

СССР  
Министерство транспортного строительства  
Главтранспроект  
Гипротрансмост

**Типовой проект №3.501-49.**  
**Металлические железнодорожные**  
**пролетные строения**  
**с ездой поверху на балласте**  
**пролетаму 18,2 - 66,0 м**  
**в северном исполнении.**

**Рабочие чертежи.**  
**Пролетное строение  $l_p = 23,0$  м.**  
**Раздел I.**  
**Пояснительная записка и чертежи.**

Начальник Гипротрансмостя *[подпись]* / Крыльцов /  
Главный инженер проекта *[подпись]* / Слышкова /

Проект утвержден  
приказом МПС №17-15741  
от 5 июня 1970г.

ЦНД. №739/2

Москва  
1969г.

# Пролетное строение $L_p = 23.0$ м.

## Раздел I. Пояснительная записка и чертежи.

### Содержание раздела I.

№ п/п	Наименование	№ листа	Идентификационный №
1	Титульный лист	1	—
2	Состав проекта и условные обозначения.	2	50980
3	Пояснительная записка.	3	50981
4	Пояснительная записка (продолжение)	4	50982
5	Паспорт пролетного строения $L_p = 23.0$ м	5	50983
6	Пролетное строение $L_p = 23.0$ м. Конструкция главных балок.	6	50984
7	Пролетное строение $L_p = 23.0$ м. Конструкция главных балок. (продолжение). Спецификация.	7	50985
8	Пролетное строение $L_p = 23.0$ м. Железобетонная плита с гребнями упорными. Сборочный чертеж.	8	50986
9	Пролетное строение $L_p = 23.0$ м. Железобетонная плита с жесткими упорами. Сборочный чертеж.	9	50987
10	Пролетное строение $L_p = 23.0$ м. Установка главных балок в пролет краем ГЭК-80.	10	50988
11	Пролетное строение $L_p = 23.0$ м. Нагрузки и усилия в главных балках.	11	50989
12	Пролетное строение $L_p = 23.0$ м. Расчет главных балок на прочность.	12	50990
13	Пролетное строение $L_p = 23.0$ м. Расчет главных балок на долговечность.	13	50991
14	Пролетное строение $L_p = 23.0$ м. Расчет на местную устойчивость.	14	50992
15	Пролетное строение $L_p = 23.0$ м. Расчет предельных напряжений. Расчет на дополнительные напряжения.	15	50993
16	Пролетное строение $L_p = 23.0$ м. Смотровые приспособления. Смотровые ходы и сход на опору	16	51974

#### Условные обозначения.

⊕ — Заводская этикетка  $d = 23$  мм из стали марки 09Г2 по ГОСТ 5058-55 с дополнительными требованиями (для северного исполнения).

⊕ — Заводская этикетка  $d = 23$  мм „Шплат“ из стали марки Ст 2 по ГОСТ 495-41.

⊕ — Шпилька  $d = 28$  мм для высокопрочных болтов  $d = 22$  мм.

⊕ — Шпилька  $d = 25$  мм для высокопрочных болтов  $d = 22$  мм.

⊕ — Анкерные болты опорных частей. Шпильки этикетки указываются буквами.

Я — Автоматическая

П — Полуавтоматическая

Р — Ручная

Пути шпильки указываются знаком.

× — Стальные х-образные шпильки

√<sup>х-е</sup> — Стальные шпильки  $\frac{\text{видимый}}{\text{невидимый}}$

х — Размер катета шпильки в мм.

е — Длина шпильки в мм.

# Пояснительная записка $l_p = 23.0 м$

Типовой проект металлических железнодорожных пролетных строений с ездой поверху на балласте пролетами 18.2-66.0 м в северном исполнении разработан Гипротрансстроем по плану типового проектирования 1969 г. в соответствии с проектными заданиями, утвержденным заместителем Министра путей сообщения тов. Подпалым А. Ф. 3 марта 1969 г.

## I. Основные данные проектирования.

### §1. Технические условия.

Проект составлен в соответствии с требованиями СН и П И-д. 7-62<sup>а</sup>, СН 200-62, ВСН 145-68. Указаны по проектированию, изготовлению, монтажу и приемке стальных конструкций железнодорожных, автодорожных и городских мостов, предназначенных для эксплуатации в условиях низких температур "северное исполнение"; ВСН 92-63. Технические указания по проектированию стальных железобетонных пролетных строений; ВСН 144-68. Указаны по применению высокопрочных болтов в стальных конструкциях мостов; СН 365-67 и ВСН 151-68. Указаны по проектированию и строительству железобетонных и бетонных конструкций железнодорожных мостов и труб, предназначенных для эксплуатации в условиях низких температур "северное исполнение".

### §2. Нормативная временная вертикальная нагрузка-сн.

#### §3. Материалы.

##### А. Металл.

Для основных деталей пролетного строения проектом предусматривается применение марганцовистой низколегированной стали марки 10Г2С1Д или 15ХНД по ГОСТ 5058-65.

В зависимости от категории качества примененной стали по данному проекту могут изготавливаться пролетные строения для установок в районах с расчетной минимальной температурой воздуха от -40°C до -50°C; обычное исполнение; и в районах с низкими температурами "северное исполнение" - зона А с расчетной минимальной температурой воздуха от -40°C до -50°C включительно и зона Б с расчетной минимальной температурой воздуха ниже -50°C.

При изготовлении пролетных строений северного исполнения стали элементов должны отвечать требованиям ВСН 145-68 §2, 2.3; 2.4; 2.5; 2.6 пункты "А" и "Б" и примечание; 2.8.1.

При изготовлении пролетных строений обычного исполнения стали основных и вспомогательных деталей, опорных частей, заклепок должны отвечать требованиям, указанным в СН 200-62 §3.382 пункты 1А; 2А, 3; 4; 7; 10; 11.

Монтажные соединения запроектированы на высокопрочных болтах.

Высокопрочные болты и гайки к ним изготавливаются из легированной конструкционной стали марки 40Х по ГОСТ 4543-61 в соответствии с "Техническими условиями на изготовление высокопрочных болтов, гаек и шайб к ним для железнодорожных, автодорожных и городских мостов"; ВСН 133-66, с изменениями и дополнениями №1 1968 г.

При изготовлении пролетных строений "северного исполнения" к вспомогательным деталям относятся: прокладку под уголки жесткости, прокладки для угловых продольных и поперечных связей, стойки и поручни перил смотровых ходов, заполнение перил, футляры опорных частей. Все остальные элементы пролетных строений относятся к основным деталям.

##### Б. Бетон

При изготовлении сборных железобетонных плит балластного корыта применяется гидротехнический бетон по ГОСТ 4795-59 марки  $R_{23} = 300 \text{ кг/см}^2$  для оттопливания плит марки  $R_{23} = 300 \text{ кг/см}^2$ . По морозостойкости марка бетона принята не ниже  $M_p = 300$ .

Плиты балластного корыта для обычного исполнения должны быть изготовлены в соответствии с требованиями СН 365-67 §5.1.4; 1.6 и 1.7.

При изготовлении плит северного исполнения требования к материалам должны соответствовать ВСН 151-68 §2.2 пункты 4-12 в. Арматура.

В качестве рабочей арматуры плит обычного исполнения принята арматура периодического профиля из углеродистой горячекатанной стали класса А II по ГОСТ 5781-61, марки Ст. 5сп по ГОСТ 380-60<sup>а</sup> марганцовистой прокладки. Согласно решения к протоколу

№9 (355) от 2-го февраля 1970 г. секции строительства мостов технического совета Минтрансстроя допускается примененные арматуры марки Ст. 5сп ксилоордно-кнбертерной прокладки только Крнборжского и Западно-Сибирского заводов.

Для хомутов и распределительной арматуры применяется арматура гладкого профиля из стали класса А I по ГОСТ 5781-61 в соответствии с СН 365-67 §1.8 и примечание 3.

Для северного исполнения рабочей арматуры марки Ст. 5сп применяется арматура периодического профиля класса А II марки 10ГТ по ГОСТ 1-89-67 или класса А II марки 25Г2С по ГОСТ 5781-61 и ГОСТ 5058-65.

Для хомутов и распределительной арматуры принята арматура гладкого профиля из стали класса А I марки ВМ 3сп или ВК Ст. 3 Сп по ГОСТ 5781-61 и ГОСТ 380-60<sup>а</sup>.

## II. Расчет пролетного строения.

Пролетные строения запроектированы с ездой на балласте с включением железобетонной плиты балластного корыта в составную работу с главными балками.

Расчетное сопротивление бетона на прочность и выносливость принято с коэффициентом понижения расчетного сопротивления равным 0.9 для конструкций, предназначенных к эксплуатации в районах с расчетной температурой ниже -40°C - 1. ВСН 151-68 §3.1.

### §1. Расчет на прочность.

#### А) Металлические балки пролетного строения.

Расчет пролетных строений произведен в предположении, что собственный вес металла пролетного строения и железобетонной плиты с уложенной изоляцией воспринимается только металлическими балками. I стадия.

Составное сечение, металлическая балка с железобетонной плитой, работает на усилие от веса балласта с частями пути, продольных плит, коммуникаций, смотровых приспособлений и временной нагрузки. II стадия.

Расчет на прочность стальной балки, объединенной с железобетонной плитой, производится по формулам в зависимости от расчетного случая, определяемого величиной фибрового напряжения в бетоне. При напряжении  $\sigma_{\text{фв}}$  не превышающем расчетного сопротивления бетона  $R_b$ , все объединенное сечение работает упруго; I случай А).

При напряжении в центре тяжести бетона  $\sigma_{\text{б}}$  больше расчетного сопротивления бетона  $R_b$  и меньше  $\frac{R_b}{4}$  - I случай Б).

Расчетные формулы приняты в предположении упругой стадии работы стального сечения и продольной арматуры, но пластической стадии работы бетона.

Расчет балок произведен: А) на основные сочетания нагрузки, включающие постоянную нагрузку первой и второй стадий и временную нагрузку;

Б) на дополнительные сочетания нагрузок, где учитывались совместно с постоянной нагрузкой и временной с  $h = 0.8$ , торможение, ветровая нагрузка; силовые факторы от усадки бетона и разности температур стали и железобетона.

Напряжения в поясах стальной балки от усадки бетона в железобетонной плите подсчитывались с учетом величин относительной деформации свободной усадки бетона сорных плит  $\epsilon_{\text{св}} = 1.10 \cdot \mu$ .

Ползучесть в расчетах на усадку учтена принятым эффективным модулем упругости бетона  $E_{\text{э}} = 0.3 E_b$ .

Расчет произведен по формулам п. 92 ВСН 92-63.

При расчете объединенных балок на воздействие колебаний температуры нормативная наибольшая прочность температуры стали и железобетона принята +30°C в случае, когда температура стали ниже чем железобетона.

Расчет произведен по формулам п. 99 ВСН 92-63.

Касательные напряжения в вертикальной стенке на опоре подсчитаны без включения железобетонной плиты балластного корыта.

Приведенные напряжения подсчитаны для верхней и нижней фибр вертикального листа балки по формулам п. 4.7 СН 200-62.

Подсчеты геометрических характеристик и расчетных сопротивлений в сечении пролетных строений сведены в таблицы

и даны на отдельных чертежах.

### §2. Расчет на выносливость.

Проверка выносливости металлических балок произведена на уровне связей и по стыкам горизонтального листа нижнего пояса.

При проверке выносливости металлических балок пролетного строения фибровые напряжения в балках, вычисленные при определенном модуле упругости стали, и бетона, снижающие значение коэффициента  $m$ , учитывающего необходимость выносливости бетона; ВСН 92-63 п. 126.7. Полученные напряжения сравнивались с расчетным сопротивлением стали на изгиб пониженным, путем умножения его на  $\chi$ . Коэффициент  $\chi$  подсчитан по СН 200-62.

Расчетные величины эффективных коэффициентов концентрации напряжений приняты по СН 200-62. Приложение №16, равными:

А) при стыковании горизонтальных листов одинаковой толщины и ширины  $\beta = 1$ ;

Б) при стыковании листов разной ширины  $\beta = 1.4$ ;

В) при стыковании листов разной толщины  $\beta = 1.6$ ;

Г) при стыковании листов разной толщины и ширины  $\beta = 1.4 + 1.6 \cdot 2.24$ ;

Д) по первому ряду заклепок, прикрепляющих фасонку горизонтальных связей к вертикальному листу балки  $\beta = 1.9$ ;

Е) расчет железобетонной плиты балластного корыта.

§1. Расчет плит в поперечном направлении.

Условия в сечении плиты подсчитывались:

А) в первой стадии - когда плита уложена на балки и не закреплена - только от собственного веса плит и изоляции, как в двухконсольной балке;

Б) во второй стадии - с учетом пространственной работы пролетного строения.

Этот расчет произведен ЦНИИСом по программе МП-3 на ЭЦВМ БЭСМ-2М.

При расчете приняты нормативные постоянные нагрузки: вес балласта с частями пути  $g_{\text{б}} = 0.8 \text{ т/м}^2$ ; вес продольной перил, кадевел  $g_{\text{п}} = 0.2 \text{ т/м}^2$ .

Усилия от временной нагрузки, определенные от единичной нагрузки  $q_{\text{н}} = 1 \text{ т/м}^2$ .

В результате расчета ЦНИИСом выданы эпюры моментов от постоянной нагрузки II стадии и от единичной временной нагрузки.

А) Расчет на прочность.

При расчете на прочность учтены коэффициенты перегрузки: для постоянной нагрузки по табл. 8 СН 200-62, временная нагрузка подсчитана по арматуре с коэффициентом перегрузки и динамики при  $\lambda_{\text{д}} = 0$ .

Б) Расчет на выносливость.

При проверке выносливости бетона стальной железобетонного пролетного строения фибровые напряжения в бетоне сравнивались с величинами  $R_b R_{\text{ф}}$ ;  $R_b$  принимается по п. 157 СН 200-62.

Подсчитанные напряжения в арматуре сравнивались с  $\delta_a R_a$ ,  $\delta_a$  приняты по п. 160 СН 200-62.

При расчете плиты в поперечном направлении рабочая арматура плит принимается из стали класса А II, марки Ст. 5сп для обычного исполнения и класса А II марки 10ГТ, и класса А II марки 25Г2С.

В результате расчета плит на выносливость выявлено, что уменьшил количество арматуры плиты при арматуровании стальной класса А II по сравнению с арматурой класса А II не удается, т.к. расчетные сопротивления на выносливость арматуры

класса А II -  $R_a = 1700 \text{ кг/см}^2$  и

класса А II -  $R_a = 1800 \text{ кг/см}^2$ .

### §2. Расчет плиты в продольном направлении на усадку и температуру.

Расчет железобетонных плит балластного корыта в продольном направлении произведен от усадки бетона в сочетании с ползучестью разности температур и постоянной нагрузки от II стадии с коэффициентом перегрузки 0.9. При определении усилий от усадки бетона расчетная величина относительной деформации свободной усадки бетона для сорных плит принята  $\epsilon_{\text{св}} = 1.10 \cdot \mu$ .

Ползучесть бетона в расчете на усадку учтена введенным

эффективного модуля упругости бетона, равного  $E_u = 0.5 E_b$ .

Напряжения от усадки бетона подсчитаны по формулам ВСН 92-63 п. 93.

Напряжения в бетоне от положительной разности температур равной  $+30^\circ\text{C}$  подсчитаны с коэффициентом перегрузки  $n=11$  по формулам п. 99 ВСН 92-63.

По полученным суммарным напряжениям от усадки, температуры и от стабильной постоянной нагрузки подсчитаны растягивающие усилия и поставлена продольная арматура в плите и ребре.

### §3. Объединение железобетонной плиты с металлическими балками

Сдвигающие усилия в месте соединения железобетонной плиты и верхних поясов металлических балок подсчитаны с учетом изменения поперечного сечения пролетного строения по длине.

Концевые отрывающие усилия подсчитаны от усадки бетона и разности температур между стальными балками и железобетонной плитой, принятой в  $+30^\circ\text{C}$  по формулам п. 112 ВСН 92-63.

Объединение опорных плит с верхними поясами металлических балок запроектировано в двух вариантах:

а) на гудках упорах с прикреплением закладных деталей: блоков плит к верхнему поясу балки высокопрочными болтами;

б) на жестких упорах, размещаемых в окнах блоков плит.

Расчеты жестких и гудковых упоров произведены согласно формулам ВСН 92-63 п. п. 152, 159 и даны на расчетных листах.

### III. КОНСТРУКЦИЯ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ

Металлическая часть пролетных строений состоит из 2-х главных балок со сплошной стенкой, объединенных между собой продольными и поперечными связями. Расстояние между балками, схема и конструкция продольных и поперечных связей, а также конструктивное решение отдельных узлов и соединений во всех пролетах принято одинаковым.

По нижнему поясу балки продольные крестовые связи с длиной панели 2.0 м, по верхнему поясу, в местах расположения поперечных связей, через 4.16 м, даны только распорки.

В опорных поперечниках предусмотрены двукратные балки для подвешки пролетных строений при смене и выправлении опорных частей.

Верхний пояс балок принят постоянного сечения, нижний - переменный, уменьшающийся к опоре.

Вертикальные листы балок приняты толщиной 12 мм.

Из условия обеспечения местной устойчивости стенки усилены вертикальными ребрами жесткости: наружные сечением  $160 \times 10$  мм; внутренние для прикрепления поперечных связей -  $280 \times 10$  мм. Пролетное строение - цельноперебозное. Прикрепление продольных и поперечных связей осуществляется на заводских заклепках  $d=23$  мм.

Заводские заклепки прикрепления продольных и поперечных связей могут быть заменены на высокопрочные болты  $d=22$  мм, при этом зачистку контактных поверхностей разрешается производить огнем способом.

Железобетонная плита балластного корыта разрабатана на сборной.

Объединение плиты с металлическими балками разработано в двух вариантах: на гудках и жестких упорах.

При гудковых упорах объединение плиты с стальными балками осуществляется путем соединения высокопрочными болтами закладных металлических частей с верхними поясами балок.

Закладные части изготавливаются на заводе металлических конструкций, проектом предусматривается, что все отверстие  $d=28$  мм для болтов  $d=22$  мм в поясах балок и листах закладных частей сверлятся по одному кондуктору.

Расстояние между группами отверстий вдоль балок и между левых и правых балками должно соответствовать требованиям СН и ПШ-В. 5-62<sup>3)</sup> таблица 8 п. 21.

В местах сопряжения верхнего пояса с закладными частями блоков плит и в зоне опорных балок на опорные части перекося и грибовидности полок должны быть не более 1 мм.

В варианте объединения плит с металлическими балками на жестких упорах, упоры прикрепляются к верхним поясам

балок на заводе заклепками  $d=23$  мм.

Заводское изготовление главных балок должно производиться в кондукторах контрольных с обеспечением всех требований СН и ПШ-В. 5-62<sup>3)</sup> и ВСН 145-68.

Изготовление высокопрочных болтов должно производиться в соответствии с Техническими условиями ВСН 133-66.

Пролетные строения в обязательном порядке подлежат приемке заводской инспекцией.

Все элементы пролетного строения (исключая сопригающиеся плоскости закладных деталей гудков упоров и горизонтальных листов верхних поясов балок) должны быть отгружены на заводе с предварительной тщательной очисткой от ржавчины, окислы, грязи, жирных пятен и пр. Элементы пролетного строения обычного исполнения грунтуется одним слоем свинцового сурика по ГОСТ 1787-50<sup>3)</sup> на натуральной льняной олифе - ГОСТ 7931-56.

По согласованию с заказчиком допускается производить грунтовку железным суриком - ГОСТ 8866-58 на натуральной олифе - ГОСТ 7931-56.

Элементы пролетного строения северного исполнения грунтуется двумя слоями грунтовки марки ХС-010 по ГОСТ 9365-60 или двумя слоями свинцового сурика марки З или 4 по ГОСТ 1787-50<sup>3)</sup> на натуральной льняной олифе по ГОСТ 7931-56 и покрываются одним слоем окраски.

Очистка элементов пролетного строения перед грунтовкой, грунтовка элементов и окраска (северного исполнения) должны производиться заводской инспекцией с соответствующим оформлением.

Для осмотра пролетного строения запроектированы смотровые приспособления, они состоят из скобя срезной части на опору и ходов по нижнему продольным связям.

Блоки железобетонных плит для всех пролетных строений унифицированы, длина блока - 2.98 м.

Из условия размещения упоров и продольного армирования дано 5 типов блоков.

Изготовление блоков плит должно производиться в условиях, обеспечивающих высокое качество продукции, при обязательном выполнении требований СН и ПШ-В. 5-62<sup>3)</sup>; ВСН 131-68 и СН 365-67.

Для изготовления блоков плит должна быть использована типовая металлическая опалубка, в которой, подобно имеет отверстия для крепления закладных деталей, рассверленные по одному кондуктору, что и отверстия в верхних поясах балок.

### IV. Установка главных балок в пролет

Установку главных балок в пролет можно производить консольным краном ГЭК-80. При установке нескольких пролетных строений кран ГЭК-80 с грузом на крюке можно пропустить по временному мостовому полотну, уложенному по верхним поясам балок.

Пролетное строение пролетом  $L_p=23.0$  м может быть также установлено краном ГЭК-130 с уложенной на главные балки и монолитной железобетонной плитой балластного корыта. Вес устанавливаемого пролетного строения с железобетонной плитой без балласта, составляет 109 т.

Укладка плит по главным балкам может производиться краном Э-1258 на гусеничном ходу и железнодорожным краном СК-30.

Монтажную сварку выпусков арматуры допускается выполнять при температуре окружающего воздуха не ниже  $-20^\circ\text{C}$ .

Монолитующие стыки плит бетоном допускается при устойчивой положительной температуре воздуха не ниже  $+5^\circ\text{C}$ .

Замораживание бетона, до получения им 100% марочной прочности, не допускается.

При монолитующих плит в зимних условиях бетонные балки должны производиться с соблюдением СН и ПШ-Д. 2-62, СН и ПШ-В. 1-62<sup>3)</sup> и требований ВСН 151-68<sup>3)</sup>. Для северного исполнения.

Порядок производства работ по укладке плит дан на

чертеже инв. N 51072.

Сопрягающиеся поверхности закладных деталей гудковых упоров и горизонтальных листов верхних поясов балок перед сборкой должны быть подвергнуты пескоструйной очистке. Расчетное сопротивление высокопрочного болта по касательному рабочему контакту сопряжения принято равным 7т при нормальном уровне натяжения 20т.

Гидроизоляция на блоках плит с гудковыми упорами должна быть уложена на заводе, изготавливающем плиты или на строительной площадке.

Стыки изоляции заделываются на монтаже после окончательной укладки плит.

На блоках плит с окнами гидроизоляция укладывается на монтаже в теплое время года или в тепляках. В обоих вариантах водоотводные трубки в плитах должны быть заложены при изготовлении плит на заводе.

Изоляция балластного корыта для пролетных строений северного исполнения должна отвечать требованиям ВСН 151-68.

Профиль пути на пролетном строении должен иметь параболышеское очертание, которое обеспечивается за счет строительного подвешива главных балок и изменения высоты балластного призмы.

Под пролетные строения ставятся опорные части прокатировки Гипротрансмоста 1967 г. с типовой проект N 5831.

По пролетным строениям, при условии постановки продольных связей по верхнему поясу, может пропускаться железнодорожная нагрузка по мостовому полотну на деревянных брусьях, уложенных по верхним поясам балок.

Класс пролетного строения по нормальным напряжениям, определенным по Рыководству по определению грузоподъемности металлических пролетных строений железнодорожных мостов<sup>3)</sup> издания 1965 г. получен следующий:

по верхнему поясу - 7.8; по нижнему поясу - 15.1

Начальник Гипротрансмоста *И. Крыльцов* / И. Крыльцов /

Инженер Гипротрансмоста *В. Попов* / В. Попов /

Начальник отдела *В. Валуев* / В. Валуев /

Инженер проекта *С. Слыхова* / С. Слыхова /

### Основные данные:

- Технические условия СН 200-62; СН У П-Д. 7-62; ВСН 145-68; ВСН 92-63; ВСН 144-68; СН 365-67; ВСН 161-68;
- Расчетные нагрузки:
  - Временная вертикальная С-14
  - Постоянная на прочность: I стадия -  $P_I = 2,77 \text{ т/м}$ , II стадия -  $P_{II} = 2,28 \text{ т/м}$ .
- Материалы:
  - Марки сталей и категории качества их для основных и вспомогательных деталей пролетных степеней северного исполнения принимаются в соответствии с указанными таблиц 2 и 3 ВСН 145-68.
  - Защелки из низколегированной марганцевой сплавистой конструкционной стали марки 09Г2 по ГОСТ 5058-65 в соответствии с ВСН 145-68 § 2.6 пункт "б".
  - Монтажные соединители на высокопрочных болтах  $d=22 \text{ мм}$ . Высокопрочные болты, гайки к ним - сталь 40Х по ГОСТ 15749-61 с последующей термической обработкой в соответствии с ВСН 133-66 с изменениями и дополнениями №1 1968г.
  - Бетон плит по прочности:
    - для сборных блоков Раб - 300 кг/см<sup>2</sup>
    - для шлоб амадличивания Раб - 300 кг/см<sup>2</sup>
    - по морозостойкости Мрз 300
  - Арматура плит периодического профиля - сталь класса АII марки 10ГТ или класса АIII марки 25Г2С. Круглая - сталь класса АI марки ВМ Ст.3сп или ВК Ст.3сп - I для северного исполнения.
- В связи с тем, что от качества применения стали и бетона пролетные степеней могут изготавливаться для установки их как в обычных, так и в расчетной температурой воздуха ниже -40°С северное исполнение, так и в обычных в расчетной температурой воздуха до -40°С обычное исполнение. Марки сталей элементов пролетных степеней в северном и обычном исполнении должны быть приняты согласно спецификациям металла элементов.

### Вес металла

№ п.п.	Наименование	Материал		Всего	т/м	% от общей массы
		10ГТ Ст	МВС, Ст3сп			
1	Главные фермы	19,5	—	19,5	0,85	100
2	Связи	2,6	—	2,6	0,11	13
3	Листовая сталь опоры	2,0	1,5	3,5	0,09	10,6
Итого		24,1	23,6	47,7	1,05	103
4	Перила тротуаров	0,77	0,23	1,00	0,04	4,7
5	Стальные приспособления	0,27	0,79	1,06	0,05	5,9
Всего		25,1	24,6	49,7	1,14	112
6	Высокопрочные болты	Ст. 40Х	—	0,30	—	—
7	Опорные части	—	—	3,2	0,14	16,5
8	Узловые приспособления	2,0	—	2,0	0,09	10,6
9	Металл перекрытия шлоб	—	0,29	0,29	—	—

Цифры в числителе относятся к плитам с гибкими упорами, в знаменателе, к плитам с жесткими упорами.

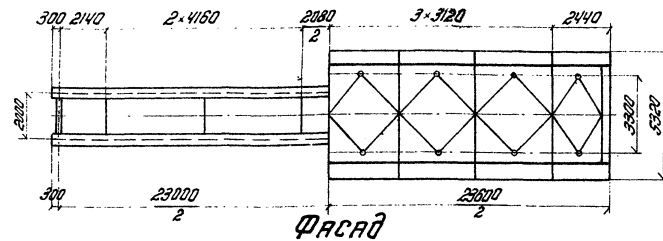
### Объем работ

№ п.п.	Наименование	Ед.изм.	Количество		
			Плиты с гибкими упорами	Плиты с жесткими упорами	
1	Бетон	Сборный	М <sup>3</sup>	24,2	23,4
		Тротуарные плиты	—	1,9	1,9
	Монолитный	—	0,9	4,2	
	Всего	М <sup>3</sup>	27,0	29,5	
	Защитный слой арматурной сетки	М <sup>3</sup>	3,9	3,9	
2	Арматура	Периодического профиля класса АII или класса АIII	кг	3907	3633
		Круглая класса АI	—	876	696
Всего		кг	4783	4729	
3	Узлы	М <sup>2</sup>	107	107	
4	Водоотводные трубки	шт/кг	16	491	

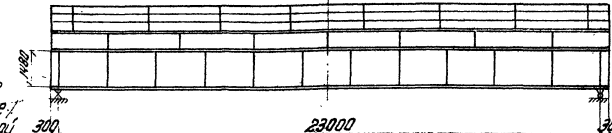
### Строительные высоты

№ п.п.	Наименование	мм
1	От верха шпала до низа конструкции в пролете	2440
2	От верха шпала до опорной площадки	2960
3	От опорной площадки до центра шарнира	390

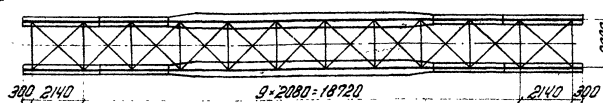
### Верхние связи



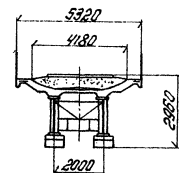
### Фасад



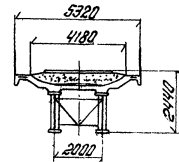
### Нижние продольные связи



### Поперечный разрез на опоре



### Поперечный разрез в пролете



### Расчетная опорная реакция

- при расчете на прочность:
- от постоянной нагрузки I стадия  $R_I = 31,5 \text{ т}$
  - от постоянной нагрузки II стадия  $R_{II} = 26,2 \text{ т}$
  - от временной вертикальной нагрузки  $R_{вп} = 168,0 \text{ т}$
  - Всего  $225,7 \text{ т}$

### Прогибы и перемещения

Прогибы и перемещения от нагрузок	Прогиб в середине		Перемещение свободного конца см.
	δ см	δ	
Постоянной	2,6	—	—
Временной временной	1,9	1/120	1,73
Изменения температуры на $t=40^{\circ}\text{C}$	—	—	0,92

### Опорные части

Опорные части приняты по типовому проекту Гипротрансмост инв.№533 тип II.

Наименование опорных частей	Кол-во анкерных болтов	Размеры опорной плиты мм		Расстояние между анкерными болт. мм		Высота опорных частей мм
		Вдоль оси моста	Поперек оси моста	Вдоль оси моста	Поперек оси моста	
Подвижные	4	670	810	500	650	520
Неподвижные	4	720	810	500	650	520

### Установка опорных частей

(t-t <sub>ср</sub> )°	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
а, мм	17	16	14	13	11	10	9	7	6	5	3	2	0	-1	-2	-4	-5

а - смещение оси нижней плиты относительно середины нижней балки суря в сторону пролета со знаком, - в сторону опоры со знаком, +

$$a = \frac{\delta_k}{2} - \alpha(t-t_{ср})\beta$$

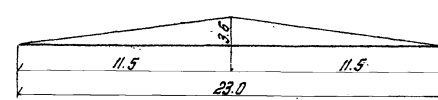
$$t_{ср} = \frac{t_{max} + t_{min}}{2}$$

$$\alpha = 0,00012$$

$t_{max}$  и  $t_{min}$  - абсолютные значения максимальной и минимальной температур воздуха местности принимаются по СН и П-Д. 6-62 или по данным метеорологической станции

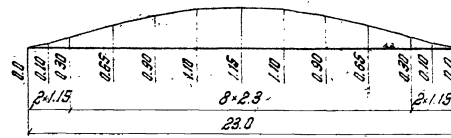
### Строительный подъем главных балок

(ординаты в см.)



### Проектная опора пути

(ординаты в см.)



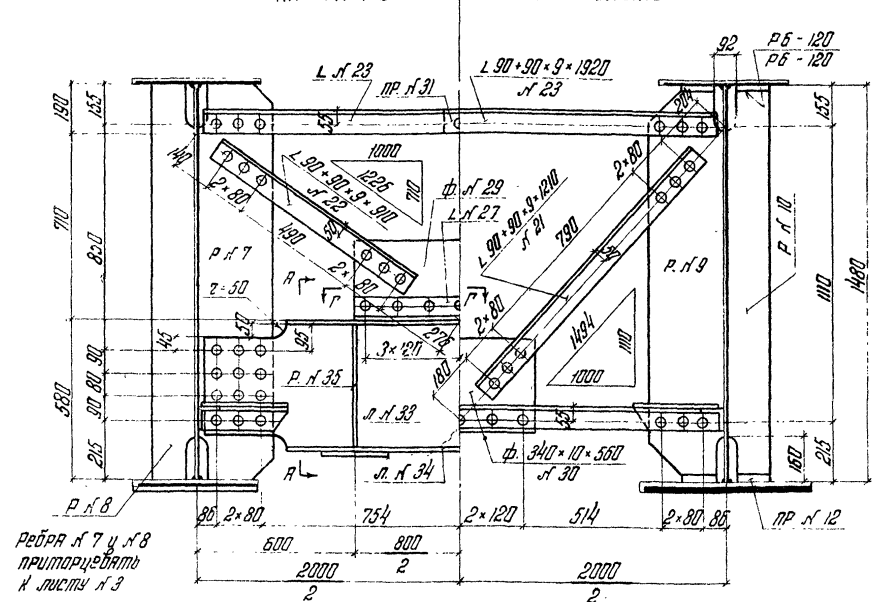
Министерство транспортного строительства СССР  
Сибирский филиал  
Гипротрансмост

Рабочие чертежи металлических желобов пролетных степеней северного исполнения на балкосте пролетных 18-66 в в северном исполнении		Паспорт пролетного строения	
Масштаб	Дата	№ пролета	№ строение
1:50	1989.11.08	739/2	5

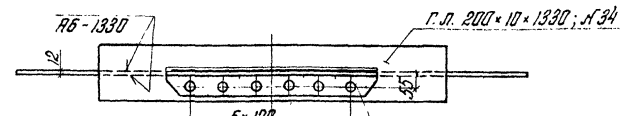


Спецификация металла на пролетное строение  
 $E_p = 23.0$  м.

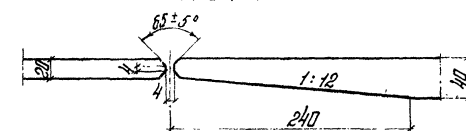
Поперечные разрезы  
 на опоре в пролете



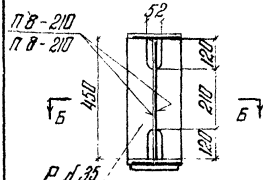
Разрез по Г-Г



Деталь стыка горизонтальных листов  
 1:4

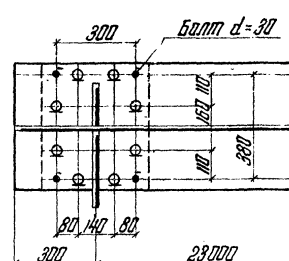


Разрез по А-А

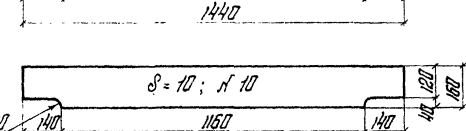
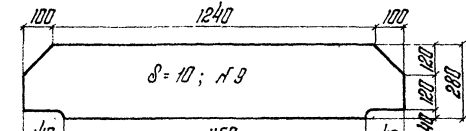
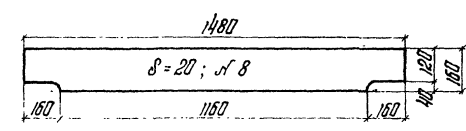
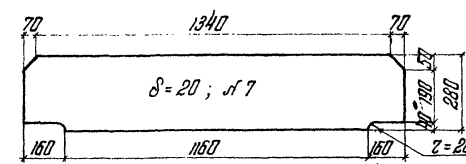


Рёбра № 35 приторцевать к нижнему листу № 34

Деталь прикрепления опорного листа № 5



Для обычного исполнения опорный лист прикрепляется по контуру



№ п/п	Наименование элементов	Материал	Размеры эл-та		Количество	Общая длина м или площадь кв. м	Вес 1 м или 1 кв. м кг	Общий вес кг	
			ширина мм	длина см					
<b>§ 1. Гладкие балки</b>									
1	нижние горизонт. листы	10Г2С14	10	650	11000	2	22.0	204.10	4490.2
2	то же		10	480	3000	4	12.0	130.72	1878.6
3	то же		20	480	3300	4	13.2		
4	верхние горизонт. листы		20	480	23500	2	47.2		
5	опорные листы		20	500	400	4	1.6		
6	вертикальные листы		12	1480	23500	2	62.0	75.36	4672.3
7	опорные ребра жесткости		20	280	1480	4	5.9	43.96	253.4
8	то же		20	160	1480	4	5.9	25.12	148.2
9	верт. ребра жесткости		10	280	1480	20	28.8	21.98	633.0
10	то же		10	160	1480	24	34.6	12.56	434.6
11	диагональные ребра		10	120	1500	4	6.0	9.42	56.6
12	продольные ребра		20	40	120	98	10.6	6.28	66.6
Итого								1075.0	
2% на сварные швы								38.3	
всего по § 1								1953.3	

<b>§ 2. Продольные и поперечные связи</b>									
20	диагональ продольные	10Г2С14	9	90*90	2470	22	54.3		
21	то же поперечные		9	90*90	1210	12	14.5		
22	то же опорные		9	90*90	910	4	3.6		
23	распорки		9	90*90	1920	20	28.4		
24	уголки фаянсов		9	90*90	260	14	11.4		
25	то же		9	90*90	290	24	7.0		
27	то же на диагональ балки		9	90*90	870	2	1.6	131.5	1674.3
28	шпильки продольных связей		10	F = 1102		44	4.85	78.50	380.7
29	то же поперечных связей		10	290	800	2	1.6	22.16	136.4
30	то же поперечных связей		10	340	560	6	3.4	26.69	97.7
31	шпильки распорок		20	90	90	2	0.2	14.13	2.8
32	то же диагональные		10	110	110	11	1.2	8.64	10.4
33	шпильки диагональных балок	12	450	1980	2	3.9	42.39	163.3	
34	горизонт. листы балки	10	200	1330	4	5.3	15.7	83.2	
35	ребра жесткости	20	95	450	8	3.6	14.92	53.9	
36	опорные листы балки	20	180	200	4	0.8	31.40	25.1	
Итого								241.3	
3% на сварочные работы								7.4	
всего по § 2								252.7	
всего на пролетное строение по § 1 и § 2								2206.0	
Высоточные болты с гайками и шайбами	40x	d = 22	70	512	—	0.582	298		

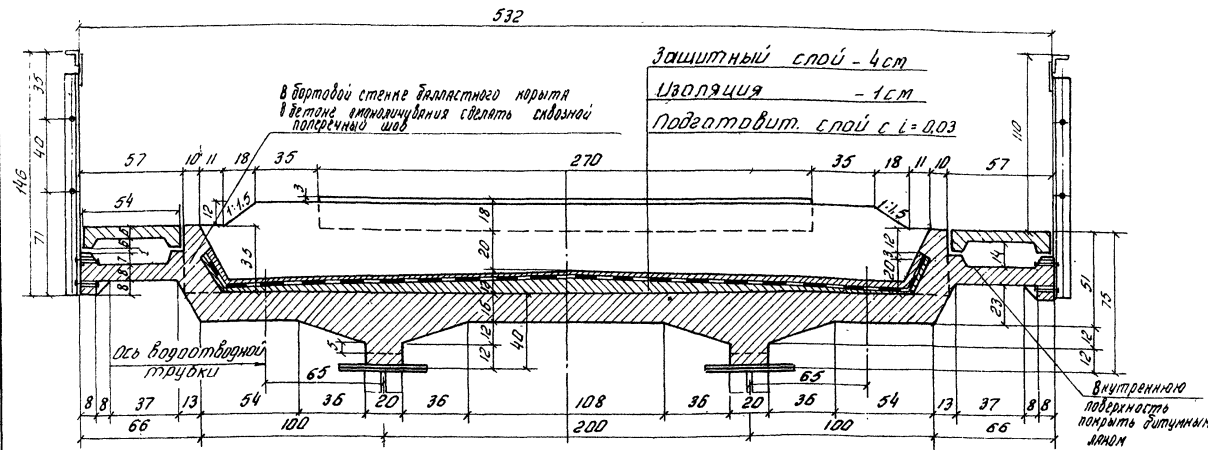
Примечания:

1. Местоположение заводских вертикальных стыков стенок балки назначаются заводом-изготовителем. При этом расстояние от ребра жесткости до стыка должно быть не менее 240 мм (ВСН 145-88).
2. Изготовление гладких балок должно производиться в соответствии с требованиями СН и П-В. 5-82.
3. Стыки вертикальной стенки в зоне температур и стыки нижних горизонтальных листов должны подвергаться механической обработке в соответствии с требованиями действующего нормативного документа.
4. Разбивка опорных и верхних горизонтальных листов для обеспечения соединения с железобетонными плитами на высоте должна быть согласована с заводом-изготовителем.
5. Стыки горизонтальных листов назначаются заводом, они должны располагаться вразбежку со стыками вертикальной стенки.

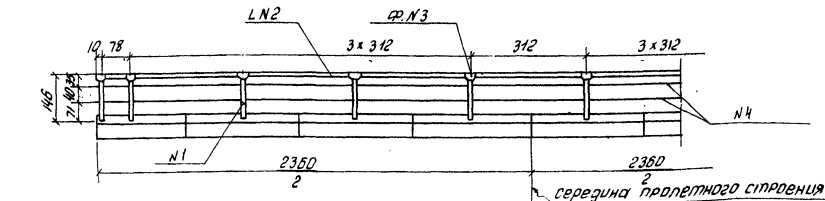
6. Заводские шпильки d=28 крепления горизонтальных и поперечных связей могут быть заменены на высоточные болты d=22 при этом эскизную конструкцию болтов и шайб разрешается производить заводом.
7. В соответствии с расписанием № 1-322 от 19/IV-89 разрешается на исключение северного исполнения при изменении углах из каталога заводской стали марки Ст. 3 мест. СП от соответствии по ГОСТ 6713-53.

Министерство транспортного строительства СССР.			
Госпроект		Гипропроект	
Рабочие чертежи металлостроения пролетных строений с высотой подкатушки пролетных стр. 2-65 м в северном исполнении	Гл. инж. Г.М. Сидоров	Инж. В.М. Сидоров	Инж. В.М. Сидоров
1989 г. № 51	15.09.89	15.09.89	15.09.89
Пролетное строение $E_p = 23.0$ м		Конструкция гладких балок	
739/2		7	

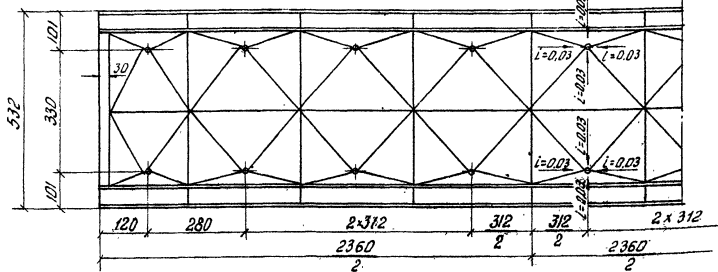
Поперечный разрез



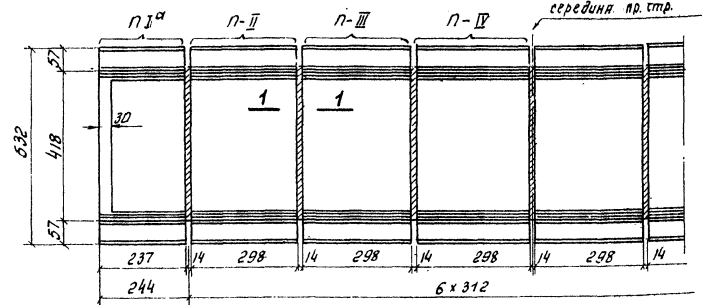
Фасад перил



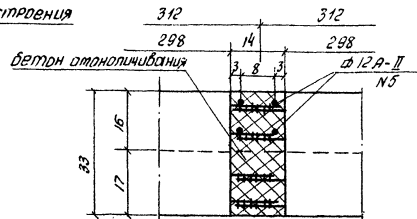
План балластного корыта по подготовке



План расположения сборных плит



Сечение 1-1 (по ребру)



Деталь сборки арматуры



Примечания:

1. Установка сборных железобетонных плит на металлическое пролетное строение производится согласно маркировке, указанной на данном чертеже. Все отверстия в закладных деталях плиты должны совпадать с отверстиями в верхнем поясе главных балок.
2. Все контактные поверхности прикреплений перед сборкой должны подвергаться пескоструйной очистке. Сборка соединений и натяжение всех высокопрочных болтов на расчетное усилие должны производиться не позднее чем через 3 суток после очистки контактных поверхностей.
3. После того, как плиты установлены и закреплены болтами, производится сварка выпусков продольных стержней внахлестку, в вертикальной плоскости, парными фланговыми швами. Сварку допускается выполнять при температуре окружающей среды близкой не ниже -20°C.
4. Для обычного исполнения для перил применяется сталь марки ВстЗ для сварных конструкций.

Таблица объемов работ на пролетное строение

№ п/п	Наименование	Измеритель	Количество		
1	Железобетон	Сборный $R_{28}=300$ кг/см <sup>2</sup>	Плит проезда	шт/м <sup>2</sup>	8/24,2
			Тротуарных плит	шт/м <sup>2</sup>	14/1,9
			Монолитный $R_{28}=300$ кг/см <sup>2</sup>	М <sup>3</sup>	0,9
			Всего	м <sup>3</sup>	27,0
2	Арматура	Периодического профиля класса А-II или А-III	кг	3907	
		Круглая класса А-I	кг	876	
		Всего	кг	4783	
3	Листовая сталь чпоров	кг	2005		
4	Металл перекрытия деформационного шва	кг	291		
5	Защитный слой - бетон $M_{20}$ - 200 армированный металлической сетками	м <sup>3</sup>	3,9		
6	Изоляция балластного корыта	м <sup>2</sup>	107		
7	Подготовка	м <sup>3</sup>	4,6		
8	Водоотводные трубки	шт	16		
9	Балласт	м <sup>3</sup>	36		

Спецификация монтажной арматуры в стыках плит на пролетное строение

№ п/п	Диаметр	Длина стержня	Кол-во шт.	Общая длина	Вес 1 шт.	Общий вес
5	φ12А-II	402	28	11256	0,89	100

Спецификация металла перил

№ п/п	Наименование	Сечение мм	Длина м	Кол-во шт.	Общая длина	Вес 1 шт.	Общий вес
1	Стойка	180×80×8	1,35	20	27,0		
2	Поручень	180×80×8	23,5	2	47,0		
						74,4	26,5
3	Фасонка	δ=10	F=294	20	5880	0,69	78,5
4	Заполнение	φ20А-I	23,5	4	94,0	2,47	233
Всего на пролетное строение							100,5

Элементы перил № п/п 1-3 из стали марки 10Г2С1Д для северной установки.

Муниципальное предприятие		Госпроект		Пролетное строение	
Дополнительные чертежи и металлические жел. рол.		Гипротрансстрой		железобетонная	
пролетных строений		Л.И.Ж.Г.М.		с сетками и упорными	
сезонной поверхностью		Л.И.Ж.Г.П.		сварочными	
пролетными 18,2-66,0 м		Л.И.Ж.Г.П.		чертеж	
в северном исполнении		Р.К.Б.И.С.С.			
сводный		Л.И.Ж.Г.П.			
№ 5		№ 5		739/2	
1/20		1/20		8	



Поперечный разрез

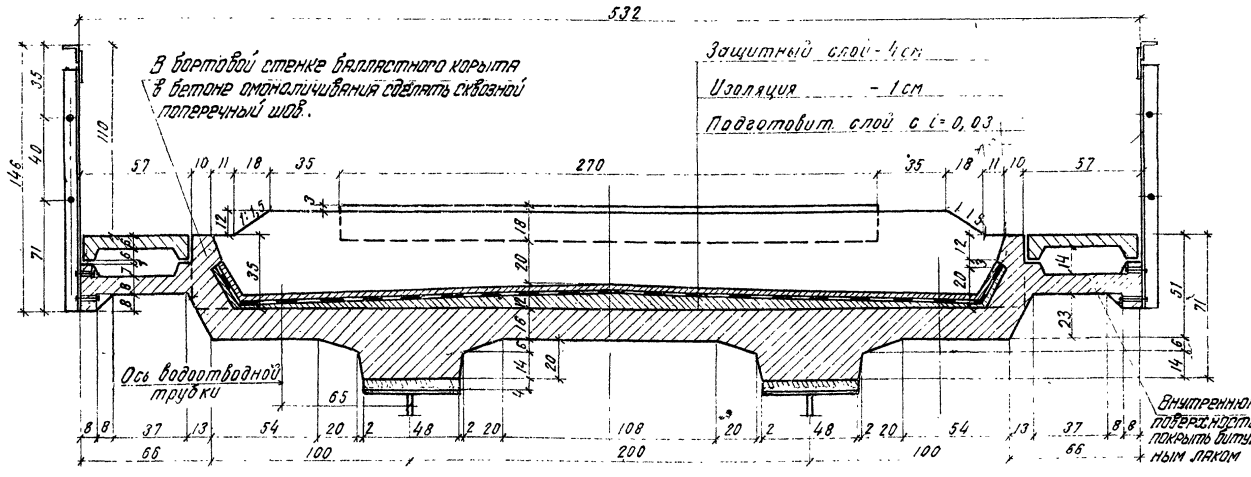
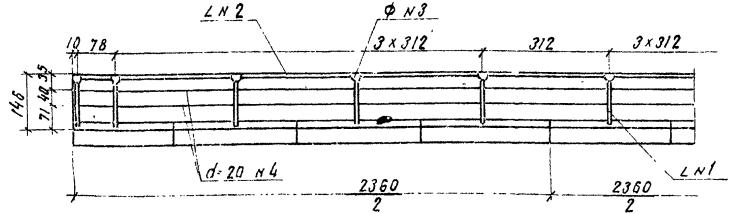


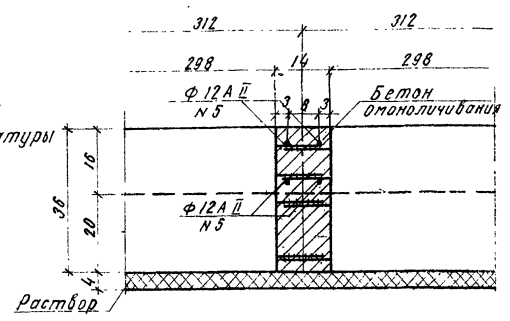
Таблица объемов работ на пролетное строение

№ п/п	Наименование	Измеритель	Количество
1	Железобетон	Сварный $R_{28} = 300 \text{ кг/см}^2$	Плиты проезда $\text{шт./м}^2$ 8/23,4
		Монолитный $R_{28} = 350 \text{ кг/см}^2$	Протурарные плиты $\text{шт./м}^2$ 14/1,9
		Всего	$\text{м}^3$ 4,2
2	Арматура	Периодического профиля класса А-II или А-III	кг 3833
		Круглая класса А-I	кг 896
		Всего	кг 4729
3	Металл перекрытия деформационного шва	кг	291
4	Защитный слой - бетон Мрз-200 армированный металлическими сетками	$\text{м}^3$	3,9
5	Изоляция балластного карыта	$\text{м}^2$	107
6	Подготовка	$\text{м}^3$	4,6
7	Водоотводные трубки	шт	16
8	Балласт	$\text{м}^3$	36

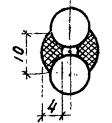
Фасад перил



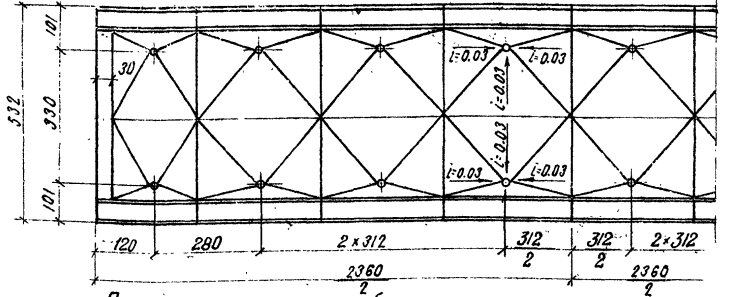
Сечение 1-1 (по ребру)



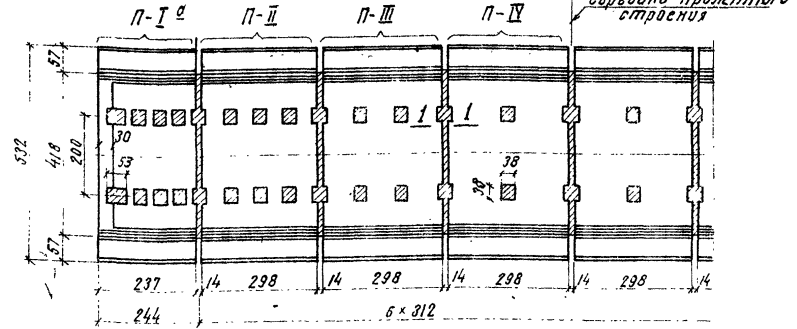
Деталь сварки арматуры



План балластного карыта по подготовке



План расположения сборных плит



Спецификация монтажной арматуры в стыках плит на пролетное строение

№ п/п	Диаметр арматуры	Длина арматуры	Кол-во	Общая длина	Вес 1 пог. м	Общий вес
	мм	см	шт	м	кг	кг
5	ф12 А II	402	28	112,6	0,89	100

Спецификация металла перил

№ п/п	Наименование	Сечение	Длина	Кол-во	Общая длина	Вес 1 пог. м	Общий вес
		мм	м	шт	м	кг	кг
1	Стойка	80x80x8	1,36	20	27,2		
2	Поручень	80x80x8	23,6	2	47,2		
						74,4	9,65
3	Фасонка	б=10	F=294	20	0,69	78,5	54
4	Заполнен	ф 20 А I	23,6	4	94,4	2,47	233
Всего на пролетное строение							1005

Элементы перил № 1-3 из стали марки 10Г2С1Д - для сварки и установки; для обдичного - из вет 3 для сварки конструкции.

Примечания:

- 1 Установка сборных железобетонных плит на металлическое пролетное строение производится согласно маркировке, указанной на данном чертеже.
- 2 Толщина раствора между верхним горизонтальным листом балки и низом плиты - 4 см. Марка раствора должна быть не ниже  $R_{28} = 400 \text{ кг/см}^2$  Мрз 300
- 3 До набора раствором 80% прочности въезд на плиту крана или других механизмов запрещается.
- 4 После стыкования арматурных выпусков, окна упоров и стыки плит омоноличиваются бетоном М-350 на мелком заполнителе
- 5 Стыкование арматурных выпусков производится сваркой стержней электродом в вертикальном положении жареными фляжковыми швами. Сварку допускается выполнять при температуре окружающей среды не ниже  $-20^\circ\text{C}$ .

Министерство транспортного строительства СССР

Рабочие чертежи

ГЛАВТРАНСПРОЕКТ

Гипротранспост

Пролетное строение

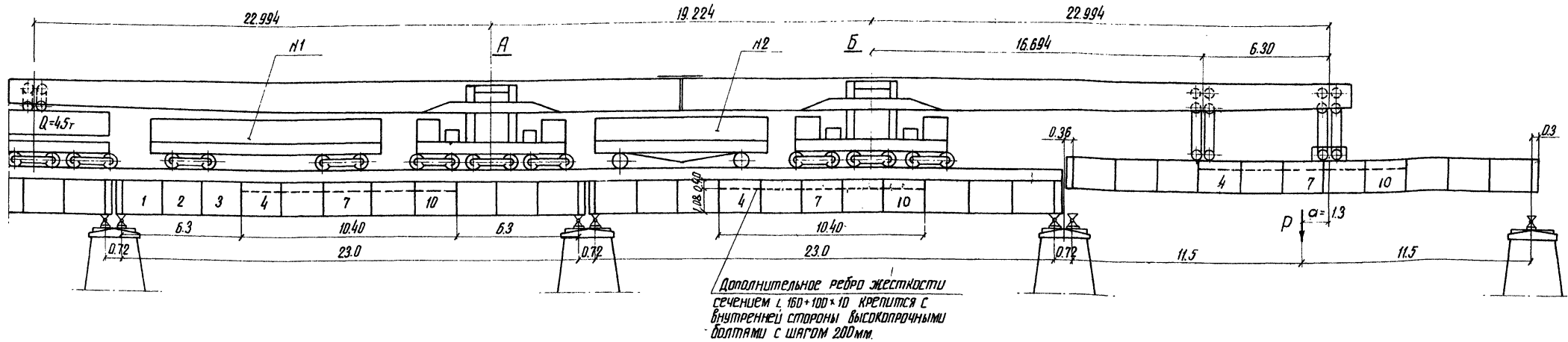
Жел. бет. плита с жесткими упорами

Сварочный чертеж

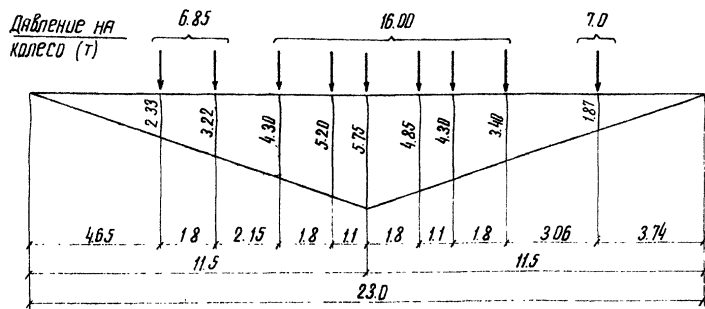
739/2 9

1969 г. м-б 1:200 Инд. № 50987

# Схема установки главных балок консольным краном ГЭК-80



## Схема грузов крана ГЭК-80



Постоянная нормативная нагрузка на балку:

- От веса металла пролетных створений - 0.5Д т/м
- От веса мостового полотна - 0.4Д т/м
- От веса строповки - 2.0 т

Вес 4-х основной платформы Н1 -  $P_1 = 45.4$  т  
 Расчетное давление на колесо:

$$\frac{45.4}{8} \times 1,1 \times 1,1 = 6.85 \text{ т}$$

Вес 2-х основной платформы Н2 -  $P_2 = 23.1$  т  
 Расчетное давление на колесо:

$$\frac{23.1}{4} \times 1,1 \times 1,1 = 7.0 \text{ т}$$

Динамический коэффициент  $(1 + \mu) = 1,1$

Коэффициент смещения пути  $K = 1,1$

## Определение давлений на колесо платформы „А“ и „Б“

Вес под-вешен-ного блока Р	Вес проти-вовеса Q	Расстояние к.т. блока от оси главного пояса платформы А	Давление на колесо платфор-мы от подве-шенного блока Р		Давление на колесо от веса крана	Суммарное дав-ление на колесо платформы		Динамический коэффициент (1+μ)	Коэффициент смещения пути К	Расчетное давление на колесо платформы К(1+μ)S	
			А	Б		А	Б			А	Б
Г	Г	М	Г	Б	Г	А	Б	—	—	Г	Б
47	45	1.3	3.83	3.82	9.4	13.23	13.22	1.1	1.1	16.0	16.0

## Проверка напряжений в балке при проходе крана с грузом

Расстояние от левого опоры М	Расчетные моменты			Мом. сопротивл.		Напряжения	
	М <sub>Р</sub>	М <sub>К</sub>	ΣМ	W <sub>в</sub>	W <sub>н</sub>	σ <sub>г</sub>	σ <sub>н</sub>
М	ТМ	ТМ	ТМ	Д <sup>3</sup> /СМ <sup>3</sup>	Д <sup>3</sup> /СМ <sup>3</sup>	КГ/СМ <sup>2</sup>	КГ/СМ <sup>2</sup>
11.5	65	496	552	0.197	0.360	2850	1560

М<sub>Р</sub> - момент от собственного веса балки и веса мостового полотна;  
 М<sub>К</sub> = (P<sub>кв</sub> + P<sub>м.н</sub>) · n · Ω<sub>м</sub> · n = 1.1  
 М<sub>К</sub> - момент от веса крана с грузом

## Проверка местной устойчивости балки (СН200-62)

№ отсека	Вид отсека	№ плиты	Расчетные усилия		Напряжения в кг/см <sup>2</sup>						Коэффициент устойчивости φ <sub>б</sub>
			M	Q	Расчетные			Критические			
					σ	ρ	τ	σ <sub>0</sub>	ρ <sub>0</sub>	τ <sub>0</sub>	
1			100	92	530	148	384	4300	729	1186	0.460
2			264	76	1390	148	317	4310	753	1200	0.586
3			392	56	1900	148	226	3230	753	1200	0.802
4	I	II	489	41	2300	148	187	12180	2670	11720	0.244
	1357				108	221	5125	715	1510	0.440	
7	I	II	562	0	2650	148	0	12180	2670	11710	0.273
	1560				108	0	5125	715	1510	0.458	

## Примечания:

- Пропуск консольного крана ГЭК-80 с грузом по по балкам с уложенной, но не монолитной плитой не допускается.
- Временное мостовое полотно по стальным балкам укладывается до установки балок в пролет.
- При пропуске консольного крана ГЭК-80 по стальным балкам с временным мостовым полотном вертикальный лист пролетного строения усиливается дополнительным горизонтальным ребром жесткости сечением L 160 × 100 × 10, установленным с внутренней стороны. Продольное ребро жесткости ставится в 4-10 отсеках на расстоянии 400 мм от верхнего пояса. Общая длина уголка на пролетное строение = 20 м.

## Проверка общей устойчивости балки (ВСН 92-63)

Критич. нагрузка железобетонной плиты	Нормативная нагрузка железобетонной плиты	Свободная длина сжатого пояса	l <sub>0</sub> берется поперек	F верхнего пояса	Гидроис. Коэф. запаса	φ <sub>б</sub>	φ <sub>б</sub>	σ = M / (I <sub>0</sub> · W)	
КГ/СМ <sup>2</sup>	КГ/СМ <sup>2</sup>	СМ	СМ <sup>4</sup>	СМ <sup>2</sup>	—	—	—	КГ/СМ <sup>2</sup>	
17500	3600	416	18400	96	30	1.14	4.27	1.008	2850

φ<sub>б</sub> принимается равным 1,0

Министерство транспортного строительства СССР				Глаб. транспорт Гипротранспрокт		Пролетное строение	
Рабочие чертежи металлоконструкций для пролетных створений с ездой по балкам на расстоянии 18.2-66.0 м в северном исполнении				Ген. инж. Г.Т.М. Инж. А.В.С. Инж. П.Т.М. Инж. В.В.В. Инж. П.В.В.		Полов. В.В.В. Слышова. Д.И.В. Корнилов. Козлова.	
1969 г. № 6 - Ш. № 152298				Выполнил Козлова		Установка главных балок в пролет.	
						739/2 10	





## Сечения и напряжения главных балок при расчете на выносливость

№ сечения	тип сечения	Состав сечения	Площадь		Статист. моменты		Моменты инерции			Выносливость бетона	Обычные фиды				Напряжения				Определение $\gamma$			Расчетный момент												
			F <sub>бр</sub>	У <sub>х</sub>	S <sub>х</sub>	У <sub>х</sub> Т	J <sub>х</sub>	F <sub>х</sub> <sup>2</sup>	J <sub>о</sub>		У <sub>ф</sub>	У <sub>фр</sub>	С <sub>фр</sub>	У <sub>с</sub>	У <sub>сб</sub>	W <sub>с</sub>	W <sub>сб</sub>	т'	σ <sub>р1</sub>	σ <sub>р2</sub>	σ <sub>р3</sub>		Σ σ	σ <sub>тп</sub> <sup>1</sup>	σ <sub>тп</sub> <sup>2</sup>	σ <sub>тп</sub> <sup>3</sup>	β	γ	γ <sub>кв</sub>					
			мм	см	10 <sup>3</sup> см <sup>3</sup>	см	10 <sup>8</sup> см <sup>4</sup>	10 <sup>8</sup> см <sup>4</sup>	см		10 <sup>3</sup> см <sup>3</sup>	кж/см <sup>2</sup>	см	10 <sup>3</sup> см <sup>3</sup>	кж/см <sup>2</sup>	кж/см <sup>2</sup>	кж/см <sup>2</sup>	—	кж/см <sup>2</sup>	кж/см <sup>2</sup>	кж/см <sup>2</sup>		кж/см <sup>2</sup>	кж/см <sup>2</sup>	кж/см <sup>2</sup>	кж/см <sup>2</sup>	кж/см <sup>2</sup>	кж/см <sup>2</sup>	кж/см <sup>2</sup>	кж/см <sup>2</sup>	тм			
3	11.5 м	В. л. 480x20	960	75.0	7.20		5.40			D M <sub>кв</sub> 117.8 M <sub>н</sub> 784.8 0.15 M <sub>р</sub> 1025 M <sub>р</sub> R <sub>кв</sub> δ-1025 0.9 115 1060 кж/см <sup>2</sup> 83.8 кж/см <sup>2</sup> < 106.0 кж/см <sup>2</sup>	По нижнему поясу																M <sub>р1</sub> - 155.0 M <sub>р2</sub> - 117.3 M <sub>р3</sub> - 667.0 M <sub>к</sub> - 784.8							
		В. л. 1480x12	177.6				3.24				54.5	93.0	0.320	0.507	1035	40.8	22.4	127.0	190.2	63.2	0.332	1.0	1.00	2700										
		Н. л. 630x40	260.0	-76.0	19.76		15.00																											
			533.6	-12.56	-23.5	23.64	2.95	20.69																										
		Армат. и бетон	228.0	105.3	24.00		25.30																											
		п-20	761.6		11.44	15.0	48.94	1.71	47.23	101.0	0.468	83.8																						
2	6.9 м	В. л. 480x20	960	75.0	7.2		5.40			D M <sub>кв</sub> 99.0 M <sub>н</sub> 660 0.15 M <sub>р</sub> 1025 M <sub>р</sub> R <sub>кв</sub> δ-1025 0.9 115 1060 кж/см <sup>2</sup> 74 кж/см <sup>2</sup> < 106 кж/см <sup>2</sup>	По нижнему поясу																M <sub>р1</sub> 130.0 M <sub>р2</sub> - 98.0 M <sub>р3</sub> 561.0 M <sub>к</sub> - 660.0							
		В. л. 1480x12	177.6				3.24				62.1	101.9	0.299	0.403	1041	43.5	23.5	133.6	200.6	67.0	0.334	1.4	0.993	2680										
		Н. л. 480x40	192.0	-76.0	14.6		11.10																											
			465.6	7.4	-15.9	19.74	1.18	18.36																										
		Армат. и бетон	228.0	105.3	24.0		25.30																											
		п-20	693.6		16.6	23.9	45.04	3.97	41.07	92.1	0.446	74.0																						
1	3.9 м	В. л. 480x20	960	75.0	7.2		5.40			P M <sub>кв</sub> 86.2 M <sub>н</sub> 442.2 0.15 M <sub>р</sub> 1025 M <sub>р</sub> R <sub>кв</sub> δ-1025 0.9 115 1060 кж/см <sup>2</sup> 56.4 кж/см <sup>2</sup> < 106.0 кж/см <sup>2</sup>	По нижнему поясу																M <sub>р1</sub> - 87.0 M <sub>р2</sub> 66.2 M <sub>р3</sub> - 376.0 M <sub>к</sub> 442.2							
		В. л. 1480x12	177.6				3.24				76.0	116.1	0.185	0.256	1055	47.0	24.5	139.1	210.6	71.5	0.340	1.6	0.920	2580										
		Н. л. 480x40	192.0	75.0	-7.2		5.40																											
			369.6	0	0	14.04	0	14.04																										
		Армат. и бетон	228.0	105.3	24.0		25.30																											
		п-20	597.6		24.0	40.1	39.34	9.63	29.71	75.9	0.392	56.4																						

Проверка напряжения по формуле для нижнего пояса  $\sigma_{н} = \frac{M_{т}}{W_{нс}} + \frac{M_{к}}{W_{нсб}} \leq \gamma R_{н}$

Определение коэффициента  $t'$  (по ВСН 92-63)  $t' = 1 + (1 - 0.75 \frac{\sigma_{фр}}{R_{р,кв}\delta}) (\frac{W_{л,стб}}{W_{л,стб}} - 1)$  при  $\sigma_{фр} < 0.8 R_{р,кв}\delta$

Определение коэффициента  $\gamma$  (СП 200-62)  $\gamma = \frac{1}{(\alpha\beta + 8) - (\alpha\beta - 8)r} \leq 1$   $\alpha = 0.65$   $\beta = 0.30$

Примечания  
1 Проверка на выносливость произведена по нижнему поясу и на уровне прикрепления нижних связей

Сечение 3  $x = 11.5$  м,  $\sigma_{фр} 83.8 \frac{кж}{см^2} < 0.8 R_{р,кв}\delta = 84.8 \frac{кж}{см^2}$

Сечение 2  $x = 6.9$  м,  $\sigma_{фр} 74 \frac{кж}{см^2} < 0.8 R_{р,кв}\delta = 84.8 \frac{кж}{см^2}$

Сечение 1  $x = 3.9$  м,  $\sigma_{фр} 56.4 \frac{кж}{см^2} < 0.8 R_{р,кв}\delta = 84.8 \frac{кж}{см^2}$

2 Коэффициенты концентрации приняты при отсутствии изменения сечения — — — β 10  
при изменении ширины листа — — — β 14  
при изменении толщины — — — β 16  
при изменении ширины и толщины листа — β 14 + 16 224  
в местах прикрепления связей — — — β 19

$$t'_{н} = 1 + (1 - 0.75 \frac{83.8}{106.0}) (\frac{0.698}{0.704} - 1) = 1.00 \text{ на уровне связей}$$

$$t'_{н} = 1 + (1 - 0.75 \frac{74}{106}) (\frac{0.547}{0.542} - 1) = 1.00$$

$$t'_{н} = 1 + (1 - 0.75 \frac{56.4}{106}) (\frac{0.337}{0.332} - 1) = 1.028$$

$$t'_{н} = 1 + (1 - 0.75 \frac{83.8}{106.0}) (\frac{0.550}{0.507} - 1) = 1.035 \text{ по нижнему поясу}$$

$$t'_{н} = 1 + (1 - 0.75 \frac{74}{106}) (\frac{0.438}{0.403} - 1) = 1.041$$

$$t'_{н} = 1 + (1 - 0.75 \frac{56.4}{106}) (\frac{0.280}{0.256} - 1) = 1.055$$

$$\gamma_{сб} = \frac{1}{(0.65 \cdot 19 + 0.30) - (0.65 \cdot 19 - 0.30) 0.287} = 0.788$$

$$\gamma_{сб} = \frac{1}{(0.65 \cdot 19 + 0.30) - (0.65 \cdot 19 - 0.30) 0.296} = 0.794$$

$$\gamma_{сб} = \frac{1}{(0.65 \cdot 19 + 0.30) - (0.65 \cdot 19 - 0.30) 0.315} = 0.805$$

$$\gamma_{н} = \frac{1}{(0.65 \cdot 10 + 0.30) - (0.65 \cdot 10 - 0.30) 0.332} > 1$$

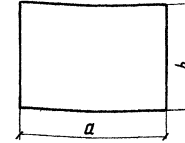
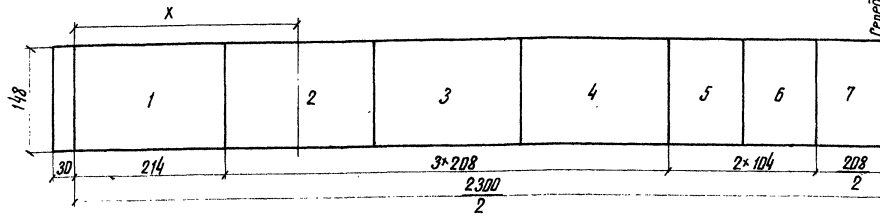
$$\gamma_{н} = \frac{1}{(0.65 \cdot 14 + 0.30) - (0.65 \cdot 14 - 0.30) 0.334} = 0.993$$

$$\gamma_{н} = \frac{1}{(0.65 \cdot 16 + 0.30) - (0.65 \cdot 16 - 0.30) 0.340} = 0.920$$

принято  $\gamma = 1$

Министерство транспорта и строительства ССР			
Рабочие чертежи		Эльтранспроект	
металлический жел. бр.		Эльпротранспроект	
проектных стропил		полюс	
с 2-ой стороны на длину		включ	
проектной 182-66 0 м		связей	
в северном исполнении		связей	
1969 г. м. в		Огнев	
Инв. № 20391		Огнев	
Исполнил		Козлова	
проектное строение			расчет главных балок на выносливость
№ 230 м			
739/2			13

# Схема расположения ребер жесткости



## УСИЛИЯ И НАПРЯЖЕНИЯ В ОТСЕКАХ

УСИЛИЯ ОТ ПОСТОЯННОЙ НАГРУЗКИ		ЗАГРУЖЕНИЕ НА $M_{max}$												ЗАГРУЖЕНИЕ НА $Q_{max}$								НАПРЯЖЕНИЯ $KГ/СМ^2$									
		УСИЛИЯ ОТ ВРЕМЕННОЙ НАГРУЗКИ						РАСЧЕТНЫЕ УСИЛИЯ						УСИЛИЯ ОТ ВРЕМЕННОЙ НАГРУЗКИ				РАСЧЕТНЫЕ УСИЛИЯ				НОРМАЛЬНЫЕ		КАСАТ. МЕСТН.							
№ ОТСЕК	X	$l-x$	$\Omega_m$	$\Omega_a$	$M_{ср}$	$M_{кр}$	$Q_{ср}$	$Q_{кр}$	$\alpha$	$\psi$	$\eta$	$M_y$	$Q_y$	$\Sigma M_{II}$	$\Sigma Q_{ср}$	$\Omega_a$	$\Omega_m$	$\alpha$	$\psi$	$\eta$	$M_y$	$Q_y$	$\Sigma M_{II}$	$\Sigma Q_{ср}$	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_{ср}$	$\sigma_{кр}$	$\sigma_{местн}$	$\rho$	
—	М.	М.	М <sup>2</sup>	М.	ТМ	ТМ	Т	Т	—	Т/М	—	ТМ	Т	ТМ	Т	М <sup>2</sup>	М	—	ТМ	—	ТМ	Т	ТМ	Т	Г/СМ	Г/СМ	Г/СМ	Г/СМ	Г/СМ	Г/СМ	
1	1.07	21.93	11.70	10.43	32.1	26.7	28.6	23.8	—	—	—	—	—	—	—	10.45	11.20	0.5	8.985	1.234	167.0	156.0	193.7	208.4	—	—	207	848	733	391	
2	3.18	19.82	31.55	8.32	87.5	72.8	22.7	18.9	—	—	—	—	—	—	—	8.55	27.20	0.5	9.225	1.241	422.0	131.0	494.8	172.6	—	—	559	2200	607	485	
3	5.26	17.74	46.70	6.24	128	106.5	17.1	14.2	—	—	—	—	—	—	—	6.82	35.80	0.5	9.520	1.247	585.0	111.0	691.5	142.3	—	—	933	1948	480	270	
4	7.34	15.66	57.50	4.16	157.5	131.0	11.4	9.5	0.5	8.865	1.231	840.0	60.8	971	81.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	8.90	14.10	62.80	2.60	172.0	143.0	7.1	5.9	0.5	8.865	1.231	915.0	38.0	1058	51.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	9.94	13.06	65.00	1.56	178.0	148.0	4.3	3.6	0.5	8.865	1.231	950.0	22.8	1098	30.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	11.50	11.50	66.1	0	181.0	150.5	0	0	0.5	8.865	1.231	965.0	0	1113.5	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Критические напряжения в  $KГ/СМ^2$  и коэффициент условий работы при расчете на местную устойчивость стенки

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_0} + \frac{\rho}{\rho_0}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)^2} \leq \pi; \quad (\pi = 0.9)$$

№ ОТСЕК	X	РАЗМЕРЫ ОТСЕКА СМ		НОРМАЛЬНОЕ					КАСАТЕЛЬНОЕ					МЕСТНОЕ					m		
		a	h	$\frac{a}{h}$	$\alpha$	$\chi$	K	$\left(\frac{1000}{h}\right)^4$	$\sigma_0$	$\beta$	$\mu$	$\mu^2$	$\chi$	$\left(\frac{1000}{\beta}\right)^4$	$\tau_0$	$\mu$	$\tau$	$\chi$		$\left(\frac{1000}{\alpha}\right)^4$	$\rho_0$
1	107	214	148	1.440	5.10	1.65	9.57	0.656	19700	1.48	1.440	2.074	1.41	0.656	1282	1.440	7.930	2.43	0.314	1148	0.672
2	318	208	148	1.405	4.94	1.65	9.57	0.656	19700	1.48	1.405	1.974	1.40	0.656	1310	1.405	7.800	2.39	0.33	1180	0.640
3	526	208	148	1.405	3.09	1.65	57.6	0.656	11850	1.48	1.405	1.974	1.40	0.656	1310	1.405	7.800	2.39	0.33	1180	0.478
4	734	208	148	1.405	2.60	1.65	42.0	0.656	8640	1.48	1.405	1.974	1.40	0.656	1310	1.405	7.800	2.39	0.33	1180	0.745
5	890	104	148	0.700	2.44	1.65	37.3	0.656	7650	104	1.420	2.016	1.41	1.334	2630	0.700	5.585	1.57	1.346	2220	0.341
6	994	104	148	0.700	2.34	1.65	34.3	0.656	7050	104	1.420	2.016	1.41	1.334	2630	0.700	5.585	1.57	1.346	2220	0.742
7	1150	208	148	1.405	2.30	1.65	33.2	0.656	5930	—	—	—	—	—	—	1.405	7.800	2.39	0.33	1180	0.545

## Основные данные:

- Постоянная нагрузка
  - $P_x = 2.74$  т/м
  - $P_y = 2.28$  т/м
  - $P_m = 4.47$  т/м (без веса балки)
- Динамический коэффициент  $(1 + \mu) = 1.34$
- Местное напряжение в вертикальной стенке:
  - а) для отсеков, в которых нагрузка расположена над вертикальным ребром и для отсеков с равномерно-распределенной нагрузкой (при жестких упорах), определяется:
 
$$P = 2K(1 + \mu) \eta + P_m \quad \lambda = 3.0, \quad \eta = 1.291, \quad (1 + \mu) = 1.545$$

$$P = \frac{(2 \times 7 \times 1.545 \times 1.291 + 4.47) \cdot 10^3}{100 \times 1.2} = 270 \text{ КГ/СМ}^2$$
  - б) для отсеков, в которых нагрузка расположена между вертикальными ребрами, определяется:
 
$$P = \frac{[2K(1 + \mu) \eta + P_m] \cdot \epsilon_{loc}}{(\epsilon_{loc} + 2 \delta_{в.г.}) \cdot \delta_{ст}}$$
 где  $\epsilon_{loc}$  - длина отлив

Расчет местной устойчивости стенки произведен по СН 200-62 (приложение 18)

Министерство транспортного строительства СССР			
Рабочие чертежи	ГЛАВТРАНСПРОЕКТ		Проектное строение
металлических ж/д опр.	ГИПРОТРАНСМОСТ		
проектная сторона	Г.И. ШИЖ. Г.Т.М. Ш.И.М.С.С.	Попов	Расчет на местную устойчивость
сезонной поберухи на площадке	И.И. ШИЖ. Л.П.Т. Ш.И.М.С.С.	Валуев	
в северном исполнении	Р.И.К. Бригады	Сильков	739/2
1969 г. м-6	Ш.И.М.С.С.	Проверено	
	Утверждено	Козлов	Козлова

## Проверка приведенных напряжений в стенке балки

$$\sigma_{пр} = \sqrt{0,8\sigma^2 + 2,4\tau^2} \leq R_0$$

№ сечения	Расстояние от опоры X	Наименование фибры стенки	Расчетная площадь	Расчетные усилия				Статические моменты					Моменты инерции		Моменты сопротивления		Напряжения		
				M <sub>г</sub>	M <sub>н</sub>	Q <sub>г</sub>	Q <sub>н</sub>	Площади			S <sub>г</sub>	S <sub>н</sub>	J <sub>с</sub>	J <sub>отб</sub>	W <sub>снт</sub>	W <sub>отб нг</sub>	σ	τ	σ пр.
								У <sub>с</sub>	У <sub>отб</sub>	У <sub>с</sub>									
М	—	см <sup>2</sup>	ТМ	Т	см			10 <sup>3</sup> см <sup>3</sup>		10 <sup>8</sup> см <sup>4</sup>		кг/см <sup>2</sup>							
0	0	—	96*74*1,2	0	0	31,5	194,2	75,0	—	—	10,48	—	1,40	—	—	0	1410	—	
1	3,9	верхняя	96*592,8	102,0	629,8	20,8	128,3	75,0	8,9	39,2	7,20	24,11	1,40	3,98	0,181	5,040	688	736	1295
		нижняя	96	—	—	—	—	—	75,0	141,1	—	7,20	13,56	1,40	3,98	0,181	0,234	2775	453
2	6,9	верхняя	96*592,8	152,0	940	12,6	77,5	90,9	21,5	51,8	8,72	32,76	1,86	5,77	0,196	2,810	1190	416	1245
		нижняя	192	—	—	—	—	—	60,1	129,5	—	11,54	24,85	1,86	5,77	0,303	0,452	2600	343
3	11,5	верхняя	96*592,8	181,0	1118	0	0	—	—	—	—	—	—	—	0,201	2,430	1890	0	—
		нижняя	260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,388	0,569	2578	0	—

\* Сжимающее напряжение в опорном сечении определено для стального сечения  
 Приведенные напряжения проверяются в сечении посередине балки и в местах изменения сечения нижнего пояса.

## Расчет балки на прочность от дополнительного сечения нагрузки

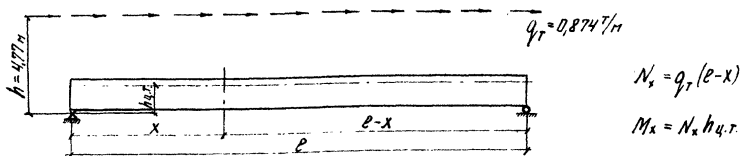
№ сечения	Расстояние от опоры X	Наименование фибры	Расчетные усилия						Моменты сопротивления		Расчетная площадь	Напряжения (кг/см <sup>2</sup> )										
			От вертикальной нагрузки		От торможения		От ветра		W <sub>с</sub>	W <sub>отб</sub>		От вертикальной нагрузки		От торможения		От ветра		От земли		От тепла		Симметричные
			M <sub>гк</sub>	M <sub>гн</sub>	0,8 M <sub>г</sub>	0,8 M <sub>т</sub>	0,8 N <sub>т</sub>	M <sub>в</sub>	S <sub>в</sub> = M <sub>в</sub> / R <sub>в</sub>	10 <sup>5</sup> см <sup>3</sup>	10 <sup>5</sup> см <sup>3</sup>	F <sub>отб</sub>	F <sub>в</sub> = F <sub>н</sub> / R <sub>в</sub> + 256 см	σ <sub>г</sub>	σ <sub>н</sub>	σ <sub>в</sub>	σ <sub>т</sub>	σ <sub>н</sub>	σ <sub>г</sub>	σ <sub>н</sub>	σ <sub>г</sub>	σ <sub>н</sub>
М	—	ТМ	ТМ	Т	ТМ	Т	10 <sup>5</sup> см <sup>3</sup>	10 <sup>5</sup> см <sup>3</sup>	см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	1-6	1+2+3+7+8		
1	3,9	верхняя	—	—	—	—	—	0,177	4,02	—	—	-575	-21	-108	-7	—	-118	-44	-728	-866		
		нижняя	102,0	84,9	435	26,3	16,7	6,4	3,2	0,177	0,28	980,6	132,0	+575	+303	+1552	+94	+17	+24	+37	+224	+2565
2	6,9	верхняя	—	—	—	—	—	0,192	2,35	—	—	-790	-50	-234	-8	—	-119	-40	+115	-1253		
		нижняя	152,0	126,5	650	20,4	14,1	9,6	4,8	0,284	0,438	1076,6	228,0	+535	+288	+1482	+47	+13	+21	+24	+144	+2386
3	11,5	верхняя	—	—	—	—	—	0,197	2,27	—	—	-920	-66	-340	-6	+9	—	-119	-38	-1341	-1483	
		нижняя	181,0	150,5	774	13,7	10,0	11,4	5,7	0,360	0,55	1144,6	296,0	+503	+274	+1406	+25	—	+19	+20	+115	+2236

\* расстояние между крайними балками  $b = 2,0$  м.

- Усилия от вертикальных нагрузок взяты из расчетного листа (инв. № 50309)
- Расчетные комбинации нагрузок, входящие в дополнительное сечение  
 I.  $1,1 S_g + 0,8 S_q + 0,8 S_T + 1,2 S_w$   
 II.  $1,1 S_g + 0,8 S_q$  + силовые факторы от усадки бетона и колебания температуры.
- Ветровая нагрузка учитывается только для нижнего пояса.  
 Погонная нагрузка:  $q_w = [0,4 h_k + 0,6 (h_{m1} + h_n)] \cdot q \cdot \mu =$   
 $= [0,4 \cdot 1,54 + 0,6 (1,1 \cdot 3,0)] \cdot 0,1 \cdot 1,2 = 0,1727$  т/м
- Погонная нагрузка от торможения:  $q_T = q_1 \cdot q \cdot 0,8 \mu_{ф} = 0,1 \cdot 8,865 \cdot 0,8 \cdot 1,231 = 0,8747$  т/м.

5. Напряжения от усадки бетона и колебания температуры определяются по формулам, приведенным в п. 7.4 ст. 62-63. Величину отрицательной деформации усадки бетона при единой лите принята  $\epsilon_y = 1 \cdot 10^{-4}$   
 Модуль упругости бетона  $E_y = 0,5 E_6$

6. Воздействующие разности температуры между сталью и бетоном:  
 при растяжении  $t = +30^\circ$  (для нижнего пояса)  
 при сжатии  $t = -15^\circ$  (для верхнего пояса)



Сечение X (м)	h чет. (м)
1	3,9
2	6,9
3	11,5

Министерство транспортного строительства СССР			
Рабочие чертежи металлоконструкций для		Гидротранспорт Гидротранспорт	
предельных створов в связи с поддержкой на шлюзовых плавильных 18,2-66,0 м в северном исполнении	Составил: [подпись]	Проверил: [подпись]	Исполнил: [подпись]
1969 М.б. Инв. № 50309	Уполномоченный: [подпись]	Копия	Копия
Проектное строение $R_0 = 23,0$ кг/см <sup>2</sup>			Проверка приведенных напряжений. Расчет на дополнительные нагрузки:
<b>739/2</b>			<b>15</b>

