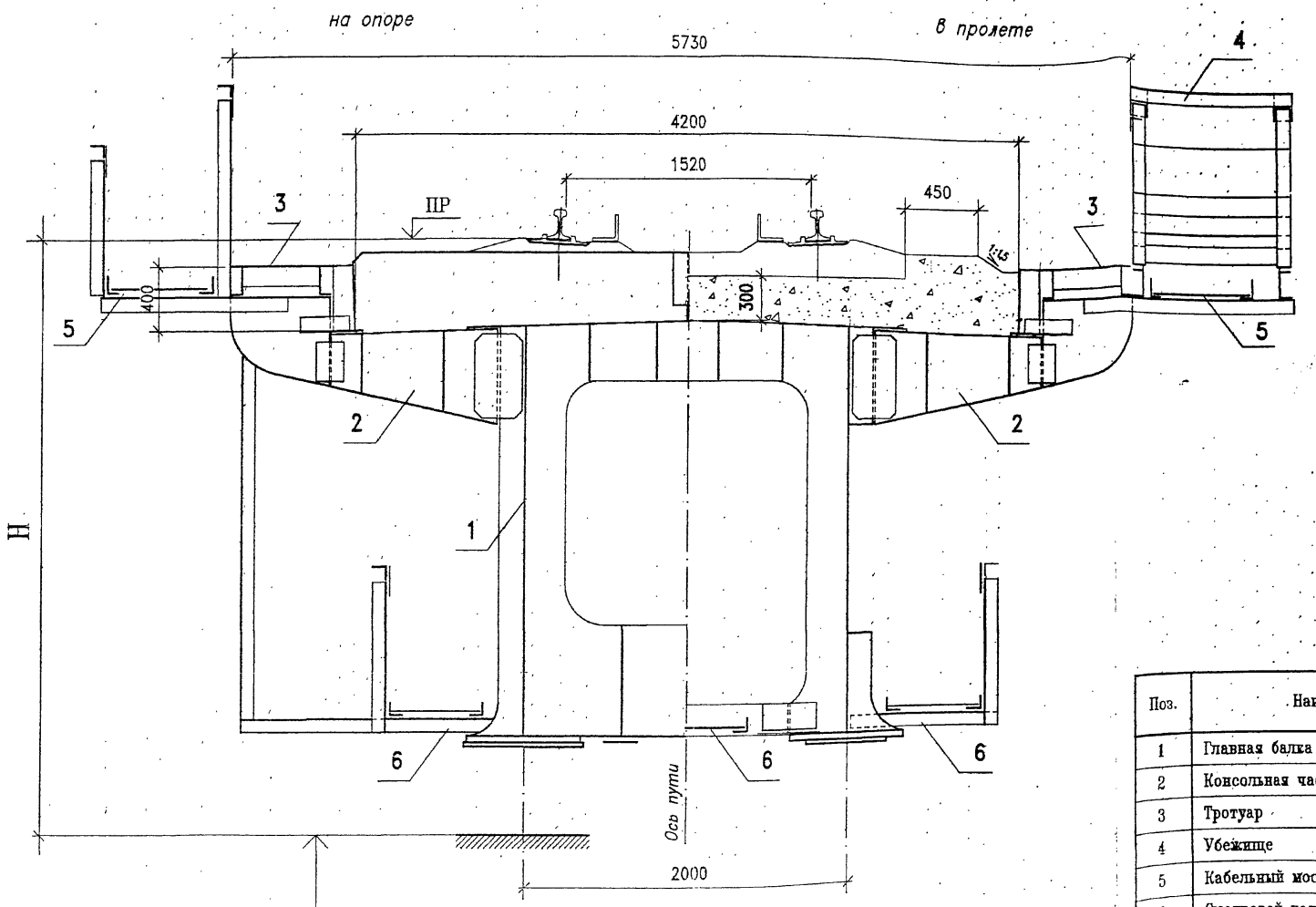
8.3. При монтаже способом продольной надвижки на концах смежных пролетных строений устраиваются монтажные стыки.

Накладки устанавливаются по вертикальным стенкам балок, ветвям нижнего пояса и горизонтальному листу отротропной плиты. (Окаймляющие листы вертикальных стенок и торцовые бортики балластного корыта должны отсутствовать.)

Стык выполняется на высокопрочных болтах диаметром 22 мм. Очистка контактных поверхностей – огневая с последующей очисткой металлическими щетками от продуктов сгорания.

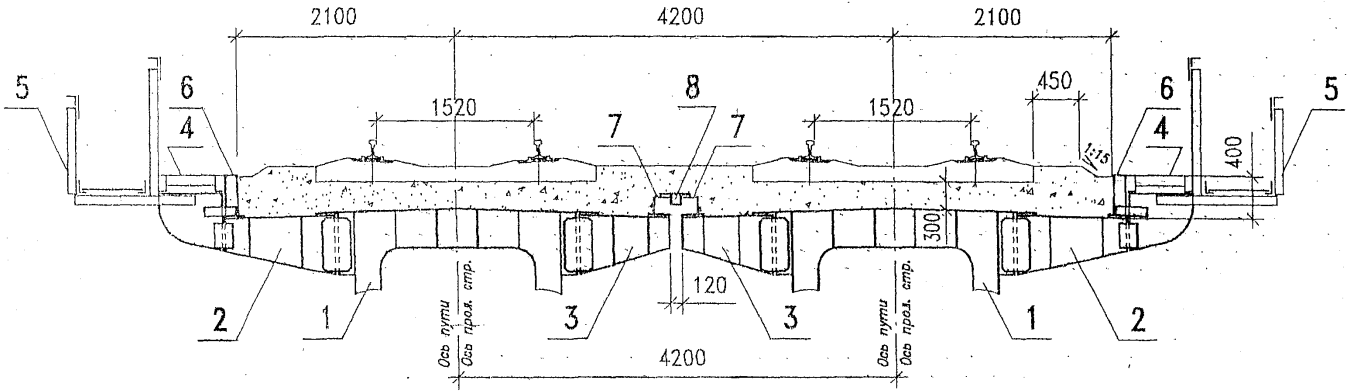
После надвижки пролетных строений стыковые накладки должны быть сняты и установлено окаймление листов вертикальных стенок. Окаймляющие листы стенок в этом случае заменяются уголками.

Поперечное сечение пролетного строения



Поз.	Наименование
1	Главная балка
2	Консольная часть
3	Тротуар
4	Убежище
5	Кабельный мостик
6	Смотровой ход

Поперечные сечения мостового полотна на двухпутном участке



Поз.	Наименование
1	Главная балка
2	Консольная часть нормальной ширины
3	Консольная часть для междупутья
4	Тротуар
5	Кабельный мостик
6	Бортик нормальной высоты (Н=400 мм)
7	Бортик пониженной высоты (Н=200 мм)
8	Лист перекрытия продольного зазора

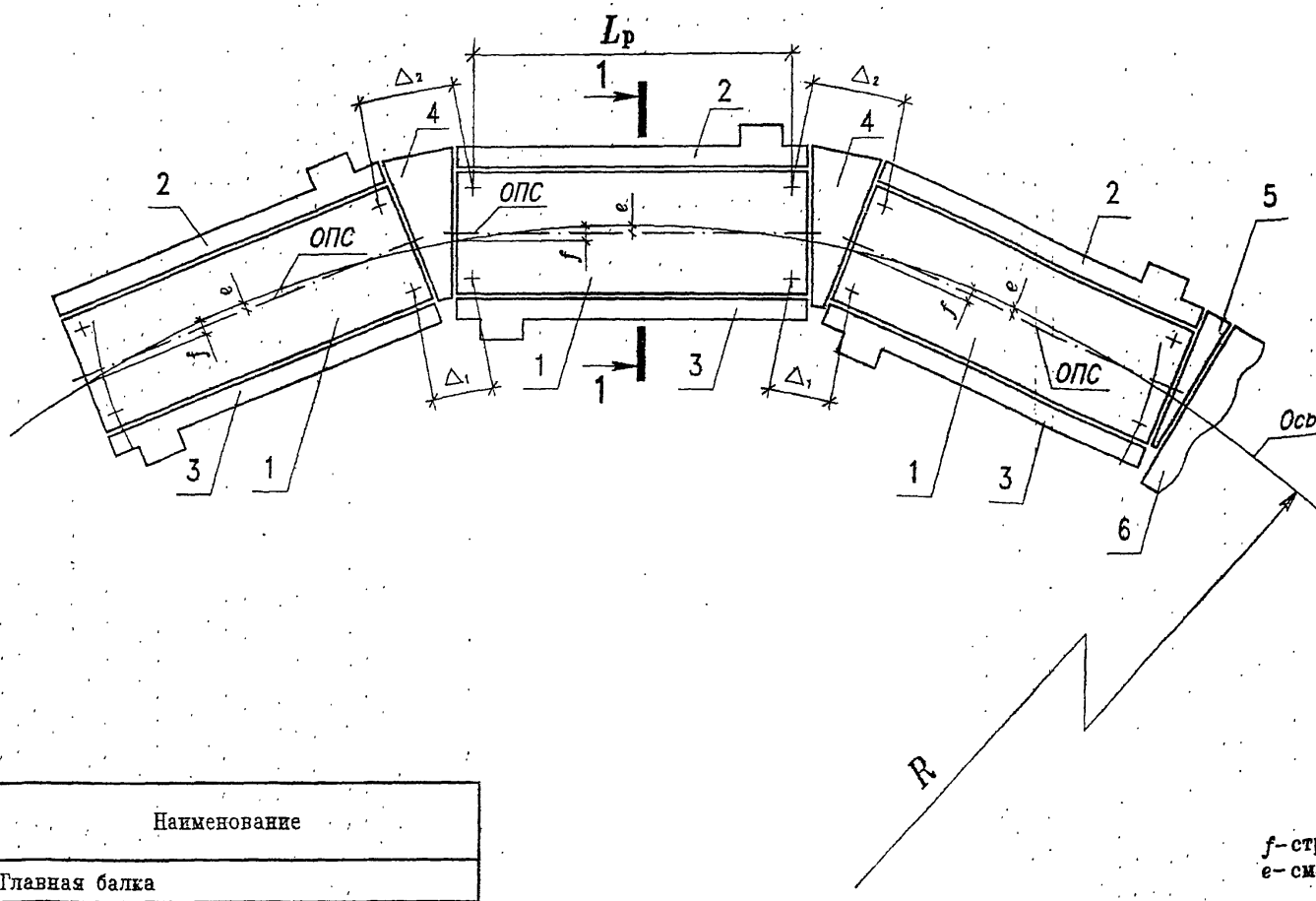
Изм. | Кол.уч. | Лист | №док. | Подпись | Дата

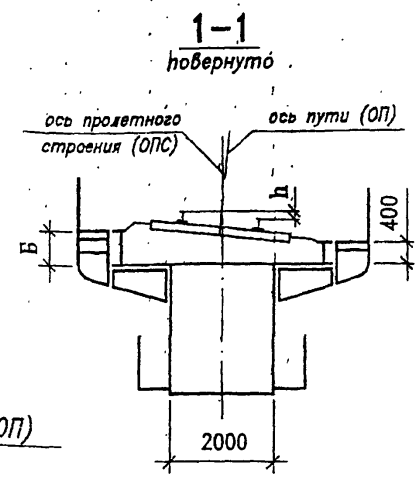
2210-ПЗ

Лист 11

Формат А4

Расположение пролетных строений на кривых





Поз.	Наименование
1	Главная балка
2	Мостовое полотно с внешней стороны кривой
3	Мостовое полотно с внутренней стороны кривой
4	Элементы перекрытия зазора между прол. строен
5	Элементы перекрытия зазора между пролет-
	ным строением и устоем
6	Устой

f – стрелка оси пути
e – смещение оси пути от оси пролетного строения

Изм	Кол.уч	Лист	№док.	Подпись	Дата
Нач. отд.		Варенцов			
Н.контр.		Карасев			
Гл. спец.		Шрабштейн			
Нач. гр		Мокроусова			

2210-СМ1

Установка пролетных строений на кривых

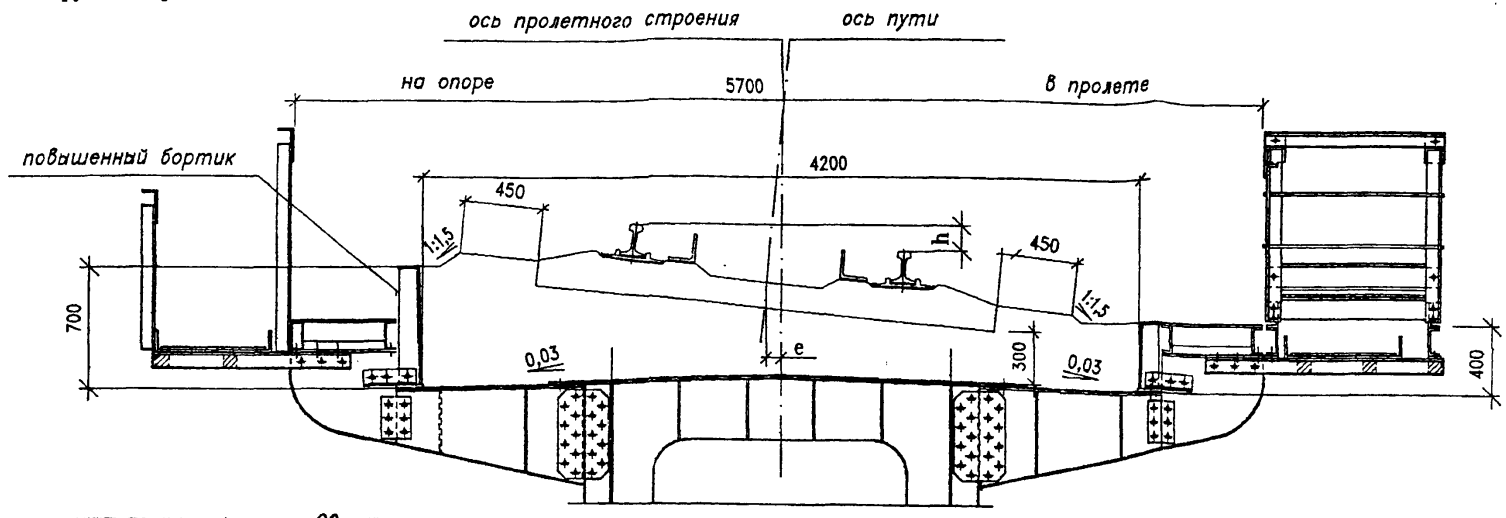
Стадия	Лист	Листо
РП	1	3

ГУП ГИПРОТРАНСПУТ

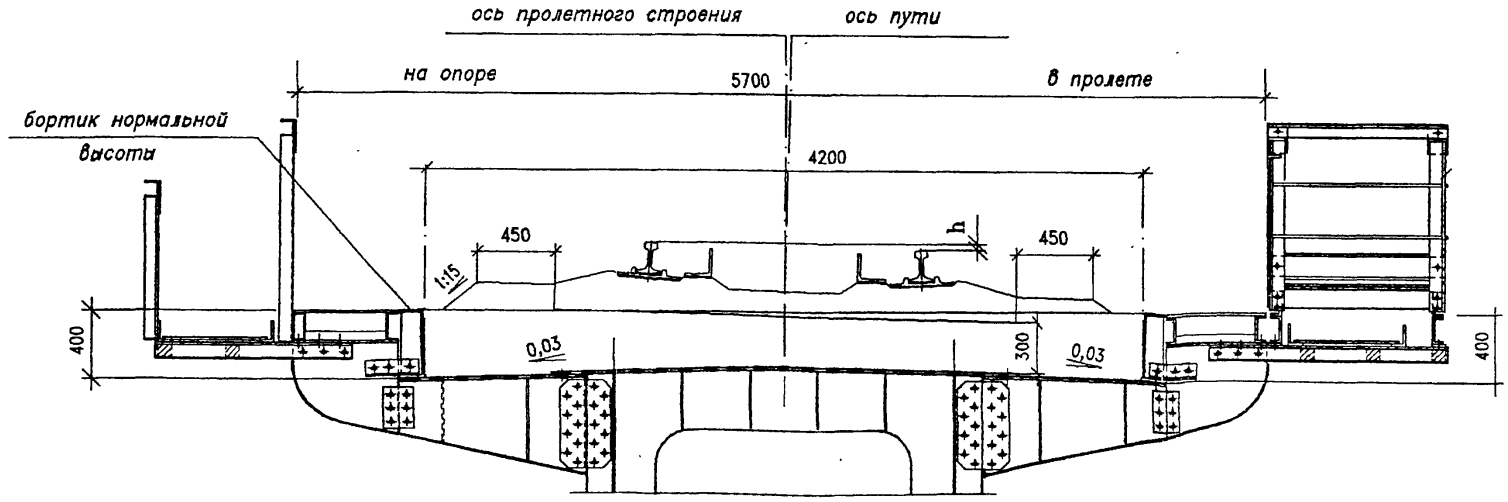
Формат А3

Положение пути при установке пролетных строений на кривых

при превышении наружного рельса более 90 мм



при превышении наружного рельса менее 90 мм



Превышение наружного рельса рассчитывается по формулам, приведенным в "Методике определения возвышения наружного рельса в кривых участках пути" (см. приложение к указанию МПС России от 17.03.97 г N С 333у)

для пассажирского поезда $hp_{пасс} = \frac{V^2 max_{пасс}}{R}$

для грузового поезда $hp_{гр} = \frac{V^2 max_{гр}}{R}$

						2210-СМ1	Лист 2
Изм	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата		

Размещение опорных частей пролетных строений на кривых

Радиус кривой,	Пролетное строение Lр = 18,2 м				Пролетное строение Lр = 23,0 м				Пролетное строение Lр = 27,0 м				Пролетное строение Lр = 33,6 м			
	Стрелка оси пути	Расстояние между опорными частями		Смещение оси пути	Стрелка оси пути	Расстояние между опорными частями		Смещение оси пути	Стрелка оси пути	Расстояние между опорными частями		Смещение оси пути	Стрелка оси пути	Расстояние между опорными частями		Смещение оси пути
R, м	f, мм	$\triangle_1$, мм	$\triangle_2$, мм	e, мм	f, мм	$\triangle_1$, мм	$\triangle_2$, мм	e, мм	f, мм	$\triangle_1$, мм	$\triangle_2$, мм	e, мм	f, мм	$\triangle_1$, мм	$\triangle_2$, мм	e, мм
∞	0	750	750	0	0	750	750	0	0	750	750	0	0	750	750	0
3000	15	750	757	0	23	750	766	0	32	750	769	0	49	750	773	0
2000	22	750	763	0	35	750	774	0	48	750	776	0	73	750	785	0
1500	29	750	770	0	46	750	782	0	63	750	787	0	97	750	796	−10
1000	44	750	782	0	70	750	798	−10	95	750	806	−10	146	770	839	−20
800	55	750	792	0	87	770	830	−10	119	770	838	−20	183	770	856	−30
600	74	770	833	−10	116	770	849	−20	159	770	863	−20	244	800	914	−40

Стрелка оси пути измеряется от хорды, равной полной длине пролетного строения
смещение оси пути от оси пролетного строения в середине пролета – наружу кривой
(принято со знаком минус)

Схемы расположения элементов перекрытия зазора между пролетными строениями

Схема 1

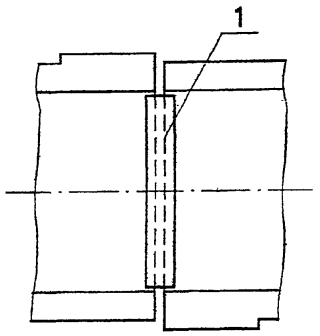


Схема 2

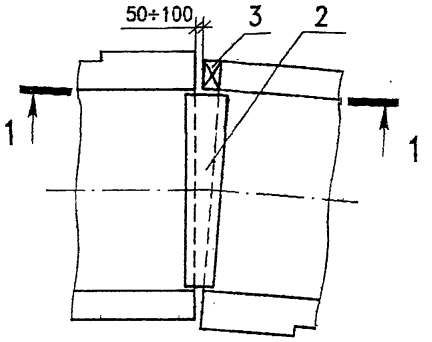
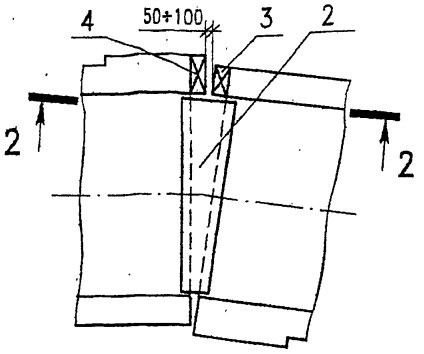
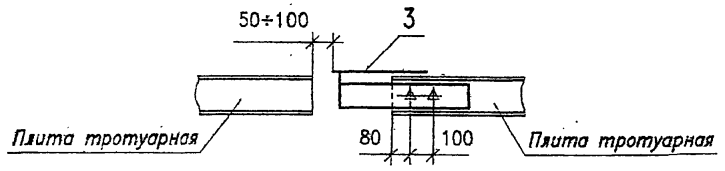


Схема 3



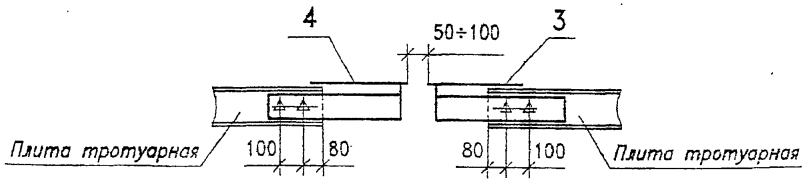
1–1

М 1:20



2–2

М 1:20



Поз.	Наименование
1	Лист перекрытия зазора между торцами пролетных строений на прямой и на кривых R = 2000 м и более.
2	Лист перекрытия зазора между торцами пролетных строений на кривых R = 1500 ÷ 300 м.
3	Элемент торцевой тротуара Т1
4	Элемент торцевой тротуара Т2

Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата
Нач. отд.		Варенцов			
Н.контр.		Карасев			
Гл. спец.		Шрабштейн			
Нач. гр		Мокроусова			

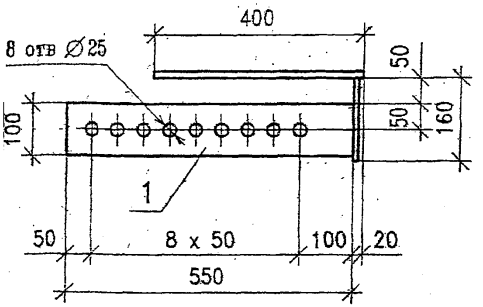
2210-СМ2

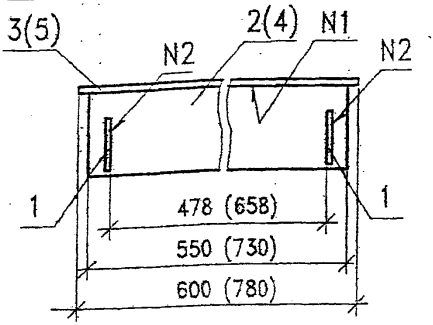
Перекрытие зазоров между пролетными строениями

Стадия	Лист	Листов
РП	1	3

ГУП ГИПРОТРАНСПУТЬ

Элемент торцевой тротуара Т1 (Т2)





Марка изде-лия	Поз. дет.	Наименование	Кол.	Масса 1 дет. кг	Масса изд. кг
Т1	1	**Выдвижной элемент**			22,7
		Лист 10х100х550 ГОСТ 19903 / 15ХСНД ГОСТ 6713	2	4,3	
	2	Ребро			
		Лист 10х160х478 ГОСТ 19903 / 15ХСНД ГОСТ 6713	1	6,0	
	3	Настил			
		Лист ромб 0-Ш-4,0 Ст3сп ГОСТ 8568			
		400 х 600	1	8,1	
Т2	1	Выдвижной элемент			27,4
		Лист 10х100х550 ГОСТ 19903 / 15ХСНД ГОСТ 6713	2	4,3	
	4	Ребро			
		Лист 10х160х658 ГОСТ 19903 / 15ХСНД ГОСТ 6713	1	8,3	
	5	Настил			
		Лист ромб 0-Ш-4,0 Ст3сп ГОСТ 8568			
		400 х 780	1	10,5	

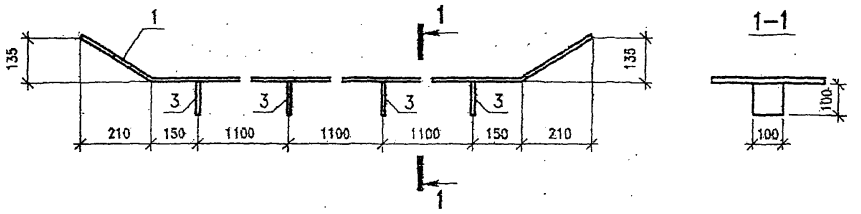
Условное обозначение сварных швов

N1 – ГОСТ 8713-79-Т3-△4

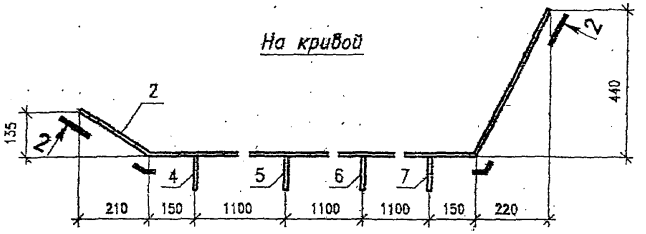
N2 – ГОСТ 5264-80-Т3-△6

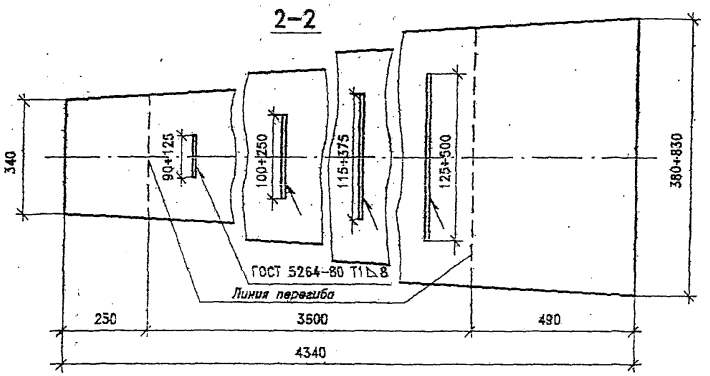
Конструкция листов перекрытия зазора между торцами пролетных строений

На прямой



На кривой





На настоящем чертеже приведены примеры конструкции листов перекрытия зазора между торцами пролетных строений при установке на прямой и кривой.

Размеры на чертеже (вид 2-2) даны для максимального (пролетное строение Lр=33,6 м на кривой R=300 м) и минимального (пролетное строение Lр=18,2 м на кривой R=1500 м) раскрытия зазора. Зазоры между торцами пролетных строений при установке на кривых R=2000 м и более перекрываются теми же листами, что и при установке на прямых.

Размеры листов перекрытия определяются при привязке пролетных строений.

Масса листа перекрытия зазора

249,0 кг – при максимальном раскрытии

155,7 кг – при минимальном раскрытии

138,0 кг – на прямой

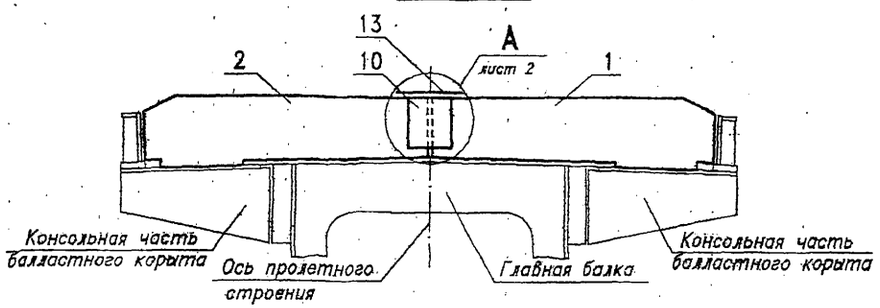
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата	2210-СМ2	Лист 3

Схема торцовых бортиков

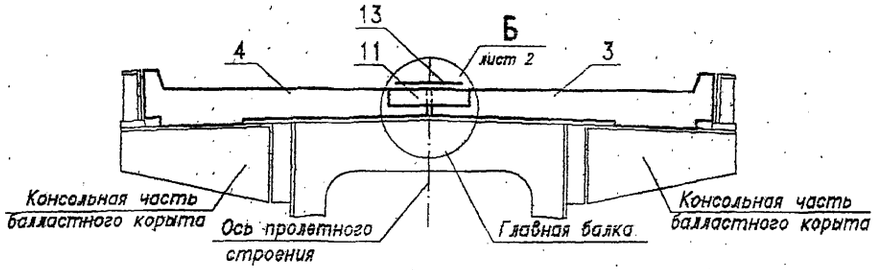
(тротуары пролетных строений не показаны)

Однопутный участок

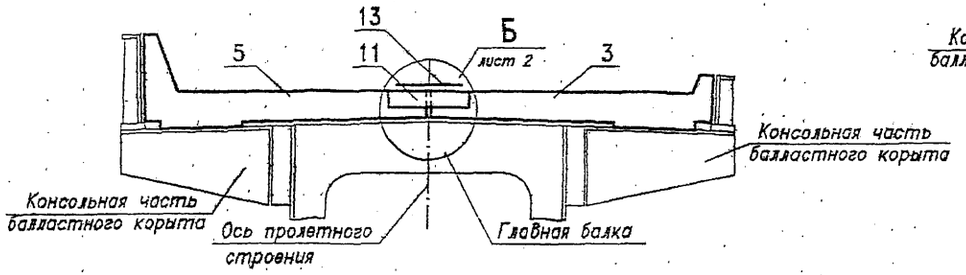
Бортик Т1



Бортик Т2



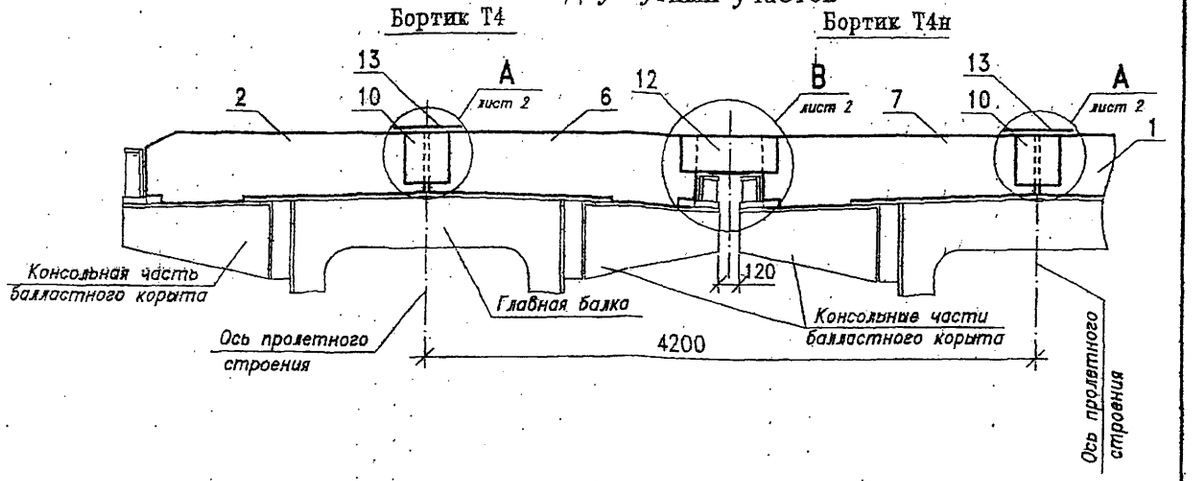
Бортик Т3



Двухпутный участок

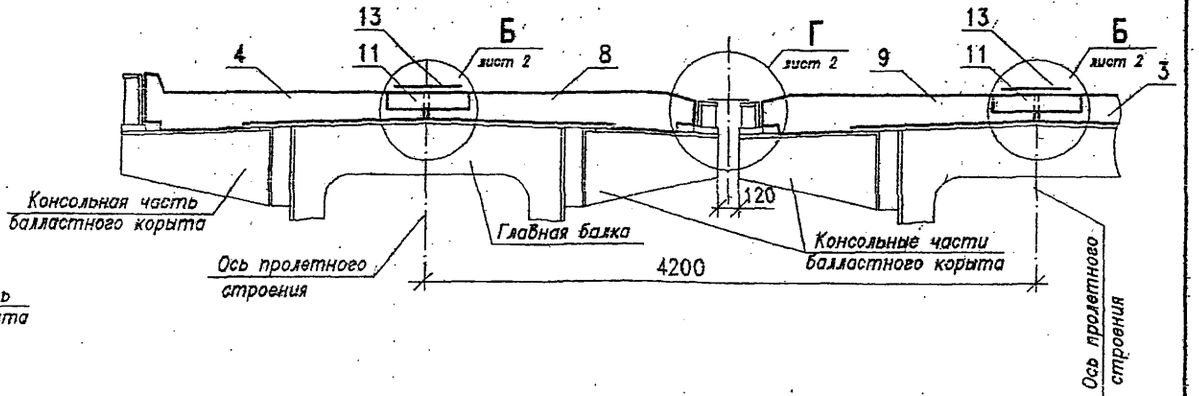
Бортик Т4

Бортик Т4н



Бортик Т5

Бортик Т5н



Участок		Марка	Масса, кг	Примечание
Однопутный на прямой	Сопряжение с устоем	Т1	335,5	
	Сопряжение с прол. строен.	Т2	232,2	
Однопутный на кривой	Сопряжение с устоем и пролетным строением	Т3	242,2	
Двухпутный на прямой	Сопряжение с устоем	Т4	340,0	Т4н и Т5н –для пролетного строения соседнего пути
	Сопряжение с прол. строен.	Т5	219,5	

Изм	Колуч	Лист	№док	Подпись	Дата
Нач. отд.		Варенцов			
Н.контр.		Карасев			
Гл. спец.		Шрабштейн			
Нач. гр		Мокроусова			

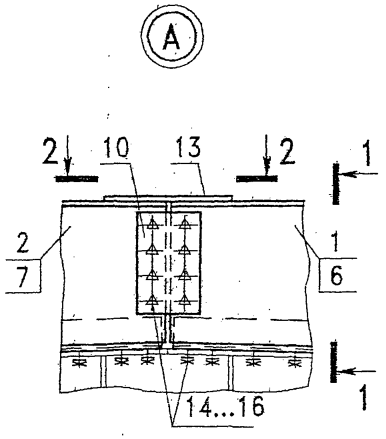
2210-СМ3

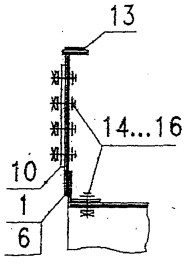
Указания по подбору марок торцовых бортиков

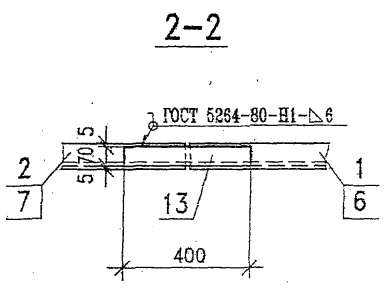
Стадия	Лист	Листов
РП	1	3

ГУП ГИПРОТРАНСПУТЬ

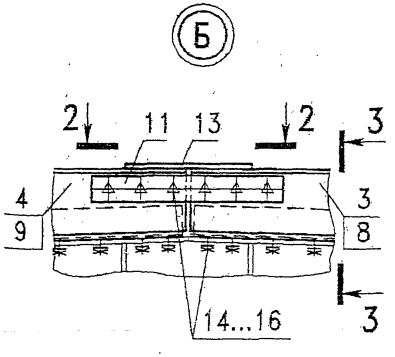
Формат А3

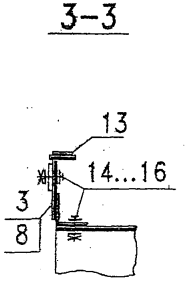


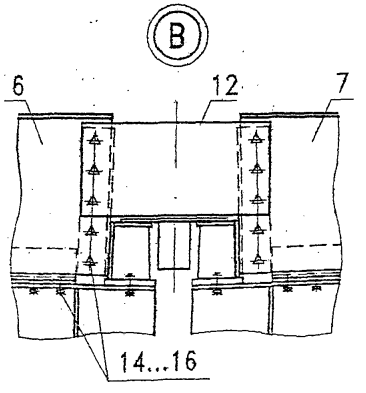


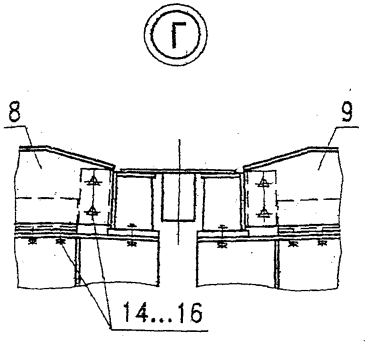


Поз.	Обозначение	Наименование	Количество на бортик							Масса ед.кг	Приме-чание
			Т1	Т2	Т3	Т4	Т4н	Т5	Т5н		
		Секции торцового бортика									
1	2210-КМ-21.0.00	ТБ1	1				1			148,3	
2	-01	ТБ1н	1			1				148,3	
3	2210-КМ-22.0.00	ТБ2		1	1				1	98,2	
4	-01	ТБ2н		1				1		98,2	
5	2210-КМ-23.0.00	ТБ3			1					107,2	
6	2210-КМ-24.0.00	ТБ4				1				136,0	
7	-01	ТБ4н					1			136,0	
8	2210-КМ-25.0.00	ТБ5						1		87,1	
9	-01	ТБ5н							1	87,1	
		Накладки торцового бортика									
10	2210-КМ-27.00-05	НТБ1	1			1	1			6,4	
11	2210-КМ-28.00-01	НТБ2		1	1			1	1	4,4	
12	2210-КМ-29.00	НТБ3				1				16,9	
13		Полоса 10х70х400 ГОСТ 103-76	1	1	1	1	1	1	1	2,2	
		Стандартные изделия									
14		Болт М22х70 ГОСТ 22353	56	54	56	56	56	51	51	0,31	
15		Гайка М22 ГОСТ 22354	56	54	56	56	56	51	51	0,11	
16		Шайба 22 ГОСТ 22355	112	108	112	112	112	102	102	0,06	









Изм	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата

2210-СМ3

Лист 2

Формат А3

Схема 1

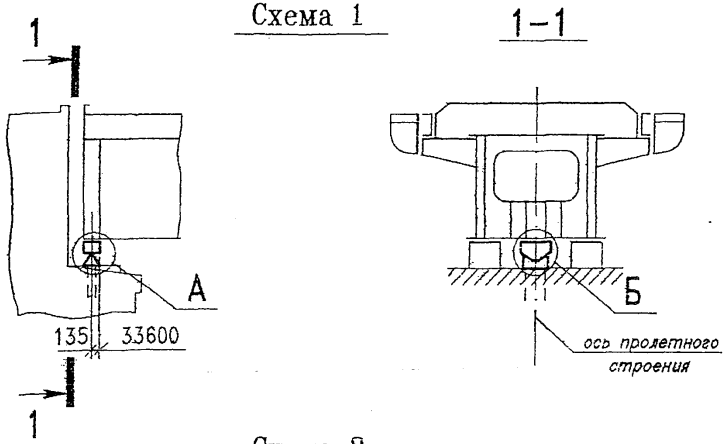
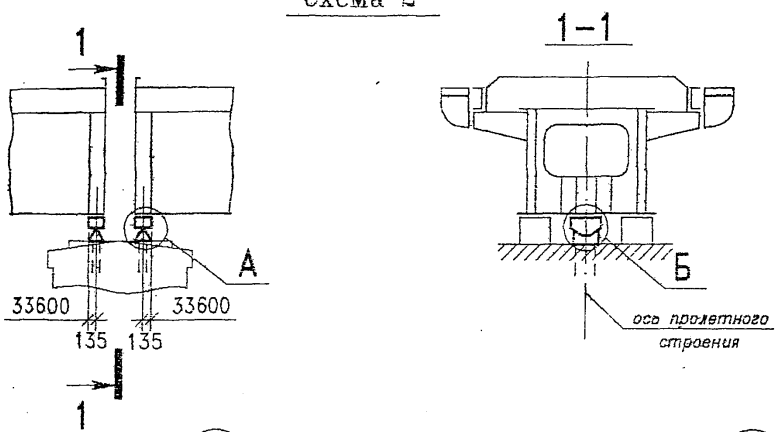
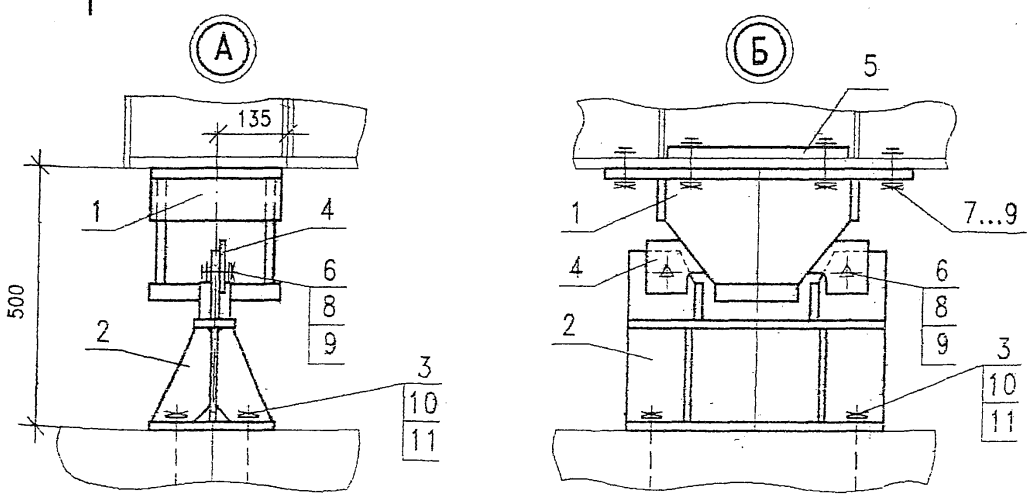


Схема 2





Поз.	Обозначение	Наименование	Кол. по сх. 1	Кол. по сх. 2	Масса ед., кг	Приме-чание
1	3.501.2-143.2-1-420.200	Стопор	1	2	57,0	
2	3.501.2-143.2-1-420.300	Упор	1	2	36,3	
3		Болт анкерный М30 L=600	4	2	5,5	
4	3.501.2-143.2-1-420.001	Ограничитель	1	2	3,0	
5	3.501.2-143.2-1-420.005	Накладка	1	2	11,7	
		Стандартные изделия				
6		Болт М22х80 ГОСТ 22353	2	4	0,34	
7		Болт М22х140 ГОСТ 22353	12	24	0,52	
8		Гайка М22 ГОСТ 22354	14	28	0,11	
9		Шайба 22 ГОСТ 22355	28	56	0,06	
10		Гайка М30 ГОСТ 5915	8	16	0,23	
11		Шайба 30 ГОСТ 11371	4	8	0,06	

1. На данном чертеже приведены схемы расположения антисейсмических устройств, которыми должны быть оборудованы пролетные строения, установленные на мостах, расположенных в районах с сейсмической активностью.

2. Антисейсмические устройства приняты по типовой документации серия 3.501.2-143 "Пролетные строения железнодорожных мостов с ездой поверху пролетами 33,6; 45; 55 м металлические коробчатого сечения с балластным корытом из коррозионностойкой стали", инв. N 1298.

Устройства пригодны для использования в районах с сейсмичностью до 9 баллов включительно.

3. Для крепления антисейсмических устройств горизонтальные листы опорных диафрагм должны быть изменены (см. 2210-СМ4, лист 2)

Изм	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата
Нач. отд.		Варенцов			
Н.контр.		Карасев			
Гл. спец.		Шрабштейн			
Нач. гр		Мокроусова			

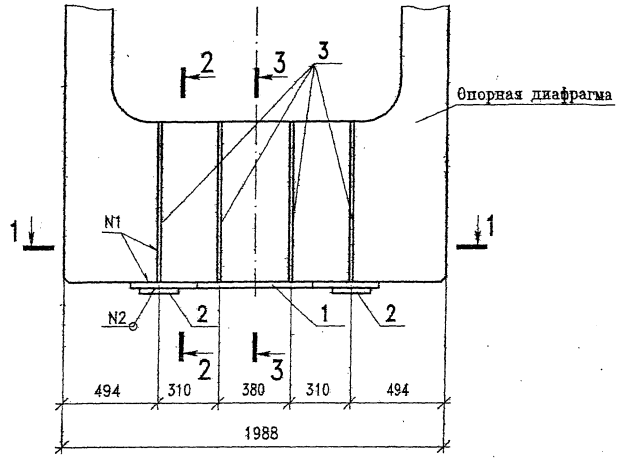
2210-СМ4

Указания по установке антисейсмических устройств

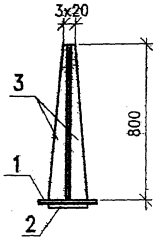
Стадия	Лист	Листов
РП	1	2

ГУП ГИПРОТРАНСПУТЬ

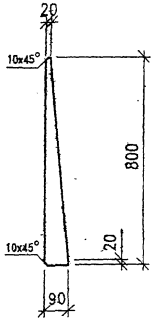
Формат А3



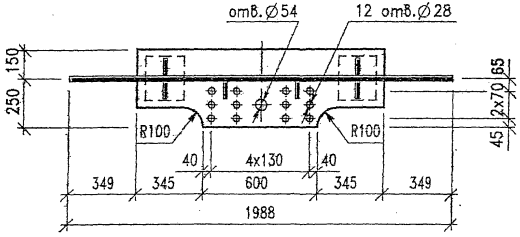
2-2



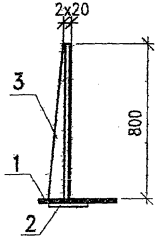
Поз.3



1-1



3-3



Поз.	Наименование
1	Горизонтальный лист диафрагмы
2	Опорные листы
3	Ребра жесткости

Обозначение сварных швов:

N1 – ГОСТ 8713-79-Т3-АФ-⊾6

N2 – ГОСТ 5264-80-Н1-⊾6

Изм	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата

2210-СМ4

Лист 2

Формат А3

Расчеты
пролетных строений
на прочность, выносливость
и устойчивость

Расчетные постоянные нагрузки

Элементы конструкции	Погонная нагрузка, g_n, т/м пути	γ_f	g_p т/м
Металлоконструкции	2,02	1,1	2,22
Балласт	2,01	1,3	2,61
Рельсы и шпалы	0,71	1,1	0,78
Σ	4,74		5,61

Прогибы и перемещения

Вид нагрузки	Прогиб в середине пролета,		Перемещение свободного конца
	δ	δ/L	
Постоянная	0,78	1/2321	–
Временная СК14	2,35	1/774	0,72
От изменения температуры на 40°С			1,74

Геометрические характеристики сечения пролетного строения пролетом 18,2 м

Участок	Сечение	H, см	B, см	Y_{1-1}, см	F, $см^2$	S, $см^3$	Yo-o, см	Io-o,$см^4$	Wo-o, $см^3$	S_{max}, $см^3$	Yг,см	Iy,$см^4$	Wy,$см^3$
0-4,3	Г.Л 12*2050	1,2	205	141	246	34711	49	581553	42182,52	11960,55	102,5	3446050	34624,98
	4В.Л.150*12	15	1,2	133	72	9576	41	118553		2917,449	100	720009	
	В.Л.1380*12	138	1,2	72	165,6	11840	-21	335697		1383,56	100	1656020	
	Г.Л.20*500	2,5	50	1	125	156	-91	1040426	22450,61		100	1276042	56784,96
Сумма					608,6	56283	92	2076229		16261,56		7098120	
4,3-9,1	Г.Л 12*2050	1,2	205	143	246	35080	59	851969	44687,42	14476,78	102,5	3446050	38359,73
	4В.Л.150*12	15	1,2	135	72	9684	51	185768		3653,905	100	720009	
	В.Л.1380*12	138	1,2	73	165,6	12089	-11	281949		2035,745	100	1656020	
	Г.Л.40*500	4	50	2	200	400	-82	1336922	31720,2		100	2041667	62909,96
Сумма					683,6	57252	84	2656608		**20166,43**		7863745	

Расчет по нормальным и касательным напряжениям

Положение сечения, м	λ м	α	g_n т/м	g_p т/м	СК т/м	γ_f	$\gamma_f(1+\mu)$СК	$\Omega_м$ $м^2$
0	18,2	0	5,29	6,309	21,638	1,245	37,01	0,0
4	18,2	0,220	5,29	6,309	20,449	1,245	34,98	28,4
9,1	18,2	0,500	5,29	6,309	18,933	1,245	32,38	41,4

Положение сечения, м	Mgn тм	Mgp тм	Mvn тм	Mvp тм	Mp тм	Wn $см^3$	σ=Mp/Wn $кгс/см^2$	R_y $кгс/см^2$
0	0	0	0	0	0	22451	0	2700
4	75	90	290	497	586	22451	2611	2700
9,1	110	131	392	670	801	31720	2525	2610

Положение сечения, м	λ м	α	g_n т/м	g_p т/м	СК т/м	γ_f	$\gamma_f(1+\mu)$СК	Ω_{qp} м
0	18,2	0	5,29	6,309	21,638	1,245	37,01	1,4
4	14,2	0	5,29	6,309	23,048	1,257	40,78	-2,6
9,1	9,1	0	5,29	6,309	25,463	1,273	47,33	-7,7

Положение сечения, м	Ω_{qv}, м	Q_{gn} т	Q_{gp} т	Q_{vn} т	Q_{vp} т	Q_p т	S/I/t	$\tau=\Theta_p S/I/t$ кгс/см^2	R_s кгс/см^2
0	4,9	4	4	53	91	96	0,006527	624	1742
4	3,0	-7	-8	35	61	53	0,006527	346	1742
9,1	1,2	-20	-24	16	29	5	0,006326	31	1693

Расчет по нормальным напряжениям с учетом горизонтальных воздействий при движении в кривой R=600 м

Положение сечения, м	λ м	α	Вертикальная нагрузка g_p т/м	СК т/м	γ_f	$\gamma_f(1+\mu)$СК	Нагрузка от центроб.силы ν_h т/м	γ_f	Ω $м^2$
0	18,2	0	6,309	21,64	1,245	37,01	3,25	1,1636	0,0
4	18,2	0,220	6,309	20,45	1,245	34,98	3,07	1,1636	28,4
9,1	18,2	0,500	6,309	18,93	1,245	32,38	2,84	1,1636	41,4

Положение сечения, м	Mg_p тм	$M\nu_p$ тм	$M\nu_h$ тм	Mp тм	Wn_y $см^3$	χWn_x $см^3$	$\sigma=Mp/(\chi Wn_x)+M\nu_h/Wn_y$ $кгс/см^2$	R_y $кгс/см^2$
0	0	0	0	0	65667	24510	0	2700
4	90	497	51	586	65667	24510	2469	2700
9,1	131	670	68	801	71792	33926	2456	2610

Положение сечения, м	$\tau_m=QpS/I/t$ кгс/см2	0,25Rs кгс/см2	Af_{min}/Aw	$(Af_{min}+Aw)/A$	χ_1 по табл. 61	χ_1 принятое
0						
4	84	461	0,75	0,459	1,085	1,085
9,1	7	461	1,21	0,517	1,063	1,063

Расчет на выносливость

Положение сечения, м	λ м	α	g_n т/м	СК т/м	γ_f	$\gamma_f(1+2/3\mu)$СК	$\Omega_м$ $м^2$
0	18,2	0	5,29	21,64	1,000	27,02	0,0
4	18,2	0,220	5,29	20,45	1,000	25,54	28,4
9,1	18,2	0,500	5,29	18,93	1,000	23,65	41,4

Положение сечения, м	Mgn тм	Mvp тм	Mp тм	Wn $см^3$	$\sigma_{max}=M_p/W_n$ $кгс/см^2$	$\sigma_{min}=M_{gn}/Wn$ $кгс/см^2$	ρ
0	0	0	0	22590	0	0	1
4	75	363	438	22590	1938	333	0,172
9,1	110	490	599	31918	1877	343	0,200

Положение сечения, м	ζυ	β	α	δ	γ_w	$\sigma_{max}=M_p/W_n$ $кгс/см^2$	$\gamma_w R_y$ m $кгс/см^2$
0	1	1	0,72	0,24	1,0	0	2700
4	1,15	1,5	0,72	0,24	0,74	1938	1995
9,1	1,15	1,5	0,72	0,24	0,75	1877	2036

Расчет по устойчивости формы отсеков стенки балки

№ отсека	L от опоры, м	$\lambda_{m,м}$ м	α	g т/м	CK_m т/м	$\gamma(1+\mu)$ от момента	Ω_m т	Ω_q т
1	0,8	18,2	0,044	6,309	21,40	1,710	7,0	8,3
2	3,1	18,2	0,170	6,309	20,72	1,710	23,4	6
3	6,1	18,2	0,335	6,309	19,82	1,710	36,9	3
4	9,1	18,2	0,500	6,309	18,93	1,710	41,4	0

№ отсека	M_m тм	Q_m т	P т	σ_x кгс/см^2	σ_y кгс/см^2	τ_{xy} кгс/см^2
1	149	178	14,0	345	117	901
2	489	125	14,0	883	117	634
3	742	60	14,0	1627	117	293
4	801	0	14,0	1756	117	0

Геометрические характеристики отсеков

№ отсека	Длина, см	Высота, см	Толщ.ст., см	$v=h_o/h_w$	γ	μ	X	ξ	ε
1	160	60,5	1,2	-	0,8	2,6446	1,196	1,260	10,320
2	300	60,5	1,2	-	0,8	4,9587	1,196	1,260	10,320
3	300	60,5	1,2	-	0,8	4,9587	1,196	1,039	8,032
4	300	60,5	1,2	-	0,8	4,9587	1,196	1,039	8,032

Критические напряжения и коэффициенты устойчивости

№ отсека	σ_{xcref} кгс/см^2	σ_{xcr} кгс/см^2	σ_{ycref} кгс/см^2	σ_{ycr} кгс/см^2	τ_{ycref} кгс/см^2	τ_{ycr} кгс/см^2	ω_1	Коэфф. уст.
1	9229	2735	1084	878	52588	3153	1,114	0,31
2	9229	2735	899	728	48965	3037	1,114	0,49
3	7182	2669	899	728	48965	3037	1,0891	0,73
4	7182	2669	899	728	48965	3037	1,0891	0,76

Расчет на монтажные нагрузки при надвижке консолью

Положение сечения, м	λ (консоль) м	g_n т/м	γ_f	Mgn тм	W_n $см^3$	σ=Mp/Wn $кгс/см^2$	R_y $кгс/см^2$
0	18,2	2,13	1,1	388	22590	859	2700
4	14,2	2,13	1,1	236	22590	523	2610
9,1	9,1	2,13	1,1	97	31918	152	2610

Расчет вертикального прогиба свободного конца при надвижке консолью

Положение участка, м	Расст. от свободного конца L_1, м	L_2, м	g_n т/м	I_x $см^4$	E $кгс/см^2$	δ см
0-4	0	4	2,13	2130814	2100000	0,015
4-14,2	4	14,2	2,13	2736908	2100000	1,872
14,2-18,2	14,2	18,2	2,13	2130814	2100000	4,109
Сумма						5,996

Расчетные постоянные нагрузки

Элементы конструкции	Погонная нагрузка, g_n, т/м пути	γ_f	g_p т/м
Металлоконструкции	2,31	1,1	2,54
Балласт	2,00	1,3	2,60
Рельсы и шпалы	0,71	1,1	0,78
Σ	5,02		5,92

Прогибы и перемещения

Вид нагрузки	Прогиб в середине пролета,		Перемещение свободного конца
	δ	δ/L	
Постоянная	0,88	1/2605	–
Временная СК14	2,39	1/962	1,05
От изменения температуры на 40°С			2,20

Геометрические характеристики сечения пролетного строения пролетом 23,0 м

Участок	Сечение	H, см	B, см	Y_{1-1}, см	F, $см^2$	S, $см^3$	Yo-o, см	Io-o,$см^4$	Wo-o, $см^3$	S_{max}, $см^3$	Yг,см	Iy,$см^4$	Wy,$см^3$
0-3,0	Г.Л 12*2250	1,2	225	200	270	54054	61	1002933	62866	16455	112,5	4556250	37640
	В.Л.150*12х4	15	1,2	192	72	13831	53	201414		3805	100	720009	
	В.Л.1980*12	198	1,2	101	237,6	23903	-39	1131240		2185	100	2376029	
	Г.Л.16*500	1,6	50	1	80	64	-138	1533572	27785		100	816667	67752
Сумма					659,6	91852	139	3869159		22445		8468954	
3,0-5,0	Г.Л 12*2250	1,2	225	201	270	54162	65	1142547	64686	17564	112,5	4556250	38547
	В.Л.150*12х4	15	1,2	193	72	13860	57	233857		4100	100	720009	
	В.Л.1980*12	198	1,2	101	237,6	23998	-35	1059859		2492	100	2376029	
	Г.Л.20*500	2	50	1	100	100	-135	1810396	31329		100	1020833	69385
Сумма					679,6	92120	136	4246660		24156		8673120	
5,0-11,5	Г.Л 16*2250	1,6	225	203	360	73008	74	1978776	85843	26690	112,5	6075000	49834
	В.Л.150*12х4	15	1,2	195	72	14004	66	312428		4740	100	720009	
	В.Л.1980*12	198	1,2	103	237,6	24473	-26	932712		3227	100	2376029	
	Г.Л.40*500	4	50	2	200	400	-127	3208938	49998		100	2041667	89702
Сумма					869,6	111885	129	6432855		34656,9		11212704	

Расчет по нормальным и касательным напряжениям

Положение сечения, м	λ м	α	g_n т/м	g_p т/м	СК т/м	γ_f	$\gamma_f(1+\mu)$СК	$\Omega_м$ $м^2$
0	23	0	5,51	6,547	20,2683	1,231	33,42	0,0
3	23	0,130	5,51	6,547	19,6074	1,231	32,33	30,0
5	23	0,217	5,51	6,547	19,1668	1,231	31,61	45,0
11,5	23	0,500	5,51	6,547	17,7348	1,231	29,25	66,1

Положение сечения, м	Mgn тм	Mgp тм	Mvn тм	Mvp тм	Mp тм	χWnx см3	σ=Mp/(χWn$_x$) кгс/$см^2$	R_y кгс/$см^2$
0	0	0	0	0	0	27785	0	2700
3	83	98	294	485	583	27785	2099	2700
5	124	147	431	711	858	35067	2448	2700
11,5	182	216	586	967	1183	53908	2195	2610

Положение сечения, м	λ м	α	g_n т/м	g_p т/м	СК т/м	γ_f	$\gamma_f(1+\mu)$СК	Ω_{qp} м
0	23	0	5,51	6,547	20,2683	1,231	33,42	6,2
3	20	0	5,51	6,547	21,0888	1,240	35,56	3,2
5	18	0	5,51	6,547	21,7017	1,246	37,18	1,2
11,5	11,5	0	5,51	6,547	24,2046	1,266	43,92	0,0

Положение сечения, м	Ω_{qv}, м	Q_{gn} т	Q_{gp} т	Q_{vn} т	Q_{vp} т	Q_p т	S/I/t	$\tau=\Theta_p S/I/t$ кгс/см^2	Rs кгс/см^2
0	7,9	17	20	80	132	152	0,004828883	733	1742
3	6,0	9	10	63	106	116	0,004828883	562	1742
5	4,8	3	4	52	90	94	0,004736729	443	1742
11,5	2,0	0	0	24	43	43	0,004500282	194	1693

Расчет по нормальным напряжениям с учетом горизонтальных воздействий при движении в кривой R=600 м

Положение сечения, м	λ м	α	Вертикальная нагрузка g_p т/м	СК т/м	γ_f	$\gamma_f(1+\mu)$СК	Нагрузка от центроб.силы v_h т/м	γ_f	Ω $м^2$
0	23	0	6,547	20,27	1,231	33,42	3,04	1,1328	0,0
3	23	0,130	6,547	19,61	1,231	32,33	2,94	1,1328	30,0
5	23	0,217	6,547	19,17	1,231	31,61	2,88	1,1328	45,0
11,5	23	0,500	6,547	17,73	1,231	29,25	2,66	1,1328	66,1

Положение сечения, м	Mg_p тм	Mv_p тм	Mv_h тм	Mp тм	Wn_y $см^3$	χWn_x $см^3$	$\sigma=Mp/(\chi Wn_x)+Mv_h/Wn_y$ $кгс/см^2$	R_y $кгс/см^2$
0	0	0	0	0	67752	27785	0	2700
3	98	485	50	583	67752	27785	2173	2700
5	147	711	73	858	69385	35067	2554	2700
11,5	216	967	100	1183	89702	53908	2147	2610

Положение сечения, м	τ_m=QpS/I/t кгс/см2	0,25Rs кгс/см2	Af_{min}/Aw	$(Af_{min}+Aw)/A$	χ_1 по табл. 61	χ_1 принятое
0						
3	490	436	0,34	0,482	1,1338	1
5	394	436	0,42	0,497	1,1193	1,1193
11,5	182	423	0,84	0,50	1,0782	1,0782

Расчет на выносливость

Положение сечения, м	λ м	α	g_n т/м	СК т/м	γ_f	$\gamma_f(1+2/3\mu)$СК	$\Omega_м$ м^2
0	23,0	0	5,51	20,27	1,000	24,86	0,0
3	23,0	0,130	5,51	19,61	1,000	24,05	30,0
5	23,0	0,217	5,51	19,17	1,000	23,51	45,0
11,5	23,0	0,5	5,51	17,73	1,000	21,75	66,1

Положение сечения, м	Mgn тм	Mvp тм	Mp тм	Wn см^3	$\sigma_{max}=M_p/W_n$ кгс/см^2	$\sigma_{min}=M_{gn}/Wn$ кгс/см^2	ρ
0	0	0	0	27785	0	0	1
3	83	361	443	27785	1596	297	0,186
5	124	529	653	31329	2084	396	0,200
11,5	182	719	901	49998	1803	364	0,202

Положение сечения, м	$\zeta\upsilon$	β	α	δ	γ_w	$\sigma_{max}=M_p/W_n$ кгс/см^2	$\gamma_w R_y m$ кгс/см^2
0	1	1	0,72	0,24	1,0	0	2700
3	1	1,5	0,72	0,24	0,86	1596	2321
5	1	1,5	0,72	0,24	0,87	2084	2344
11,5	1	1,8	0,72	0,24	0,76	1803	1973

Расчет по устойчивости формы отсеков стенки балки

№ отсека	L от опоры, м м	λ_m, м м	α	g т/м	CK_m т/м	$\gamma(1+\mu)$ от момента	Ω_m т	Ω_q т
1	0,5	23	0,015	6,547	20,19	1,649	5,6	11
2	2,5	23	0,074	6,547	19,89	1,649	25,6	9
3	5,5	23	0,164	6,547	19,44	1,649	48,1	6
4	8,5	23	0,253	6,547	18,99	1,649	61,6	3
5	11,5	23	0,342	6,547	18,53	1,649	66,1	0

№ отсека	M_m тм	Q_m т	P т	σ_x кгс/см^2	σ_y кгс/см^2	τ_{xy} кгс/см^2
1	112	219	14,0	186	117	809
2	504	177	14,0	836	117	654
3	929	116	14,0	1499	117	418
4	1166	57	14,0	1730	117	190
5	1227	0	14,0	1820	117	0

Геометрические характеристики отсеков

№ отсека	Длина, см	Высота, см	Толщ.ст., см	$v=h_o/h_w$	γ	μ	X	ξ	ε
1	100	60,5	1,2	-	0,8	1,6529	1,408	0,966	7,500
2	300	60,5	1,2	-	0,8	4,9587	1,408	0,966	7,594
3	300	60,5	1,2	-	0,8	4,9587	1,408	0,905	6,741
4	300	60,5	1,2	-	0,8	4,9587	1,56	0,715	5,461
5	300	60,5	1,2	-	0,8	4,9587	1,56	0,715	5,461

Критические напряжения и коэффициенты устойчивости

№ отсека	σ_{xcref} кгс/см^2	σ_{xcr} кгс/см^2	σ_{ycref} кгс/см^2	σ_{ycr} кгс/см^2	τ_{ycref} кгс/см^2	τ_{ycr} кгс/см^2	ω_1	Коэфф. уст.
1	7896	2692	1828	1480	59680	3381	1,0966	0,19
2	7995	2695	1012	820	53974	3198	1,0966	0,46
3	7097	2666	1012	820	56603	3283	1,0905	0,67
4	6370	2643	1035	838	63108	3492	1,0715	0,75
5	6370	2643	1035	838	63108	3492	1,0715	0,78

Расчет на монтажные нагрузки при надвижке консолью

Положение сечения, м	λ (консоль) м	g_n т/м	γ_f	Mgn тм	W_n $см^3$	σ=Mp/Wn $кгс/см^2$	R_y $кгс/см^2$
0	23	2,37	1,1	690	27785	1241	2700
3	20	2,37	1,1	521	27785	938	2610
5	18	2,37	1,1	422	31329	674	2610
11,5	11,5	2,37	1,1	172	49998	172	2610

Расчет вертикального прогиба свободного конца при надвижке консолью

Положение участка, м	Расст. от свободного конца		g_n	I_x	E	δ
	L_1, м	L_2, м	т/м	$см^4$	$кгс/см^2$	см
0,0-3,0	0	3	2,37	3869159	2100000	0,003
3,0-5,0	3	5	2,37	4246660	2100000	0,018
5,0-18,0	5	18	2,37	6432855	2100000	2,288
18,0-20,0	18	20	2,37	4246660	2100000	1,828
20,0-23,0	20	23	2,37	3869159	2100000	4,369
Сумма						8,507

Расчетные постоянные нагрузки

Элементы конструкции	Погонная нагрузка, g_n, т/м пути	γ_f	g_p т/м
Металлоконструкции	2,38	1,1	2,62
Балласт	1,99	1,3	2,59
Рельсы и шпалы	0,71	1,1	0,78
Σ	5,08		5,99

Прогибы и перемещения

Вид нагрузки	Прогиб в середине пролета,		Перемещение свободного конца
	δ	δ/L	
Постоянная	1,43	1/1880	–
Временная СК14	3,66	1/737	1,28
От изменения температуры на 40°С			2,58

Изм	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата	2210-Р3		
Нач. отд.		Варенцов				Расчет пролетного строения Lр=27,0 м	Стадия	Лист	Листов
Н.контр.		Карасев					РП	1	9
Гл. спец.		Шрабштейн					ГУП ГИПРОТРАНСПУТЬ		
Нач. гр		Мокроусова							

Геометрические характеристики сечения пролетного строения пролетом 27,0 м

Участок	Сечение	H, см	B, см	Y_{1-1}, см	F, $см^2$	S, $см^3$	Yo-o, см	Io-o,$см^4$	Wo-o, $см^3$	S_{max}, $см^3$	Yг,см	Iy,$см^4$	Wy,$см^3$
0-4,39 м	Г.Л 12*2250	1,2	225	201	270	54162	73	1420371	67422	19583	112,5	3975750	39670
	В.Л.150*12х4	15	1,2	193	72	13860	64	299220		4639	100	720009	
	В.Л.1980*12	198	1,2	101	237,6	23998	-27	950357		3104	100	2376029	
	Г.Л.20*700	2	70	1	140	140	-127	2260618	38499		100	1457167	63177
Сумма					719,6	92160	128	4930566		27326		8528954	
4,39-6,9 м	Г.Л 12*2250	1,2	225	202	270	54486	86	1995991	71333	23214	112,5	3975750	45674
	В.Л.150*12х4	15	1,2	194	72	13946	78	437031		5607	100	720009	
	В.Л.1980*12	198	1,2	102	237,6	24283	-14	820320		4374	100	2376029	
	Г.Л.32*700	3,2	70	2	224	358	-114	2922578	53323		100	2331467	72740
Сумма					803,6	93074	116	6175919		33195		9819954	
6,9-13,5 м	Г.Л 16*2250	1,6	225	203	360	73008	85	2589366	88873	30531	112,5	5301000	54549
	В.Л.150*12х4	15	1,2	195	72	14004	77	421792		5509	100	720009	
	В.Л.1980*12	198	1,2	103	237,6	24473	-15	829639		4234	100	2376029	
	Г.Л.40*700	4	70	2	280	560	-116	3767506	64482		100	2914333	86875
Сумма					949,6	112045	118	7608303		40274		11728070	

Расчет по нормальным и касательным напряжениям

Положение сечения, м	λ м	α	g_n т/м	g_p т/м	СК т/м	γ_f	$\gamma_f(1+\mu)$СК	$\Omega_м$ $м^2$
0	27	0	5,59	6,63	19,328	1,219	31,00	0,0
4,39	27	0,163	5,59	6,63	18,543	1,219	29,74	49,6
6,9	27	0,256	5,59	6,63	18,093	1,219	29,02	69,3
13,5	27	0,500	5,59	6,63	16,912	1,219	27,13	91,1

Положение сечения, м	Mgn тм	Mgp тм	Mvn тм	Mvp тм	Mp тм	Wn $см^3$	σ=Mp/Wn $кгс/см^2$	R_y $кгс/см^2$
0	0	0	0	0	0	38499	0	2700
4,39	139	165	460	738	903	38499	2345	2700
6,9	194	230	627	1006	1236	53323	2318	2700
13,5	255	302	771	1236	1538	64482	2385	2610

Положение сечения, м	λ м	α	g_n т/м	g_p т/м	СК т/м	γ_f	$\gamma_f(1+\mu)$СК	Ω_{qp} м
0	27	0	5,59	6,63	19,33	1,219	31,00	13,5
4,39	22,61	0	5,59	6,63	20,37	1,232	33,68	9,1
6,9	20,1	0	5,59	6,63	21,06	1,240	35,49	6,6
13,5	13,5	0	5,59	6,63	23,33	1,260	41,54	0,0

Положение сечения, м	Ω_{qv}, м	Q_{gn} т	Q_{gp} т	Q_{vn} т	Q_{vp} т	Q_p т	S/I/t	$\tau=\Theta_p S/I/t$ кгс/см^2	Rs кгс/см^2
0	13,5	38	46	130	209	255	0,004618496	1179	1742
4,39	9,5	26	31	96	159	190	0,004618496	880	1742
6,9	7,5	19	22	79	133	155	0,004479157	695	1742
13,5	3,4	0	0	39	70	70	0,004411199	309	1693

Проверка по нормальным напряжениям с учетом горизонтальной центробежной силы при движении в кривой R=600 м

Положение сечения, м	λ м	α	Вертикальная нагрузка g_p т/м	СК т/м	γ_f	$\gamma_f(1+\mu)$СК	Нагрузка от центробежной силы ν_h т/м	γ_f	Ω $м^2$
0	27	0	6,63	19,33	1,219	31,00	2,90	1,1328	0,0
4,39	27	0,163	6,63	18,54	1,219	29,74	2,78	1,1328	49,6
6,9	27	0,256	6,63	18,09	1,219	29,02	2,71	1,1328	69,3
13,5	27	0,500	6,63	16,91	1,219	27,13	2,54	1,1328	91,1

Положение сечения, м	Mg_p тм	$M\nu_p$ тм	$M\nu_h$ тм	Mp тм	Wn_y $см^3$	Wn_x $см^3$	$\sigma=Mp/Wn_x+Mn_h/Wn_y$ кгс/$см^2$	R_y кгс/$см^2$
0	0	0	0	0	63177	38499	0	2700
4,39	165	738	78	903	63177	38499	2468	2700
6,9	230	1006	107	1236	69654	53323	2471	2700
13,5	302	1236	131	1538	83788	64482	2542	2610

Расчет на выносливость

Положение сечения, м	λ м	α	g_n т/м	СК т/м	γ_f	$\gamma_f(1+2/3\mu)$СК	$\Omega_м$ $м^2$
0	27,0	0	5,59	19,33	1,000	23,40	0,0
4,39	27,0	0,163	5,59	18,54	1,000	22,45	49,6
6,9	27,0	0,256	5,59	18,09	1,000	21,90	69,3
13,5	27,0	0,5	5,59	16,91	1,000	20,47	91,1

Положение сечения, м	Mgn тм	Mvp тм	Mp тм	Wn $см^3$	$\sigma_{max}=M_p/W_n$ $кгс/см^2$	$\sigma_{min}=M_{gn}/Wn$ $кгс/см^2$	ρ
0	0	0	0	38499	0	0	1
4,39	139	557	696	38499	1807	360	0,199
6,9	194	759	953	53323	1788	363	0,203
13,5	255	933	1187	64482	1842	395	0,214

Положение сечения, м	$\zeta\upsilon$	β	α	δ	γ_w	$\sigma_{max}=M_p/W_n$ $кгс/см^2$	$\gamma_w R_y m$ $кгс/см^2$
0	1	1	0,72	0,24	1,0	0	2700
4,39	1	1,5	0,72	0,24	0,87	1807	2343
6,9	1	1,5	0,72	0,24	0,87	1788	2349
13,5	1	1,8	0,72	0,24	0,76	1842	1993

Расчет по устойчивости формы отсеков стенки балки

№ отсека	L от опоры, м м	$\lambda_{m,\ м}$ м	α	g т/м	CK_m т/м	$\gamma(1+\mu)$ от момента	Ω_m т	Ω_q т
1	0,75	27	0,028	6,633	19,19	1,604	9,8	12,75
2	3	27	0,111	6,633	18,79	1,604	36,0	10,5
3	6	27	0,222	6,633	18,25	1,604	63,0	7,5
4	9	27	0,333	6,633	17,72	1,604	81,0	4,5
5	12	27	0,444	6,633	17,18	1,604	90,0	1,5

№ отсека	M_m тм	Q_m т	P т	σ_x кгс/см^2	σ_y кгс/см^2	τ_{xy} кгс/см^2
1	184	239	14,0	286	117	831
2	662	193	14,0	1026	117	672
3	1131	135	14,0	1662	117	448
4	1420	79	14,0	1675	117	275
5	1539	26	14,0	1815	117	89

Геометрические характеристики отсеков

№ отсека	Длина, см	Высота, см	Толщ.ст., см	$v=h_o/h_w$	γ	μ	X	ξ	ε
1	150	60,5	1,2	-	0,8	2,4793	1,408	0,813	6,184
2	300	60,5	1,2	-	0,8	4,9587	1,408	0,813	6,184
3	300	60,5	1,2	-	0,8	4,9587	1,408	0,687	5,846
4	300	60,5	1,2	-	0,8	4,9587	1,408	0,696	5,869
5	300	60,5	1,2	-	0,8	4,9587	1,408	0,696	5,869

Критические напряжения и коэффициенты устойчивости

№ отсека	σ_{xcref} кгс/см^2	σ_{xcr} кгс/см^2	σ_{ycref} кгс/см^2	σ_{ycr} кгс/см^2	τ_{ycref} кгс/см^2	τ_{ycr} кгс/см^2	ω_1	Коэфф. уст.
1	6510	2647	1306	1058	61597	3443	1,0813	0,26
2	6510	2647	1012	820	56603	3283	1,0813	0,53
3	6155	2636	1012	820	56603	3283	1,0687	0,75
4	6179	2637	1035	838	63108	3492	1,0696	0,74
5	6179	2637	1035	838	63108	3492	1,0696	0,78

Расчет на монтажные нагрузки при надвижке консолью

Положение сечения, м	λ (консоль) м	g_n т/м	γ_f	Mgn тм	W_n $см^3$	σ=Mp/Wn $кгс/см^2$	R_y $кгс/см^2$
0	27	2,47	1,1	990	38499	1286	2700
4,39	22,61	2,47	1,1	694	38499	902	2610
6,9	20,1	2,47	1,1	549	53323	515	2610
13,5	13,5	2,47	1,1	248	64482	192	2610

Расчет вертикального прогиба свободного конца при надвижке консолью

Положение участка, м	Расст. от свободного конца L_1, м	L_2, м	g_n т/м	I_x $см^4$	E $кгс/см^2$	δ см
0,0-4,39	0	4,39	2,47	4930566	2100000	0,011
4,39-6,9	4,39	6,9	2,47	6175919	2100000	0,045
6,9-20,1	6,9	20,1	2,47	7608303	2100000	3,110
20,1-22,61	20,1	22,61	2,47	6175919	2100000	2,336
22,61-27,0	22,61	27	2,47	4930566	2100000	8,054
Сумма						13,556

Расчетные постоянные нагрузки

Элементы конструкции	Погонная нагрузка, g_n, т/м пути	γ_f	g_p т/м
Металлоконструкции	2,66	1,1	2,93
Балласт	1,98	1,3	2,57
Рельсы и шпалы	0,71	1,1	0,78
Σ	5,35		6,28

Прогибы и перемещения

Вид нагрузки	Прогиб в середине пролета,		Перемещение свободного конца
	δ	δ/L	
Постоянная	1,92	1/1742	–
Временная СК14	4,41	1/763	1,48
От изменения температуры на 40°С			3,22

Изм	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата
Нач. отд.		Варенцов			
Н.контр.		Карасев			
Гл. спец.		Шрабштейн			
Нач. гр		Мокроусова			

2210-Р4

Расчет пролетного строения Lр=33,6 м

Стадия	Лист	Листо
РП	1	9

ГУП ГИПРОТРАНСПУ

Геометрические характеристики сечения пролетного строения пролетом 33,6 м

Участок	Сечение	H, см	B, см	Y_{1-1}, см	F, $см^2$	S, $см^3$	Yo-o, см	Io-o,$см^4$	Wo-o, $см^3$	S_{max}, $см^3$	Yг,см	Iy,$см^4$	Wy,$см^3$
0-4,39	Г.Л 12*2250	1,2	225	252	270	67986	109	3179107	91696,3	29297,61	112,5	4556250	47038,93786
	4 В.Л.150*12	15	1,2	244	72	17546	100	726249		7229,497	100	720009	
	В.Л.2480*12	248	1,2	127	297,6	37855	-16	1602347		6986,699	100	2976035,712	
	Г.Л.32*700	3,2	70	2	224	358	-142	4497248	69822,9		100	2331466,667	78398,22977
Сумма					863,6	123746	143	10004951		43513,81		10583761	
4,39-6,9	Г.Л 12*2250	1,2	225	253	270	68202	117	3712498	94101,4	31660,16	112,5	4556250	49629,45638
	4 В.Л.150*12	15	1,2	245	72	17604	109	858280		7859,509	100	720009	
	В.Л.2480*12	248	1,2	128	297,6	38093	-7	1541333		8165,713	100	2976035,712	
	Г.Л.40*700	4	70	2	280	560	-133	4978660	81947,4		100	2914333,333	82715,76063
Сумма					919,6	124459	135	11090772		47685,38		11166628	
6,9-16,8	Г.Л 16*2250	1,6	225	255	360	91728	120	5198888	117350	43261,67	112,5	6075000	60916,49342
	4 В.Л.150*12	15	1,2	247	72	17748	112	901431		8054,734	100	720009	
	В.Л.2480*12	248	1,2	130	297,6	38688	-5	1531675		8549,705	100	2976035,712	
	Г.Л.40*700	4	70	4	280	1120	-131	4778253			100	2914333,333	101527,489
	Г.Л.20*500	2	50	1	100	100	-134	1785696	105445		100	1020833,333	
Сумма					1109,6	149384	135	14195944		59866,11		13706211	

?

Расчет по нормальным и касательным напряжениям

Положение сечения, м	λ м	α	g_n т/м	g_p т/м	СК т/м	γ_f	$\gamma_f(1+\mu)$СК	$\Omega_м$ $м^2$
0	33,6	0	5,86	6,93	18,09	1,199	27,83	0,0
4,39	33,6	0,131	5,86	6,93	17,5	1,199	26,93	64,1
6,9	33,6	0,205	5,86	6,93	17,14	1,199	26,37	92,1
10,55	33,6	0,314	5,86	6,93	17	1,199	26,16	121,6
16,8	33,6	0,50	5,86	6,93	15,83	1,20	24,36	141,1

Положение сечения, м	Mgn тм	Mgp тм	Mvn тм	Mvp тм	Mp тм	Wn $см^3$	σ=Mp/Wn $кгс/см^2$	R_y $кгс/см^2$
0	0	0	0	0	0	69294	0	2700
4,39	188	222	561	863	1085	69294	1566	2610
6,9	270	319	789	1215	1534	81332	1886	2610
10,55	356	421	1034	1590	2011	104686	1921	2610
16,8	413	489	1117	1719	2207	104685,51	2109	2610

Положение сечения, м	λ м	α	g_n т/м	g_p т/м	СК т/м	γ_f	$\gamma_f(1+\mu)$СК	Ω_{qp} м
0	33,6	0	5,86	6,93	18,09	1,199	27,83	16,8
4,39	29,21	0	5,86	6,93	18,87	1,212	29,83	12,4
6,9	26,7	0	5,86	6,93	19,41	1,220	31,20	9,9
10,55	23,05	0	5,86	6,93	20,277	1,231	33,43	6,3
16,8	16,8	0	5,86	6,93	22,09	1,250	38,22	0

Положение сечения, м	Ω_{qv}, м	Q_{gn} т	Q_{gp} т	Q_{vn} т	Q_{vp} т	Q_p т	S/I/t	$\tau=\Theta_p S/I/t$ кгс/см^2	Rs кгс/см^2
0	16,8	49	58	152	234	292	0,0036244	1058	1742
4,39	12,7	36	43	120	189	232	0,0036244	842	1693
6,9	10,6	29	34	103	165	200	0,003583	716	1693
10,55	7,9	18	22	80	132	154	0,003514	540	1693
16,8	4,2	0	0	46	80	80	0,003514	282	1693

Проверка по нормальным напряжениям с учетом горизонтальной центробежной силы при движении в кривой R=600 м

Положение сечения, м	λ м	α	Вертикальная нагрузка g_p т/м	СК т/м	γ_f	$\gamma_f(1+\mu)$СК	Нагрузка от центробежной силы ν_h т/м	γ_f	Ω $м^2$
0	33,6	0	6,93	18,09	1,199	27,83	5,43	1,1328	0,0
4,39	33,6	0,131	6,93	17,5	1,199	26,93	5,25	1,1328	64,1
6,9	33,6	0,205	6,93	17,14	1,199	26,37	5,14	1,1328	92,1
10,55	33,6	0,314	6,93	17	1,199	26,16	5,10	1,1328	121,6
16,8	33,6	0,50	6,93	15,83	1,199	24,36	4,75	1,1328	141,1

Положение сечения, м	Mg_p тм	$M\nu_p$ тм	$M\nu_h$ тм	Mp тм	Wn_y $см^3$	Wn_x $см^3$	$\sigma=Mp/Wn_x+Mn_h/Wn_y$ кгс/$см^2$	R_y кгс/$см^2$
0	0	0	0	0	78398	69294	0	2700
4,39	222	863	191	1085	78398	69294	1809	2610
6,9	319	1215	268	1534	82716	81332	2210	2610
10,55	421	1590	351	2011	101527	104686	2267	2610
16,8	489	1719	380	2207	101527	104685,51	2482	2610

Расчет на выносливость

Положение сечения, м	λ м	α	g_n т/м	СК т/м	γ_f	$\gamma_f(1+2/3\mu)$СК	$\Omega_м$ $м^2$
0	33,6	0	5,86	18,09	1,000	21,50	0,0
4,39	33,6	0,131	5,86	17,5	1,000	20,80	64,1
6,9	33,6	0,205	5,86	17,14	1,000	20,37	92,1
10,55	33,6	0,314	5,86	17	1,000	20,21	121,6
16,8	33,6	0,50	5,86	15,83	1,000	18,82	141,1

Положение сечения, м	Mgn тм	Mvp тм	Mp тм	W_n $см^3$	$\sigma_{max}=M_p/W_n$ кгс/$см^2$	$\sigma_{min}=M_{gn}/Wn$ кгс/$см^2$	ρ
0	0	0	0	69823	0	0	1
4,39	188	667	855	69294	1233	271	0,220
6,9	270	938	1208	81332	1486	332	0,223
10,55	356	1229	1585	81332	1949	438	0,225
16,8	413	1328	1741	104685,5	1663	395	0,237

Положение сечения, м	$\zeta\upsilon$	β	α	δ	γ_w	$\sigma_{max}=M_p/W_n$ кгс/$см^2$	$\gamma_w R_y m$ кгс/$см^2$
0	1	1	0,72	0,24	1,0	0	2700
4,39	1	1,5	0,72	0,24	0,88	1349	2378
6,9	1	1,5	0,72	0,24	0,88	1624	2384
10,55	1	1,4	0,72	0,24	0,93	2130	2511
16,8	1	1,8	0,72	0,24	0,78	1814	2031

Расчет по устойчивости формы отсеков стенки балки

Nотсека	L от опоры	λ_m	λ_q	α	g	CK_m	CK_q	$\gamma(1+\mu)$, m	$\gamma(1+\mu)$, q	Ω_m	Ω_q
	м	м	м		т/м	т/м	т/м			$м^2$	м
1	0,9	33,6	32,7	0,027	6,928	17,96	18,11	1,539	1,547	14,7	15,9
2	3,3	33,6	30,3	0,098	6,928	17,64	18,21	1,539	1,570	50,0	13,5
3	6,3	33,6	27,3	0,188	6,928	17,24	18,36	1,539	1,601	86,0	10,5
4	9,3	33,6	24,3	0,277	6,928	16,83	18,56	1,539	1,634	113,0	7,5
5	12,3	33,6	21,3	0,366	6,928	16,43	18,82	1,539	1,670	131,0	4,5
6	15,3	33,6	18,3	0,455	6,928	16,03	19,15	1,539	1,709	140,0	1,5
7	0,9	33,6	32,7	0,027	6,928	17,96	18,11	1,539	1,547	14,7	15,9
8	3,3	33,6	30,3	0,098	6,928	17,64	18,21	1,539	1,570	50,0	13,5
9	6,3	33,6	27,3	0,188	6,928	17,24	18,36	1,539	1,601	86,0	10,5
10	9,3	33,6	24,3	0,277	6,928	16,83	18,56	1,539	1,634	113,0	7,5
11	12,3	33,6	21,3	0,366	6,928	16,43	18,82	1,539	1,670	131,0	4,5
12	15,3	33,6	18,3	0,455	6,928	16,03	19,15	1,539	1,709	140,0	1,5

Nотсека	M_m	Q_m	P	σ_x	σ_y	τ_{xy}
	тм	т	т	$кгс/см^2$	$кгс/см^2$	$кгс/см^2$
1	254	275	14,0	274	117	735
2	852	230	14,0	919	117	615
3	1438	176	14,0	1513	117	459
4	1855	123	14,0	1560	117	336
5	2109	72	14,0	1774	117	198
6	2211	24	14,0	1859	117	65
7	254	275	14,0	121	95	996
8	852	230	14,0	404	95	833
9	1438	176	14,0	728	95	629
10	1855	123	14,0	939	95	433
11	2109	72	14,0	875	95	255
12	2211	24	14,0	917	95	83

Геометрические характеристики отсеков

Nотсека	Длина, см	Высота, см	Толщ.стенки, см	$v=h_o/h_w$	γ	μ	X	ξ	ε
1	180	60,5	1,2	-	0,8	2,9752	1,408	0,561	5,506
2	300	60,5	1,2	-	0,8	4,9587	1,408	0,561	5,506
3	300	60,5	1,2	-	0,8	4,9587	1,408	0,519	5,393
4	300	60,5	1,2	-	2,4	4,9587	1,56	0,507	5,362
5	300	60,5	1,2	-	2,4	4,9587	1,56	0,507	5,362
6	300	60,5	1,2	-	2,4	4,9587	1,56	0,507	5,362
7	300	127	1,2	0,27419	-	2,3622	1	2	23,9
8	300	127	1,2	0,27419	-	2,3622	1	2	23,9
9	300	127	1,2	0,27419	-	2,3622	1	2	23,9
10	300	127	1,2	0,27419	-	2,3622	1	2	23,9
11	300	127	1,2	0,27419	-	2,3622	1	2	23,9
12	300	127	1,2	0,27419	-	2,3622	1	2	23,9

Nотсека	$\sigma_{\xi cref}$ кгс/см^2	σ_{xcr} кгс/см^2	$\sigma_{\psi cref}$ кгс/см^2	$\sigma_{\psi cr}$ кгс/см^2	$\tau_{\psi cref}$ кгс/см^2	$\tau_{\psi cr}$ кгс/см^2	ω_1	Коэфф. уст.
1	5797	2624	1158	938	59562	3378	1,05	0,26
2	5797	2624	1012	820	56603	3283	1,05	0,50
3	5678	2621	1012	820	56603	3283	1,05	0,71
4	6254	2639	1035	838	63108	3492	1,05	0,71
5	6254	2639	1035	838	63108	3492	1,05	0,78
6	6254	2639	1035	838	63108	3492	1,05	0,81
7	4055	2470	430	348	10318	1795	1	0,59
8	4055	2470	430	348	10318	1795	1	0,60
9	4055	2470	430	348	10318	1795	1	0,65
10	4055	2470	430	348	10318	1795	1	0,69
11	4055	2470	430	348	10318	1795	1	0,64
12	4055	2470	430	348	10318	1795	1	0,65

Расчет на монтажные нагрузки при надвижке консолью

Положение сечения, м	λ (консоль) м	g_n т/м	γ_f	Mgn тм	W_n $см^3$	σ=Mp/Wn $кгс/см^2$	R_y $кгс/см^2$
0	33,6	2,74	1,1	1701	69823	1218	2700
4,39	29,21	2,74	1,1	1286	69294	928	2610
6,9	26,7	2,74	1,1	1074	81332	660	2610
10,55	23,05	2,74	1,1	801	81332	492	2610
16,8	16,8	2,74	1,1	425	104686	203	2610

Расчет вертикального прогиба свободного конца при надвижке консолью

Положение участка, м	Расст. от свободного конца		g_n	I_x	E	δ
	L_1, м	L_2, м	т/м	$см^4$	$кгс/см^2$	см
0,0-4,39	0	4,39	2,74	10004951	2100000	0,006
4,39-6,9	4,39	6,9	2,74	11090772	2100000	0,028
6,9-26,7	6,9	26,7	2,74	14195944	2100000	5,813
26,7-29,21	26,7	29,21	2,74	11090772	2100000	3,232
29,21-33,6	29,21	33,6	2,74	10004951	2100000	8,910
Сумма						17,988

Приложение 1

РЕГЛАМЕНТ

на защиту от коррозии металлического балластного корыта
методом нанесения комплексного покрытия

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр

1. Общие положения 63

2. Технические требования 67

2.1. Требования к металлической поверхности перед нанесением покрытий 67

2.2. Требования к оборудованию 67

2.3. Требования к материалам 68

3. Требования к технологии защиты от коррозии металлического листа балластного корыта 69

3.1. Подготовка металлической поверхности перед нанесением покрытий 69

3.2. Технология нанесения комбинированных металлизационно-лакокрасочных покрытий 70

3.3. Технология нанесения защитно-сцепляющего слоя покрытия 73

3.4. Нанесение защитно-выравнивающего слоя покрытия 75

4. Требования безопасности ведения работ и охрана окружающей среды 76

4.1. Требования безопасности 76

4.2. Охрана окружающей Среды 77

5. Правила приемки и методы контроля 78

Настоящий регламент на защиту от коррозии металлического листа балластного корыта пролетных строений методом создания комплексного покрытия устанавливает технические требования к материалам, технологическому процессу нанесения покрытий и контролю качества готового покрытия. Регламент разработан с учетом отечественного и зарубежного опыта защиты от коррозии конструкций, рассчитанных на длительный срок эксплуатации.

1. Общие положения.

1.1. Контактные поверхности металлического листа балластного корыта должны быть надежно защищены от коррозии в течение нормативного срока службы самой конструкции путепровода в рабочем интервале температур от 70°С до минус 55°С при воздействии атмосферно-климатических факторов, агрессивности окружающей среды (загрязнений, попадающих на пролетные строения с проходящих поездов) и истирающего действия балласта.

1.2. Для защиты от коррозии контактных поверхностей металлического листа балластного корыта рекомендуется применение комплексного покрытия, состоящего из комбинированного металлизационно-лакокрасочного, защитно-сцепляющего и защитно-выравнивающего слоев (см. рис. 1).

1.3. Работы по защите от коррозии металлического листа балластного корыта комбинированными металлизационно-лакокрасочными покрытиями выполняют на заводе-изготовителе мостовых конструкций в стационарных цеховых условиях и (или) на строительной площадке (таблица 1).

1.3.1. Для повышения производительности труда и исключения сезонности выполнение работ по нанесению комбинированных покрытий предпочтительно осуществлять в условиях завода-изготовителя при температуре воздуха в цехе не ниже 10° С и относительной влажности воздуха не выше 80 %.

1.3.2. На строительно-монтажной площадке работы по нанесению комбинированных покрытий допускается выполнять по сухой поверхности при температуре воздуха не ниже 5°С, относительной влажности не выше 80 % и отсутствии атмосферных осадков.

При температуре наружного воздуха ниже указанной работы следует выполнять в тепляках.

Не рекомендуется проведение работ при порывах ветра более 10 м/сек из-за больших потерь материалов при распылении, получения покрытий неравномерной толщины и из-за трудностей соблюдения техники безопасности и охраны труда.

Температура металлического листа балластного корыта во избежание образования конденсата должна быть не ниже температуры окружающего воздуха.

На строительно-монтажной площадке с учетом графика выполнения работ и поставки пролетных строений с завода-изготовителя нанесение защитных покрытий осуществляется после монтажа.

Допускается, в случае производственной необходимости, наносить покрытия на конструкции или части конструкций в секциях или блоках, на полосы или листы, составляющие части конструкции, перед их сборкой или сваркой.

1.4. При транспортировании и в процессе монтажных работ зоны сопряжения элементов должны быть надежно защищены от механических повреждений и загрязнений.

1.5. Ожидаемый срок службы комбинированных металлизационно-лакокрасочных покрытий не менее нормативного срока службы самой конструкции моста.

1.6. Применение комбинированных металлизационно-лакокрасочных покрытий для защиты металлического листа балластного корыта позволит сократить расходы на текущее содержание в эксплуатации за счет обеспечения срока службы покрытия, равного сроку службы самой конструкции путепровода.

Структура защитного покрытия.

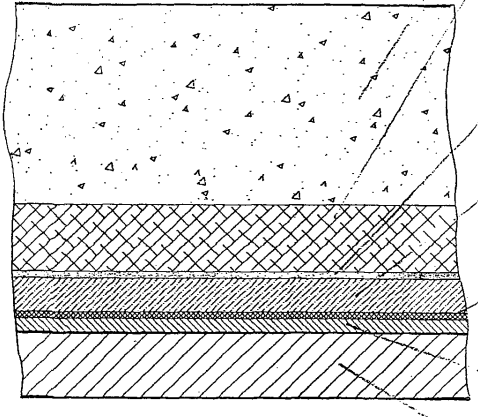


Рис. 1

Таблица 1

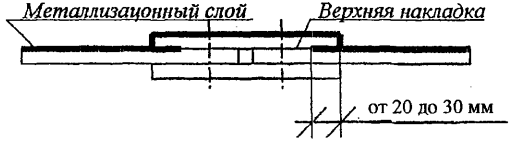
Последовательность выполнения операций защиты балластного корыта	Операции технологического процесса, выполняемые:	
	на заводе-изготовителе мостовых конструкций	на строительно-монтажной площадке
1	2	3
1. Подготовка поверхности перед нанесением покрытий.	1.1. Обезжиривание – удаление масляных и жировых загрязнений растворителем – уайт-спиритом. 1.2.. Абразивно-струйная обработка – удаление с поверхности листа балластного корыта заусенцев, острых кромок, сварочных брызг, наплывов, остатков флюса, окалины и продуктов коррозии. 1.3. Обеспыливание – удаление пыли и остатков абразива обдувкой чистым сжатым воздухом.	Удаление пыли и загрязнений, попадающих на поверхность балластного корыта при транспортировании и монтаже чистым сжатым воздухом (загрязнения – путем обезжиривания растворителем).
2. Нанесение комбинированного металлизационно-лакокрасочного покрытия.	2.1. Нанесение металлизационного цинкового покрытия толщиной 200±40 мкм. *Металлизацию контактных поверхностей болтовых соединений произвести согласно прилагаемого эскиза*  *Металлизационный слой покрывающего листа должен заходить под верхнюю накладку до болтоконтакта.*	Пропитка грунтовкой Icosit EG-1 в местах примыкания к монтажным стыкам металлизационного покрытия, нанесенного в заводских условиях.

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3
	2.2. Удаление остатков цинковой проволоки, пыли и загрязнений путем обдувки сжатым воздухом и обезжиривания растворителем 2.3. Пропитка (окраска) металлизационного покрытия – нанесение грунтовки типа Icosit EG-l толщиной 40...60 мкм после предварительного грунтования сварных швов, околошовных зон, кромок, мест соединения элементов). Окраске не подлежат тыльные стороны монтажных накладок.	
3. Нанесение защитно-сцепляющего слоя		3.1. Восстановление комбинированного покрытия, поврежденного при транспортировании и монтаже. 3.2. Удаление пыли и загрязнений обдувкой воздухом и обезжириванием. 3.3. Нанесение эпоксидно-полиуретановой композиции типа Icosit Elastomastik TF в смеси с электрокорундом толщиной 4 мм. 3.4. Нанесение дополнительных слоев электрокорунда для повышения износоустойчивости.
4. Нанесение защитно-выравнивающего слоя		4.1. Удаление с поверхности защитно-сцепляющего слоя свободных частиц электрокорунда и пыли обдувкой сжатым воздухом. 4.2. Нанесение слоя асфальтобетона или литого асфальта толщиной от 20 до 40мм. Толщина слоя должна превышать выступающие головки болтов на величину не менее 10 мм.

2. Технические требования.

2.1. Требования к металлической поверхности перед нанесением покрытий.

2.1.1. Поверхности металлического листа балластного корыта не должны иметь заусенцев, острых кромок, сварочных брызг, наплывов, остатков флюса, масляных и жировых загрязнений, маркировочнои краски и консервационных смазок, окалины и продуктов коррозии.

К поверхностям балластного корыта должен быть доступ для проведения абразивно-струйной обработки и нанесения металлизационных покрытий с обеспечением направления струи абразива или распыляемого металла под углом от 45 до 90°.

Для обеспечения высокой адгезии – прочности сцепления металлизационных покрытий с защищаемой поверхностью балластного корыта – последняя должна обладать поверхностной активностью, которая зависит от степени шероховатости поверхности и достигается абразиво-струйной обработкой.

Гидроабразивные и другие механические и химические способы подготовки поверхностей не обеспечивают высокой адгезии и для целей металлизации не пригодны.

Значения параметров шероховатости металлического листа балластного корыта R*a* и R*max* по ГОСТ 2789 и СНиП 3.06.04 после абразивной обработки в зависимости от толщины напыляемого покрытия должны соответствовать от 30 до 50 мкм, но не более 50 мкм.

2.2. Требования к оборудованию.

2.2.1. Для выполнения работ по подготовке поверхности перед нанесением покрытий абразиво-струйной обработкой целесообразно использование оборудования, работающего по замкнутому циклу и обеспечивающего сбор и очистку абразива. В случае применения оборудования, работающего по открытому циклу, необходимо дополнительно применять специальные установки для сбора и регенерации абразива, а при их отсутствии – промышленные пылесосы.

2.2.2. Металлизационные покрытия наносят с помощью специальных аппаратов (пистолетов-металлизаторов), которые по способу плавления проволоки делят на газопламенную и электродуговую.

Защитные свойства металлизационных покрытий при газопламенной и электродуговой металлизации практически равны. Поэтому выбор способа металлизации должен быть обоснован технико-экономическим анализом и местными условиями.

2.2.3. Нанесение металлизационных покрытий на большие площади целесообразно выполнять с помощью высокопроизводительного комплекта электродуговой металлизации типа OSU – Hessler 300 A Push-Pull/S или комплекта оборудования типа КДМ-2, а при его отсутствии ручного металлизатора марки ЭМ-14М.

При газопламенной металлизации для питания металлизаторов используют ацетилено-кислородную смесь. Допускается использование вместо ацетилена пропана, бутана, метана.

2.2.4. Сжатый воздух по ГОСТ 9.010, применяемый для подготовки поверхности и металлизации, должен быть очищен от масла и влаги с помощью маслоотделителей. Расход сжатого воздуха от 5 до 8 $м^3$/мин при давлении от 5 до 7 атм.

2.3. Требования к материалам.

2.3.1. *Требования к абразивным материалам.*

Для абразивно-струйной подготовки поверхности перед нанесением покрытий следует применять дробь стальную колотую типа ДСК номеров 0,8 или 1 по ГОСТ 11964.

Допускается использование сухого речного песка грануляцией от 0,2 до 2,0 мм.

Абразив должен быть сухим, чистым, не содержать следов масла, влаги, загрязнений, продуктов коррозии и веществ, прилипающих к поверхности абразива.

2.3.2. *Требования к материалам для получения металлизационных покрытий.*

2.3.2.1. Для получения металлизационных покрытий служит цинковая (алюминиевая или цинк-алюминиевая) проволока,

Металлизационные цинковые покрытия получают напылением цинковой проволоки марки Ц 1 по ГОСТ 13073 диаметром от 1,5 до 2,0 мм. Допускается применение цинковой проволоки диаметром до 2,5 мм.

2.3.2.2. Проволока для напыления металлизационных покрытий должна быть чистой, гладкой, сухой, без резких перегибов, заусенцев и расслоений.

При наличии консервационных смазок, масляных и жировых загрязнений проволока перед применением должна быть расконсервирована в соответствии с требованиями ГОСТ 9.014 и обезжирена органическим растворителем по ГОСТ 9.402.

2.3.3.*Требования к лакокрасочным материалам.*

2.3.3.1. Лакокрасочные материалы и покрытия на их основе в комбинированном металлизационно-лакокрасочном покрытии должны служить для снижения пористости, повышения стойкости и защитных свойств металлизационных покрытий.

2.3.3.2. Лакокрасочные материалы должны соответствовать требованиям нормативно-технической документации на эти материалы.

2.3.3.3. Для обеспечения надежной защиты лакокрасочные покрытия в комбинированном металлизационно-лакокрасочном покрытии должны обладать: высокими физико-механическими свойствами (адгезией, механической прочностью), атмосферостойкостью, стойкостью и влаго- и газонепроницаемостью всей системы комплексного покрытия к воздействию окружающей среды в условиях эксплуатации.

2.3.3.4. В комбинированных покрытиях рекомендуются следующие системы антикоррозионной защиты:

– 2 слоя грунтовки (пропитывающего слоя) для балластного корыта;

– 2 слоя эмали (покрывные слои) по 1 или 2 слоям грунтовки.

2.3.3.5. Первый слой грунтовки должен обладать высокой смачивающей способностью и высокой адгезией. Этот слой является пропитывающим и должен

заполнить поры в металлизационном покрытии.

При выборе грунтовки необходимо учитывать природу последующих слоев, а также прочность сцепления и совмещаемость с металлизационными цинковыми покрытиями. Всем перечисленным требованиям отвечает грунтовка Icosit EG-1. Допустимо применение и других лакокрасочных материалов, отвечающих приведенным требованиям.

3. Требования к технологии защиты от коррозии металлического листа балластного корыта.

Технологический процесс защиты металлического листа балластного корыта включает выполнение следующих операций:

– подготовку защищаемой поверхности перед нанесением покрытий;

– нанесение комплексного покрытия, состоящего из комбинированного металлизационно-лакокрасочного, защитно-сцепляющего и защитно-выравнивающего слоев;

– контроль качества готового покрытия.

3.1. Подготовка металлической поверхности перед нанесением покрытий.

Подготовка защищаемой металлической поверхности перед нанесением покрытий имеет важное значение для обеспечения надежной защиты металла от коррозии, прочного сцепления покрытия с защищаемой поверхностью и ее долговечности.

Подготовка заключается в абразивной очистке от окалины, продуктов коррозии и придания поверхности необходимой шероховатости.

Продукты коррозии должны быть удалены независимо от их толщины, плотности и прочности сцепления с металлической поверхностью, так как их наличие значительно снижает качество и срок службы покрытий.

Перед абразиво-струйной обработкой с поверхности металла должны быть удалены влага, масляные и жировые загрязнения, а также заусенцы, острые кромки, сварочные брызги, наплывы, остатки флюса и т.п.

Поверхности элементов конструкций, имеющие масляные и жировые загрязнения обезжиривают растворителем (уайт-спиритом или др.) для обеспечения высокой адгезии и исключения замасливания абразива.

Абразиво-струйную обработку производят дробеструйными аппаратами любого типа, обеспечивающими скорость вылета абразива не менее 60м/сек и рабочее давление сжатого воздуха в системе дробеструйного аппарата от 5 до 6 атм. Рекомендуются установки BSM 380 производительностью 20 $м^2$/ч, БДУ-Э2М, АД-1 или другие.

Расстояние от сопла дробеструйного аппарата до обрабатываемой поверхности должно выдерживаться в пределах от 70 до 150 мм. Угол наклона струи абразива к обрабатываемой поверхности от 45 до 90°.

В случае загрязнения очищенной поверхности производят повторное обезжиривание и абразивную обработку загрязненных участков.

После очистки с подготовленных поверхностей пыль и остатки абразива удаляют с помощью промышленных пылесосов или обдувкой сжатым воздухом.

Качество подготовки поверхности должно отвечать требованиям таблицы 2.

3.2. Технология нанесения комбинированных металлизационно-лакокрасочных покрытий.

Технологический процесс нанесения комбинированных металлизационно-лакокрасочных покрытий состоит из сочетания двух самостоятельных процессов: нанесения металлизационного слоя по предварительно подготовленной металлической поверхности и его окраски.

Металлизационные цинковые покрытия следует наносить сразу после подготовки поверхностей. Пребывание очищенной поверхности без покрытия на воздухе вызывает ее окисление и загрязнение, что приводит к снижению адгезии.

Допустимый интервал времени между очисткой и нанесением покрытий приведен в таблице 2.

3.2.1. *Технология напыления металлизационных покрытий.*

Напыление металлизационных покрытий производят с помощью аппаратов электродугового типа (см. п.2.2.3).

При металлизации толщина напыляемых покрытии регулируется числом проходов. В зависимости от скорости перемещения аппарата толщина слоя за каждый проход может устанавливаться в пределах от 0,05 до 0,2 мм.

Металлизационные покрытия напыляют вручную путем последовательного нанесения перекрывающихся параллельных полос до получения заданной толщины. Величина перекрытия должна составлять одну треть полосы. Каждый последующий слой должен напыляться в направлении перпендикулярном предыдущему направлению движения пистолета-металлизатора. Особое внимание следует уделять покрытию кромок, торцов, углублений.

Режим металлизации зависит от типа и конструкции пистолета-металлизатора, но для всех систем пистолетов-металлизаторов рекомендуется держать сопло металлизатора на расстоянии от 80 до 250 мм от металлизируемой поверхности во избежание излишних потерь напыляемого металла.

Струю распыляемого металла проволоки следует направлять под углом от 75 до 90°.

При работе с пистолетами - металлизаторами необходимо строго соблюдать инструкции по эксплуатации.

Суммарная толщина металлизационного покрытия для защиты металлического листа балластного корыта должна быть не менее 200±40 мкм; для деформационных листов, водоотводных лотков, накладок, плит перекрытия, бортиков и других элементов – не менее 100 ± 20 мкм.

Требования к качеству металлизационного покрытия (внешний вид, толщина, адгезия и методы их определения) приведены в таблице 3.

Качество металлизационного покрытия

Таблица 3

Наименование показателей	Нормы	Методы контроля	Примечание
Внешний вид	Равномерное по толщине, сплошное, серого цвета (оттенок не нормируется) мелкозернистое покрытие	Цвет и зернистость – визуально сравнением с эталоном по ГОСТ 9.304 и ГОСТ 28302	
Дефекты покрытия: пропуски, вздутия, крупные капли застывшего металла	Не допускаются	Визуально	
Толщина цинкового покрытия, мкм, (не менее): для балластного корыта; для деформационных листов, водоотводных лотков и других элементов.	 200±40 100±20	По ГОСТ 9.304 электромагнитными толщиномерами типов: Mini-Test, Posi Tector-2000	За результат принимают среднее арифметическое значение из 5 измерений на каждом элементе
Адгезия	Отслаивание и выкрашивание покрытий не допускаются	По ГОСТ 9.304 методом параллельных царапин (надрезов) на образцах-свидетелях или непосредственно на элементах (выборочно не менее 3)*	При проверке адгезии непосредственно на элементах покрытие на этих участках должно быть восстановлено За результат принимают среднее арифметическое значение из 3-х измерений.

*При толщине металлизационного покрытия до 200 мкм царапины наносят на площади 15х15 мм; расстояние между царапинами 3 мм.
При толщине покрытия свыше 200 мкм царапины наносят на площади 25х25 мм; расстояние между царапинами 5 мм.

3.2.2. *Технология окраски (пропитки) металлизационных покрытий лакокрасочными материалами.*

Окраску (пропитку) металлизационного слоя комбинированного покрытия лакокрасочными материалами выполняют, по возможности, сразу после металлизации.

Лакокрасочный материал наносят непосредственно по металлизациоиному слою без какой-либо предварительной подготовки поверхности.

В случае загрязнения металлизационного покрытия окраске должно предшествовать удаление загрязнений путем обезжиривания органическим растворителем.

Обильное смачивание металлизационного покрытия растворителем не допускается.

В качестве пропитывающего лакокрасочного материала рекомендуются материалы на основе эпоксидных смол SIKA типа Icosit EG-1.

Перед нанесением лакокрасочных материалов на балластное корыто при необходимости производят контроль этих материалов на соответствие требованиям нормативных документов.

Перед использованием лакокрасочные материалы необходимо тщательно перемешать до полного поднятия осадка и при необходимости довести до рабочей вязкости с помощью вискозиметров ВЗ-4 или ВЗ-246-4 по ГОСТ 8420 и профильтровать через сито по ГОСТ 6613.

Грунтовку (пропитывающий слой) рекомендуется наносить на всю поверхность балластного корыта после предварительного грунтования сварных швов и околошовныгх зон, а также головок болтов, кромок деталей и мест соединения элементов. Для лучшей пропитки металлизационного слоя грунтовку следует наносить кистью или валиком.

Продолжительность высыхания грунтовки до степени 3 в комбинированном покрытии определяют по ГОСТ 19007. Качество лакокрасочного покрытия должно отвечать требованиям таблицы 4.

3.3. Технология нанесения защитно-сцепляющего слоя покрытия.

Если грунтовочный (пропитывающий) слой наносится в условиях завода, а следующий защитно-сцепляющий слой наносится после монтажа путепровода на строительной площадке, то при транспортировании и хранении металлоконструкций возможны локальные повреждения и загрязнения защищаемой поверхности. В этом случае необходимо восстановить локальные повреждения цинкового и грунтовочного покрытия, а всю поверхность грунтовочного покрытия тщательно очистить от загрязнений и вновь покрыть тонким слоем грунтовки Icosit EG-1 с расходом около 0,2 кг на квадратный метр.

Защитно-сцепляющий слой покрытия наносят для предохранения комбинированного покрытия от воздействия атмосферно-климатических факторов и абразивного износа его балластом.

Толщина на горизонтальных поверхностях балластного корыта от 4 до 5 мм, на вертикальных поверхностях от 2 до 3 мм.

В качестве защитно-сцепляющего слоя рекомендуется применять эпоксидно-полиуретановую композицию фирмы SIKA типа Icosit Elastomastic TF, содержащую

эпоксидную и полиуретановую смолы в соотношении 40:60, и электрокорунд в соотношении с композицией 0,7:1. Рекомендуется использовать белый электрокорунд производства «Бокситогорский глинозём» ТУ 3988-064-00224450-94.

Качество лакокрасочного покрытия

Таблица 4.

№№ п.п	Наименование показателей	Нормы	Методы контроля	Примечание
1	2	3	4	5
1	Внешний вид	Сплошная равномерная пленка	По ГОСТ 9.407 визуально	
2	Класс покрытия	VI	По ГОСТ 9.032 визуально	
3	Дефекты лакокрасочного покрытия: сыпь, пузыри, проколы, «кратеры», «морщины», скопления включений, а также неокрашенные места и «отлип»	Не допускаются	Визуально	
4	Адгезия к металлизационному покрытию, баллы	не более 2	По ГОСТ 15140 методом решетчатых надрезов непосредственно на элементах пролетных строений (выборочно) или на образцах-свидетелях	При проверке адгезии непосредственно на элементах пролетных строений покрытие на участках проверки должно быть восстановлено теми же материалами.
5	Толщина лакокрасочного покрытия в комбинированном металлизационно-лакокрасочном покрытии, мкм	Не менее 40	Магнитными толщиномерами типов МТ-20Н, МТ-40НЦ, PosiTector-2000	За результат принимают среднее арифметическое значение из 5 измерений

Приготовление рабочего состава композиции защитно-сцепляющего слоя осуществляют смешиванием дозированного количества компонентов, которые должны быть тщательно перемешаны миксером до однородного состояния.

Время с момента приготовления композиции до ее нанесения не должно превышать 30 минут.

Композицию наносят на чистую сухую поверхность после высыхания грунтовки в комбинированном покрытии. Нанесение производят на отмеренную площадь, соответствующую количеству приготовленного состава, кистями – на головки болтов и шпателями – на поверхность балластного корыта с последующим прокатыванием валиками для удаления пузырьков воздуха и обеспечения равномерности слоя.

4. Требования безопасности ведения работ и охраны окружающей среды.

4.1. Требования безопасности.

4.1.1. При проведении работ по нанесению металлизационных и комбинированных покрытий на работающих воздействуют следующие факторы:

– повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;

– аэрозоли абразива, цинка, лакокрасочных материалов и растворителей;

– повышенный уровень шума;

– повышенная яркость пламени.

4.1.2. В связи с этим при выполнении работ необходимо соблюдать требования, предусмотренные действующими нормативными документами:

ГОСТ 12.3.008 «ССБТ. Производство покрытий металлических и неметаллических неорганических. Общие требования безопасности»;

ГОСТ 12.2.008 «ССБТ. Оборудование и аппаратура для газопламенной обработки металлов и термического напыления покрытий. Требования безопасности»;

ГОСТ 12.3.005 «Работы окрасочные. Общие требования безопасности»;

«Правила техники безопасности и производственной санитарии для окрасочных цехов и предприятий железнодорожного транспорта». МПС 8.02.88;

«Санитарные правила при окрасочных работах с применением ручных распылителей». № 991-72;

«Санитарные правила при производстве и применении эпоксидных смол и материалов на их основе». № 5159-89.

4.1.3. Эксплуатация металлизационного и электросварочного оборудования должна производиться в соответствии с требованиями ГОСТ12.1.04 и ГОСТ 12.3.003, а также «Правилами технической эксплуатации электроустановок по-требителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами пожарной безопасности при проведении сварочных и основных работ на объектах народного хозяйства» и «Типовыми правилами пожарной безопасности промышленных предприятий».

4.1.4. Производство металлизационых работ вне помещений специализированных участков допускается по согласованию с органами пожарного надзора.

4.1.5. При проведении металлизационных работ помещение должно быть оборудовано вентиляцией.

Скорость отсоса воздуха в рабочей зоне должна быть не менее 1,5 м/сек.

4.1.6. При невозможности обеспечения общеобменной вентиляцией допустимых концентраций вредных примесей работающие должны быть обеспечены индивидуальными средствами защиты по ГОСТ 12.4.011, в том числе:

– органов дыхания в условиях высокой концентрации аэрозолей алюминия или цинка с помощью индивидуального кондиционера ИМ-1 или противогаза с коробкой коричневого цвета с белой вертикальной полосой марки 1;

– органов зрения с помощью очков защитных закрытых с непрямой вентиляцией ЗН8-71, со светофильтрами Г2 (ГОСТ 12.4.013);

– органов слуха по ГОСТ 12.4.051 с помощью противошумных наушников типа ВЦДИИОТ-2м или ВЦНИИОТ 74, а также вкладышей-берушей. При этом, уровень звукового давления должен быть не более, чем по ГОСТ 12.1.003.

4.1.7. К работам по очистке и подготовке поверхности и по нанесению металлизационных и лакокрасочных покрытий допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие по состоянию здоровья противопоказаний к этим работам, прошедшие инструктаж и проверку знаний по безопасному ведению работ в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.004.

4.1.8. До начала металлизационных работ необходимо убедиться в отсутствии в помещении огнеопасных продуктов, горючих и вредных паров и газов.

4.1.9. При нанесении металлизированных и комбинированных покрытий запрещается работать на неисправном и неапробированном оборудовании; использовать одежду или рукавицы, замасленные или загрязненные нефтепродуктами, нестандартные защитные стекла для очков; допускать пересечение электрокабелей металлизатора с газосварочными шлангами в одном уровне.

4.1.10. Металлизационные работы на всех этапах должны проводиться только по письменному разрешению ответственного лица и администрации предприятия с указанием вида и объемов работ, времени и места их проведения, принятых мероприятий по безопасности ведения работ и пожарной безопасности.

4.1.11. Работы по нанесению литого асфальта (асфальтобетона) следует выполнять при соблюдении требований СНиП Ш-4-80 и «Правил по охране труда в автодорожном хозяйстве», М., Стройиздат, 1989 г.

4.2. Охрана окружающей среды

4.2.1. Рекомендуемые технические требования к металлизационным и комбинированным покрытиям при соблюдении технологии их нанесения и правильном применении должны способствовать повышению долговечности мостовых конструкций, увеличению межремонтных сроков, сокращению объемов ремонтных работ или вредных воздействий на окружающую среду (выделение паров растворителей при дополнительной окраске, продуктов коррозии и т.п.).

4.2.2. Кроме мероприятий по защите атмосферного воздуха, воды и почвы, технология нанесения металлизационных и комбинированных покрытий должна предусматривать выполнение следующих дополнительных мероприятий по охране окружающей среды:

– отработанные абразивные порошки следует собирать в специальные контейнеры; собранный абразивный материал может быть регенерирован (просеян) до восстановления первоначального гранулометрического состава и повторно использован в технологическом процессе для предварительной очистки обрабатываемых поверхностей;

– непригодные к повторному использованию абразивы следует собирать отдельно в контейнер для возможного дальнейшего использования их в качестве сырья для изготовления шлакоцемента.

4.2.3. Загрязнение воздушной среды при работе аппаратов абразиво-струйной очистки и электрометаллизаторов в замкнутых помещениях должно нейтрализоваться общеобменной вентиляцией с пылесобирающими фильтрами. Это воз-

можно при максимальной высоте точки выброса пыли не более 0,7 м от уровня пола и радиусом ее распространения не более 25 м, что обеспечивается параметрами применяемого оборудования. Воздух, удаляемый перед выбросом в атмосферу, необходимо подвергать очистке до ПДК, установленных СН 245.

5. Правила приемки и методы контроля.

5.1. Контроль за качеством производства работ по защите от коррозии металлического листа балластного корыта железнодорожного путепровода осуществляют на всех стадиях технологического процесса. Данные контроля должны быть занесены в журнал производства работ и оформлены актом.

Все работы, производимые на заводе-изготовителе, должны быть приняты отделом технического контроля и инспекцией по контролю качества изготовления мостовых конструкций.

На строительно-монтажной площадке приемку работ осуществляет представитель заказчика при научном сопровождении ВНИИЖТ.

5.2. При выполнении работ по защите от коррозии должны контролироваться:

– температура окружающего воздуха и защищаемой конструкции;

– относительная влажность воздуха;

– обезжиренность и чистота сжатого воздуха, применяемого в процессе выполнения работ;

– состояние и чистота абразива;

– степень очистки поверхности перед нанесением металлизационных, лакокрасочных и других покрытий. Подготовленная под металлизацию и окрашивание металлическая поверхность должна соответствовать требованиям табл. 2;

– соответствие качества цинковой проволоки для получения металлизационных покрытий требованиям стандартов;

– интервал времени между операциями подготовки поверхности и нанесением покрытий;

– соответствие лакокрасочных материалов, применяемых для окраски металлизационного слоя, требованиям стандартов и технической документации;

– срок жизнеспособности применяемых материалов, условия хранения и гарантийный срок их годности ;

– количество слоев наносимых покрытий;

– время технологической выдержки отдельных слоев защитного покрытия, продолжительность высыхания и время выдержки слоев комплексного покрытия;

5.3. Требования к качеству металлизационных и лакокрасочных покрытий в комбинированном металлизационно-лакокрасочном покрытии приведены в таблицах 3 и 4.

5.4. Определение адгезии связано с нарушением целостности небольшого участка покрытия и поэтому должны проводиться преимущественно на образцах-свидетелях, покрываемых одновременно с металлизацией и нанесением пропитывающих и покрывных слоев лакокрасочного покрытия. В случае проведения испытаний на элементах защищаемой конструкции поврежденный участок слоя покрытия должен быть восстановлен путем повторной металлизации и окраски.

5.5. Окончательная приемка работ по защите от коррозии должна производиться после нанесения всех слоев покрытия и полного их высыхания.

gost.e-ecolog.ru