

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 25.09.2026 12:31:51
Уникальный программный ключ:
3beb265d5d589e7ff4c954946f3ad99a1e70ac12

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Строительный институт

Базовая кафедра «АО Мостострой-11»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Методические указания для обучающихся
направления подготовки 08.03.01 Строительство,
направленность (профиль) Объекты транспортной инфраструктуры
очной формы обучения
по выполнению курсового проекта на тему:
**«Проект железобетонного путепровода на пересечении
транспортных магистралей»**

Составитель
И.И. Овчинников
кандидат технических наук, доцент

Тюмень
ТИУ
2022

Проектирование мостовых сооружений: методические указания по выполнению курсового проекта для обучающихся направления подготовки 08.03.01 Строительство, направленность (профиль) Объекты транспортной инфраструктуры очной формы обучения / сост. И.И. Овчинников; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: Издательский центр БИК ТИУ, 2022. – 97 с. – Текст: непосредственный.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании базовой кафедры «АО Мостострой-11» 23.06.2022 года, протокол № 11

Аннотация

Методические указания предназначены для обучающихся очной формы обучения по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, направленность (профиль) Объекты транспортной инфраструктуры.

Методические указания содержат задание для выполнения курсового проекта, требования к оформлению и критерии оценивания предоставленной курсового проекта.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Содержание курсового проекта	5
2. Методические указания по выполнению курсового проекта	14
3. Требования к оформлению курсового проекта	71
4. Критерии оценки качества выполнения курсового проекта	72
Приложение 1	73
Приложение 2	75
Приложение 3	81
Приложение 4	86
Приложение 5	87
Приложение 6	89
Приложение 7	96

ВВЕДЕНИЕ

При изучении дисциплины «Проектирование мостовых сооружений» студенты выполняют курсовой проект на тему «Проект железобетонного путепровода на пересечении транспортных магистралей».

Курсовой проект включает в себя следующие основные разделы: составление трех вариантов автодорожного путепровода с применением типовых конструкций и их технико-экономическое сравнение; расчет и конструирование элементов балочного разрезного пролетного строения, армированного каркасной арматурой; проектирование конструкций опор и устоев путепровода.

Работа над курсовым проектом начинается с общей компоновки путепровода. Разрабатываются варианты, в которых размещаются основные элементы - опоры, устои и балочные разрезные пролетные строения. При проектировании путепровода, необходимо стремиться к тому, чтобы сооружение наилучшим образом удовлетворяло потребностям движения транспортных потоков и выполнялись условия по обеспечению надежности, долговечности и безопасной эксплуатации. Для облегчения решения этих задач в методических указаниях даются основные характеристики типовых конструкций автодорожных железобетонных пролетных строений и опор, основные рекомендации по целесообразности их применения. Проектирование вариантов железобетонного путепровода носит творческий характер.

Расчеты элементов путепровода базируются на применении действующих норм и правил проектирования мостовых сооружений, которые обобщаются в данных методических указаниях.

1. Содержание курсового проекта

1. Введение.
2. Описание и анализ исходных данных.
3. Обоснование основных размеров путепровода.
4. Вариантное проектирование.
5. Расчеты пролетного строения:
 - Расчет плиты проезжей части
 - Расчет главной балки
6. Конструирование пролетного строения, опор и устоев
7. Список использованных источников

На первом этапе работы над курсовым проектом необходимо вычертить на миллиметровой бумаге профиль поверхности земли по варианту в масштабе 1:200 с указанием всех пересекаемых трасс, расстояний и отметок. На земляное полотно трасс автомобильных дорог нанести габариты для пропуска транспортных средств в соответствии с категорией автомобильной дороги. На земляное полотно трасс железных дорог нанести габариты в соответствии с характеристикой участка железной дороги (станция или перегон). Эти данные потребуются для составления первого варианта путепровода.

При проектировании железобетонного путепровода для всех студентов общими являются следующие условия:

- путепровод пересекает транспортные магистрали под прямым углом;
- путепровод расположен на прямом и горизонтальном участке;

Результаты работы представляются в виде расчетно-пояснительной записки и двух чертежей (первый – варианты путепровода, второй – армирование железобетонного пролетного строения).

1.2. Исходные данные для проектирования железобетонного путепровода

Курсовой проект разрабатывается в соответствии с исходными данными, к которым относятся:

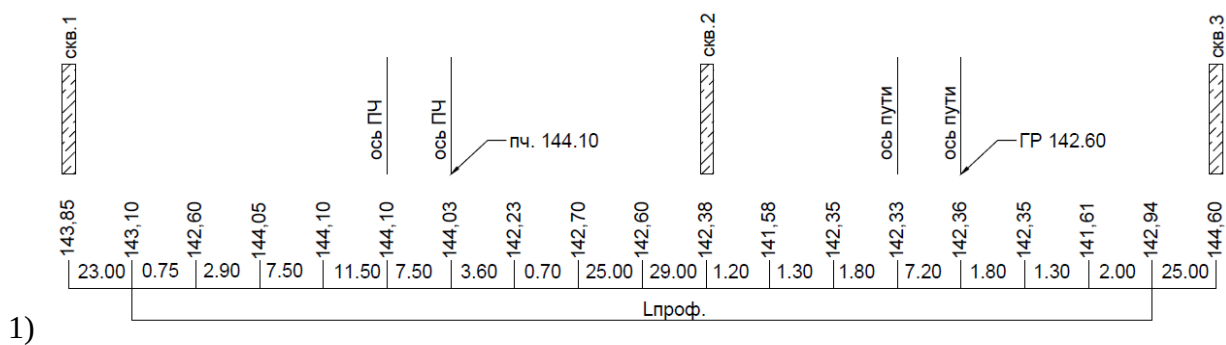
- продольный профиль поверхности земли с указанием трасс автомобильных и железных дорог, пересекаемых путепроводом;
- геологические характеристики грунтов в створе проектирования путепровода по скважинам;
- категория автомобильной дороги на путепроводе;
- габарит проезжей части, ширина тротуаров;
- характеристика участка железной дороги (станция или перегон);
- категория автомобильной дороги под путепроводом
- расчетные временные нагрузки А-14 и Н-14.

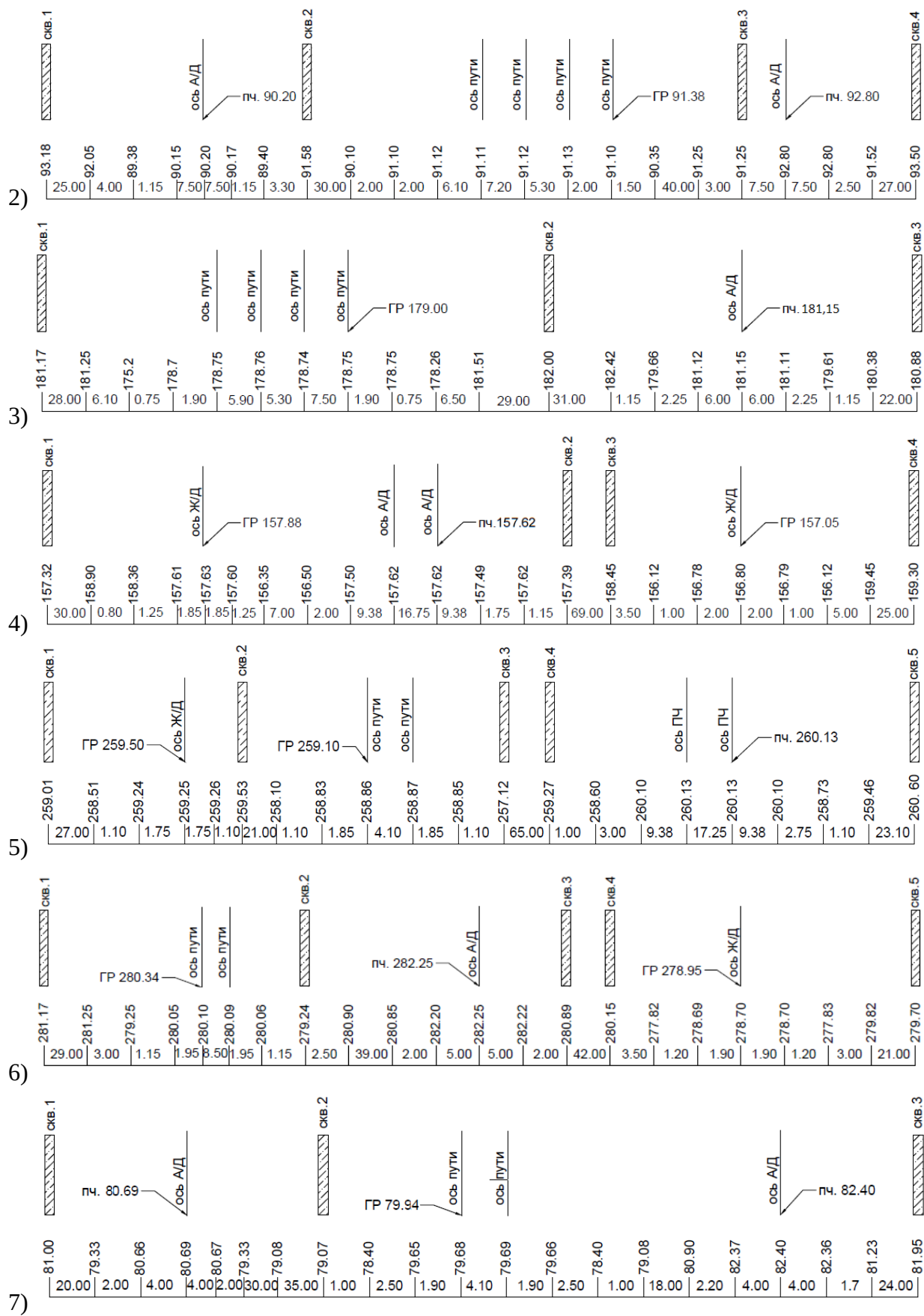
Таблица 1

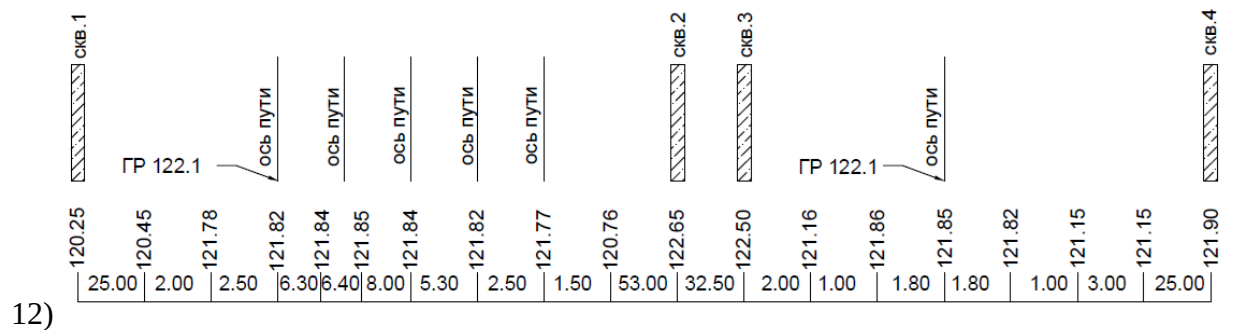
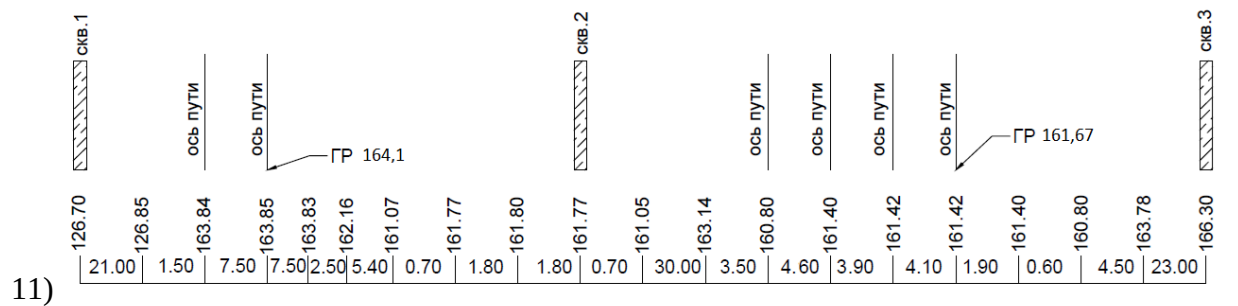
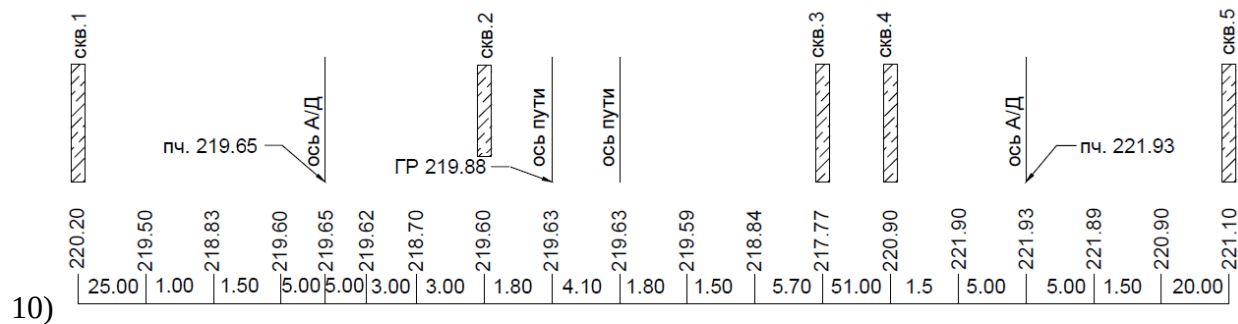
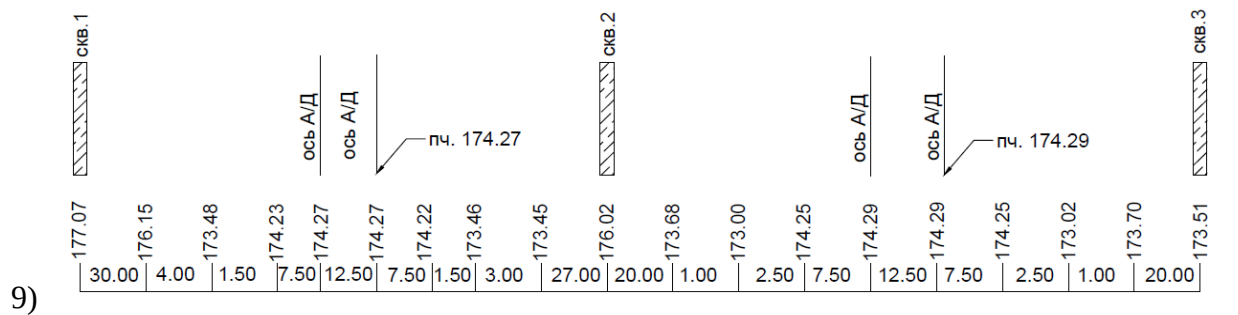
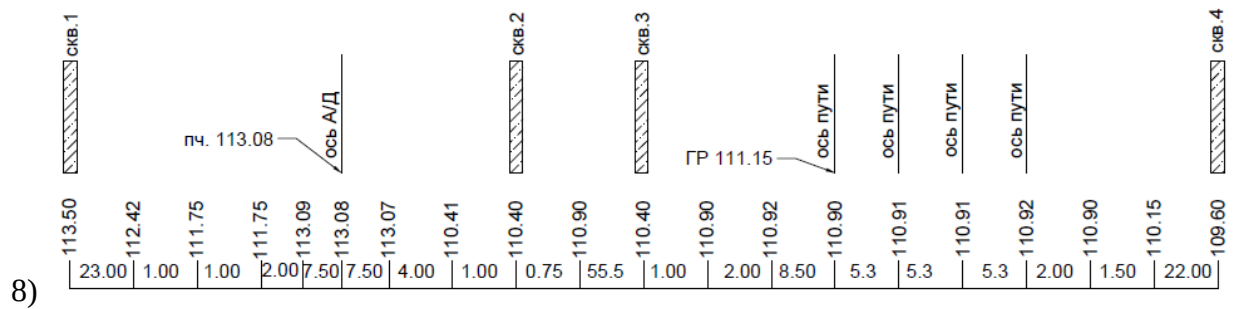
№ задания	№ профиля	Геологический разрез	Категория	Г+2Т	Пересекаемые	
					Категория	Характеристика

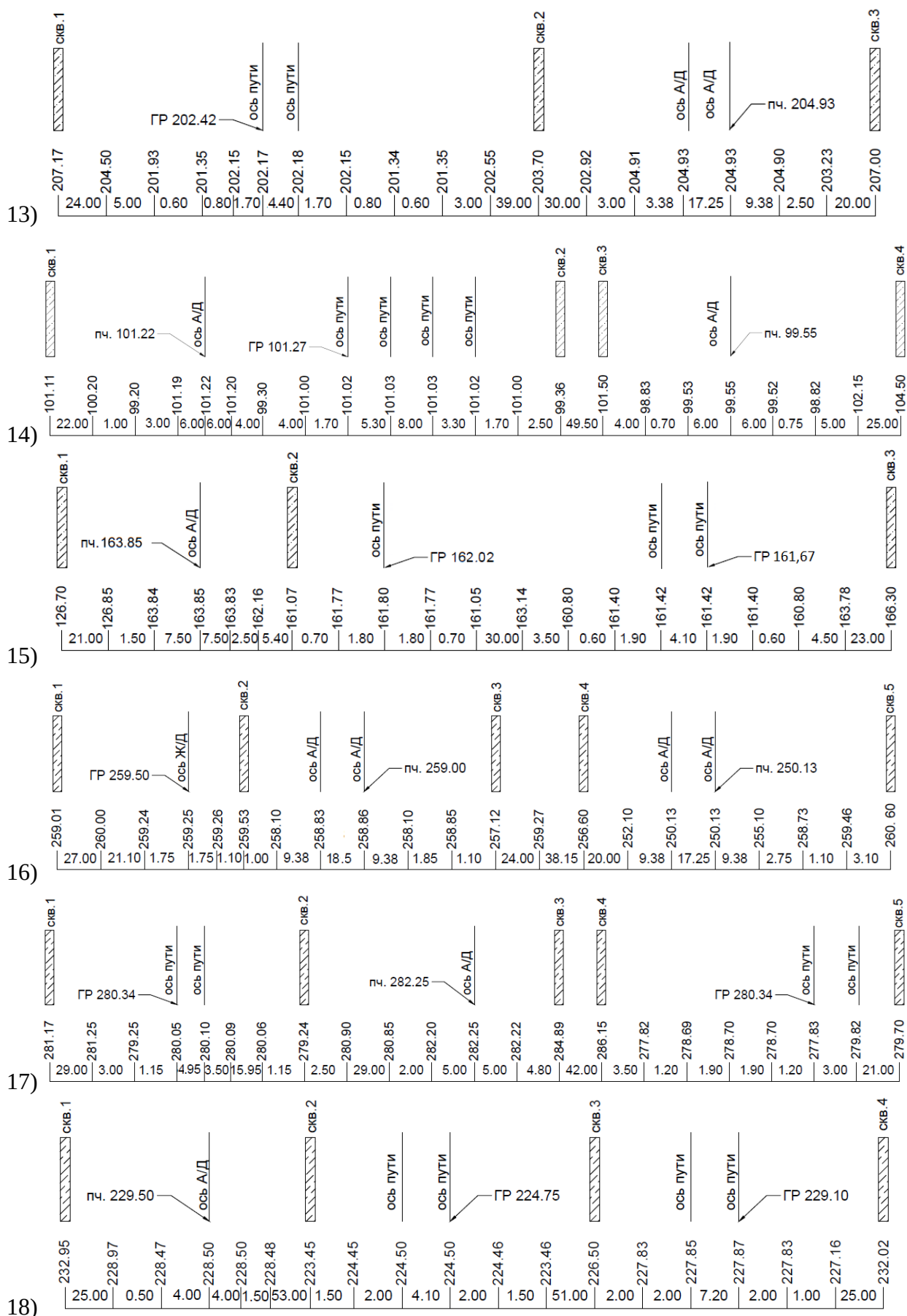
			а/д		а/д	ж/д участка
1	1	А			I(4)	пер
2	2	Г			II	стан
3	4	Б			III	стан
4	3	Д			I(6)	пер
5	5	В			I(6)	пер
6	6	Е			IV	пер
7	7	А			V	пер
8	8	Г			II	стан
9	9	Б			I(4)	пер
10	10	Е			IV	пер
11	11	Б			-	стан
12	12	Д			-	стан
13	13	Б			I(6)	пер
14	14	Г			III	стан
15	15	А			II	пер
16	16	Е			I(4)	пер
17	17	В			IV	пер
18	18	Д			V	пер
19	7	А			V	пер
20	9	В			III	пер
21	5	В			V	пер
22	8	Г			III	стан
23	4	Д			IV	пер
24	6	Е			IV	стан
25	1	А			I(4)	пер
26	3	Б			III	стан
27	10	Е			IV	пер

Продольные профили поверхности земли с указанием трасс автомобильных и железных дорог, пересекаемых путепроводом









На каждом варианте продольного профиля указаны расстояния по горизонтали и высотные отметки, по которым вычерчивается продольный профиль поверхности земли в створе проектируемого путепровода. Указаны

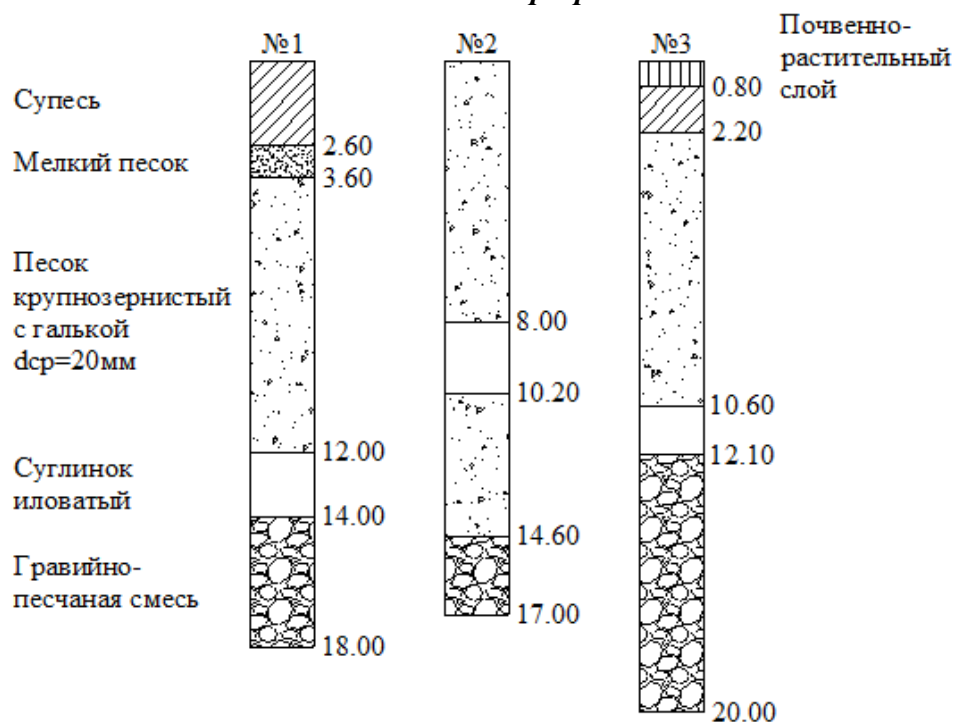
места расположения скважин для построения геологического разреза в соответствии с заданием. На вариантах указаны оси трасс: автомобильных дорог (ось а/д) или железных дорог ось(ось пути) и отметки оси проезжей части автомобильной дороги и отметки головки рельс железнодорожного пути

▽ П.Ч. – отметки оси проезжей части автомобильной дороги;

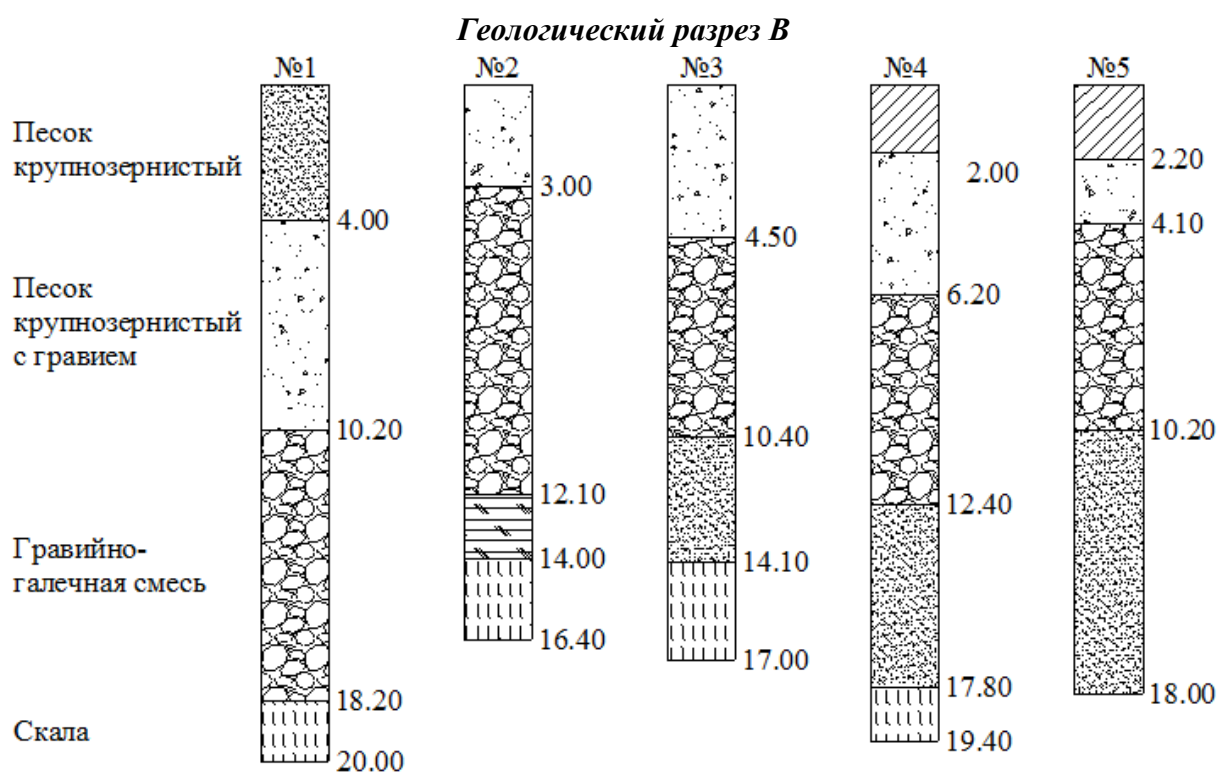
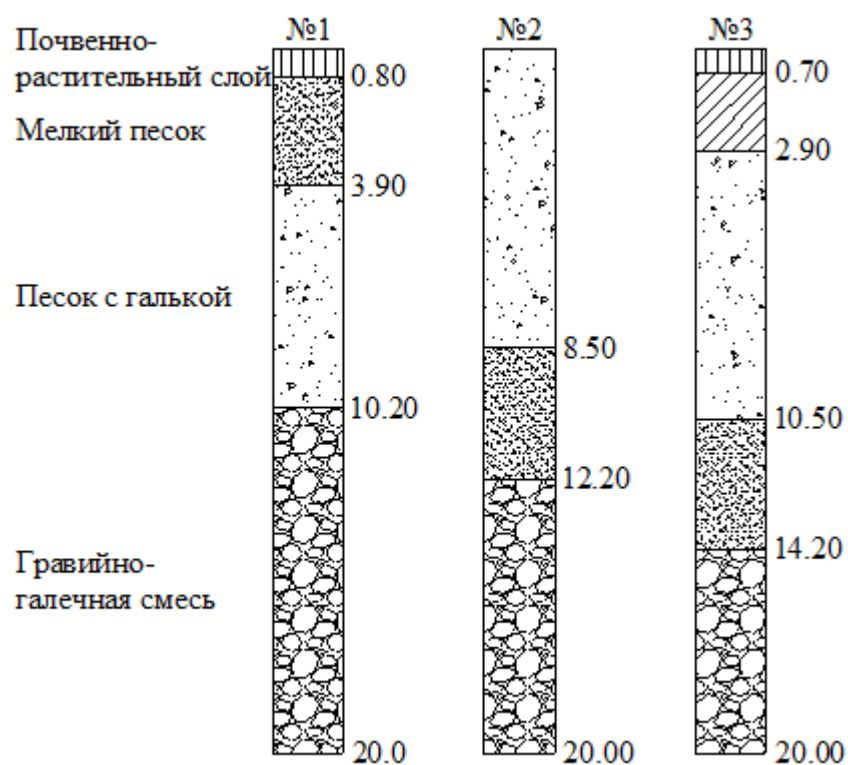
▽ Г.Р. – отметки головки рельс ж/д пути.

Геологическое строение грунтов в створе проектируемого путепровода по скважинам

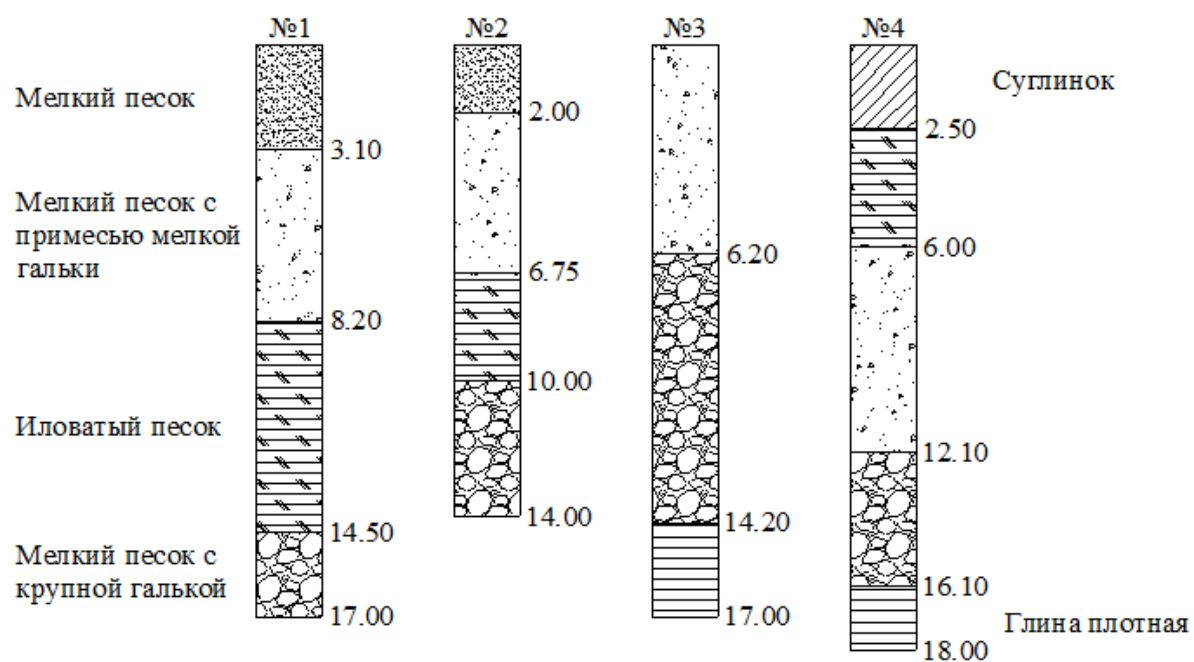
Геологический разрез А



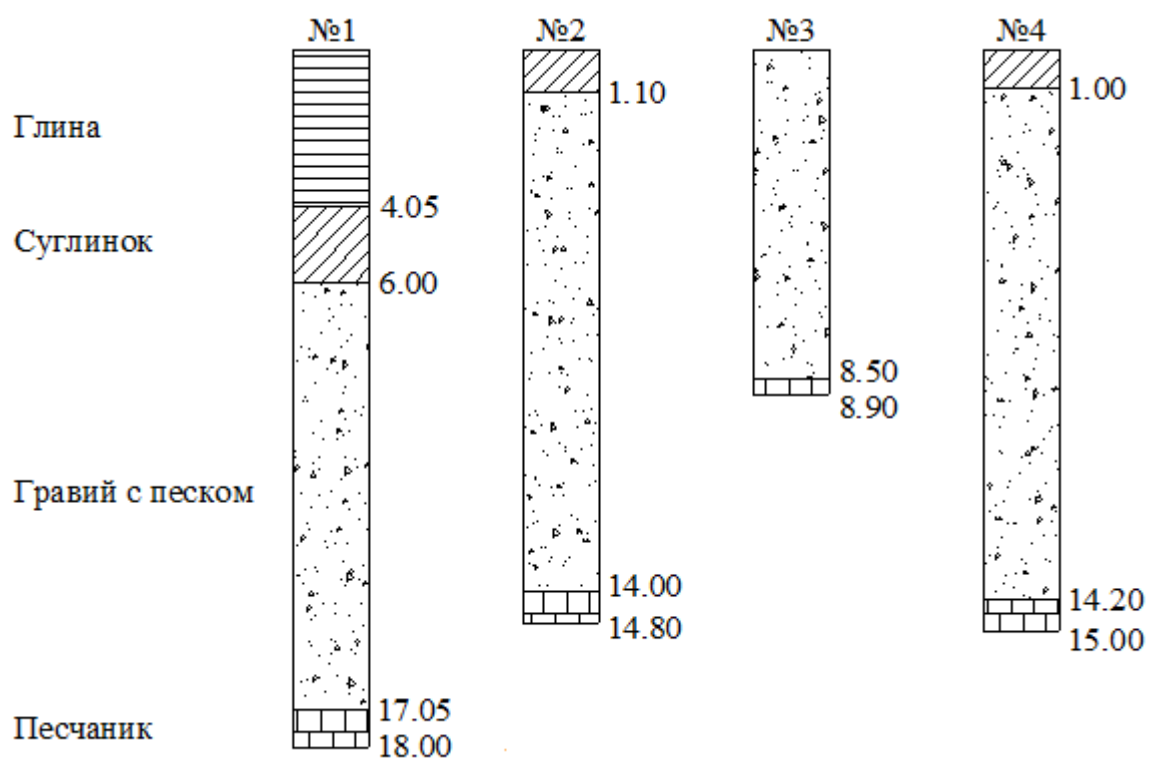
Геологический разрез Б



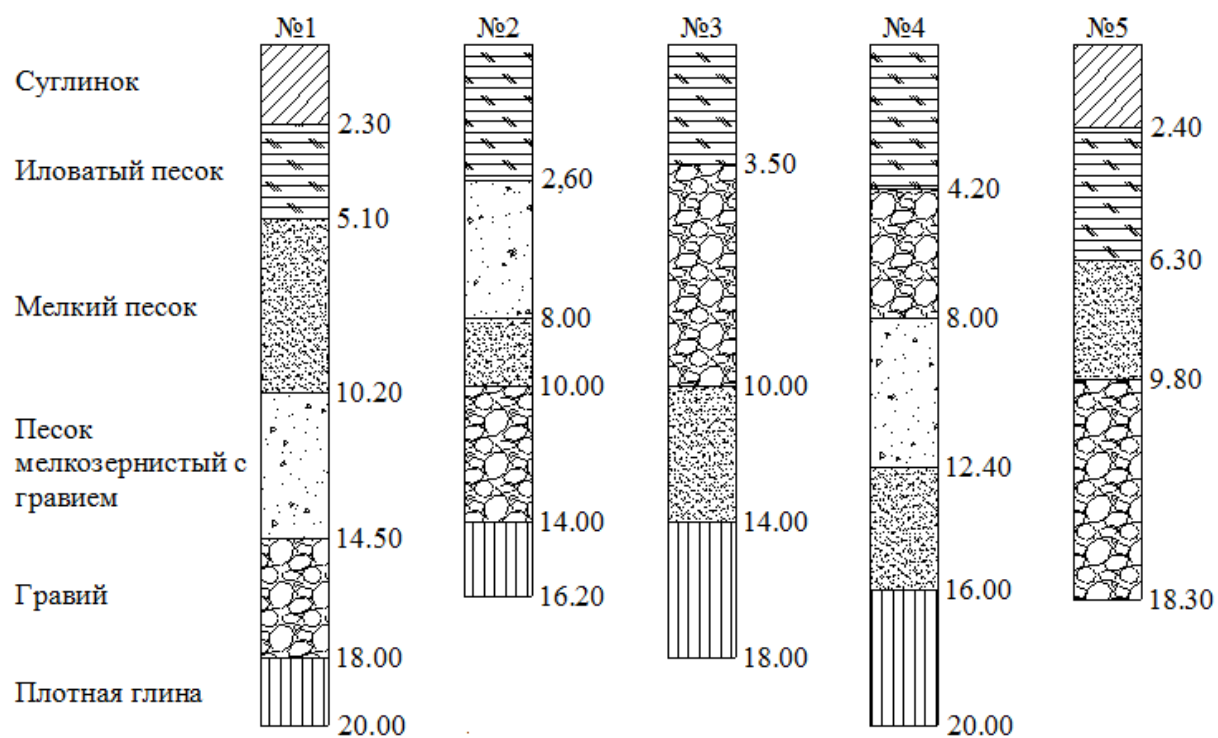
Геологический разрез Г



Геологический разрез Д



Геологический разрез E



2. Методические указания по выполнению курсового проекта

2.1. Вариантное проектирование

Вариантное проектирование выполняется в три этапа.

На первом этапе эскизно рассматривается максимально возможное количество вариантов.

На втором этапе к рассмотрению выбираются три-четыре лучших варианта, для которых подробно разрабатываются конструктивные решения: выбор несущих конструкций пролетного строения, опор, устоев, обустройства пролетных строений и подсчитывается стоимость варианта по укрупненным показателям.

На третьем этапе выполняется сравнение вариантов по пяти показателям:

- экономическому;
- техническому;
- производственному;
- эксплуатационному;
- эстетическому.

Проектирование вариантов – это наиболее творческая часть проекта, где студент должен показать умение оценить условия, поставленные заданием, и знания особенностей положительных сторон и недостатков различных систем пролетных строений и опор мостов. При вариантном проектировании решается вопрос о том, какой мост или путепровод надо строить, какие пролетные строения для данных конкретных условий по системе, материалу и величине пролетов надо принимать, назначить рациональное число главных несущих конструкций пролетных строений, какие следует принимать опоры и фундаменты и устои, обустройство пролетного строения и т.д. – все эти вопросы решаются на стадии вариантного проектирования.

В соответствии с заданием необходимо для детального сравнения разработать не менее трех вариантов путепровода. Разработку вариантов рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- на миллиметровой бумаге, где показан профиль поверхности земли по варианту в масштабе 1:200 с указанием всех пересекаемых трасс, расстояний и отметок, разработать первый вариант путепровода, где отражается схема пролетных строений, конструкций опор и устоев.
- второй и третий вариант путепровода выполнить в электронном виде с помощью графических редакторов, используя исходные данные первого варианта.
- для трех вариантов путепровода в соответствии со схемой пролетного строения и величины пролета разработать поперечные сечения пролетных строений.

При проектировании путепроводов преимущественно используется балочные системы пролетных строений разрезные и неразрезные. Широко применяются сборные конструкции, которые являются наиболее рациональными при постройке путепровода над эксплуатируемыми железнодорожными или автомобильными магистралями без перерыва движения по ним. Постройка в этих условиях монолитных конструкций неминуемо создает помехи движения транспорта и, кроме того, требует повышение отметок низа пролетного строения на величину строительной высоты подмостей, на которых бетонируется пролетное строение.

Опоры в путепроводах находятся в благоприятных условиях работы, так как не испытывают воздействия воды, ударов льда, находятся на сухих местах и могут быть облегченной конструкции. В путепроводах рекомендуется применять свайные, свайно-стоечные опоры, одностолбчатые опоры из оболочек, объединенную по верху ригелем и т.д.

Проектирование пролетных строений. Главным фактором при выборе типа пролетного строения является пролет. В зависимости от его величины можно выбрать статическую схему пролетного строения и характер армирования. По статической схеме в курсовом проекте следует использовать балочные разрезные пролетные строения с каркасной и напрягаемой арматурой. В вариантном проектировании можно рассмотреть балочно-неразрезную конструкцию пролетного строения.

При сравнении вариантов по пяти показателям необходимо охарактеризовать варианты по каждому показателю.

Экономический показатель предусматривает сравнение вариантов по стоимости, которая определяется по объемам материалов по укрупненным показателям (строительные и эксплуатационные затраты в данном курсовом проекте не учитываются)

Технический показатель оценивает варианты с точки зрения решения технических вопросов, таких как – обеспечение прочности и устойчивости сооружения в целом и отдельных его частей; ясность расчетной схемы, анализ влияния осадки опор, температуры, усадки и ползучести бетона и других факторов.

Производственный показатель анализирует варианты с точки зрения производства работ (возведение опор, монтаж пролетных строений, необходимые механизмы, вспомогательные приспособления и устройства).

Эксплуатационный показатель анализирует достоинства и недостатки каждого варианта с точки зрения их эксплуатации.

Эстетический показатель оценивает эстетические качества каждого варианта путепровода, которые при определенных условиях могут быть первостепенными при выборе варианта, например, в городских условиях.

Варианты путепровода должны отличаться между собой величинами пролетных строений, конструкцией пролетных строений, конструкциями опор и фундаментов. При составлении вариантов путепровода рекомендуется отдавать предпочтение современным типовым конструкциям, а также

учитывать прогрессивные технологии и индустриальные методы строительства.

При проектировании конструктивных элементов железобетонного путепровода следует выполнять требования по обеспечению надежности и долговечности, безопасности пропуска поездов, а также возможность широкой индустриализации строительства на базе современных средств комплексной механизации и автоматизации строительного производства, применения сборных конструкций, прогрессивных материалов, отвечающих техническим условиям.

Конструкции и основные размеры пролетных строений и опор железнодорожных путепроводов, как правило, назначаются с учетом типовых решений, соблюдением принципов модульности и унификации в строительстве, а также возможности использования при монтаже и перевозке общестроительных и специализированных кранов и транспортных средств серийного производства.

Конструкции должны удовлетворять требованиям соблюдения габаритов на автомобильных дорогах.

2.2. Расчет пролетного строения.

2.2.1 Общие положения

Расчёт мостовых конструкций выполняется по методу предельных состояний.

Предельным считают такое состояние конструкции, при наступлении которого она перестаёт удовлетворять эксплуатационным требованиям. Нормальной считается эксплуатация мостов, при которой осуществляется бесперебойное движение временной нагрузки без ограничения её проектных значений и скоростей и при этом не требуется каких-либо повышенных эксплуатационных расходов.

Расчёт по методу предельных состояний должен исключать наступление предельных состояний в процессе строительства или эксплуатации конструкции. Это обеспечивается системой коэффициентов к нагрузкам (коэффициенты надёжности по нагрузке), механическим характеристикам материалов (коэффициенты надёжности по материалу), учитывающих возможные отступления значений нагрузок или характеристик материалов от их нормативных значений. В необходимых случаях в расчётах предусматривают коэффициенты условий работы, оценивающие неточность и условность принятых способов расчёта, особенности эксплуатации сооружения.

Предельные состояния разделяют на две группы. К первой относят такие предельные состояния, при наступлении которых конструкция становится непригодной для эксплуатации, наступление предельного состояния второй группы не требует прекращения эксплуатации сооружения.

В соответствии с нормами проектирования мостов и труб железобетонные мостовые конструкции рассчитывают по первой группе предельных состояний по прочности, устойчивости и на выносливость, а по второй группе - по трещиностойкости и ограничению перемещений.

Мостовые конструкции обычно рассчитывают в такой последовательности. С учётом практики проектирования и строительства сооружений задаются размерами их элементов, в соответствии с выбранной расчётной схемой определяют внутренние усилия в сечениях от внешних нагрузок и сопоставляют расчётные усилия с предельными усилиями, которые могут выдержать рассматриваемые сечения.

Расчёты на прочность выполняют на действие максимально возможных нагрузок.

Нагрузки, принимаемые при расчёте мостов, подразделяют на постоянные, временные и прочие.

Постоянная нагрузка складывается из собственного веса расчётного элемента и веса других конструкций, которые оказывают на него действие.

Нормативную вертикальную нагрузку от собственного веса следует определять по проектным объёмам элементов и частей конструкции.

Для балочных пролётных строений нагрузку от собственного веса допускается принимать равномерно распределённой по длине пролёта.

Временные нагрузки - это нагрузки от подвижного состава и пешеходов.

- число полос нагрузки, размещаемой на мосту, не должно превышать установленного числа полос движения;
- расстояние между осями смежных полос нагрузки должно быть не менее 3 м.
- Вертикальную нагрузку на тротуары принимают в виде пешеходной нагрузки

Загружение моста указанными нагрузками должно создавать в рассчитываемых элементах наибольшие усилия.

2.2.2 Коэффициенты, учитываемые в расчётах

Расчётную нагрузку q^p определяют умножением нормативной нагрузки q^n на **коэффициент надёжности** γ_f по нагрузке, учитывающий возможные отклонения нагрузки в неблагоприятную сторону во время строительства или эксплуатации:

$$q^p = q^n \gamma_f$$

Движущаяся автомобильная нагрузка может вызывать дополнительное воздействие на сооружение в виде толчков, ударов, перегрузок. Динамический характер приложения временной подвижной вертикальной нагрузки учитывается введением динамического коэффициента $(1 + \mu)$.

2.3 Расчет и конструирование плиты проезжей части

2.3.1. Общие положения расчёта плиты проезжей части

Плиту шириной 1 м в направлении, перпендикулярном расчётному пролёту, рассчитывают на постоянную нагрузку от её собственного веса, веса расположенных на ней слоёв покрытия и наибольшего давления от временной подвижной нагрузки.

По полученным максимальным значениям изгибающих моментов производят армирование плиты проезжей части в соответствии с конструктивными требованиями.

Плита представляет собой многопролётную неразрезную конструкцию на упруго проседающих опорах.

Однако в инженерной практике расчёт ведут обычно по схеме однопролётной плиты, упруго защемлённой по двум сторонам в непроседающих главных балках (рис. 1,а).

При этом сначала находят наибольшие изгибающие моменты в середине пролёта свободно опертой плиты (рис. 1,б).

По ним с помощью поправочных коэффициентов, учитывающих влияние защемления плиты (в середине пролёта плиты поправочный коэффициент $k = 0,5$, а в опорном сечении $k = -0,8$), определяют изгибающие моменты в середине пролёта плиты и на опоре.

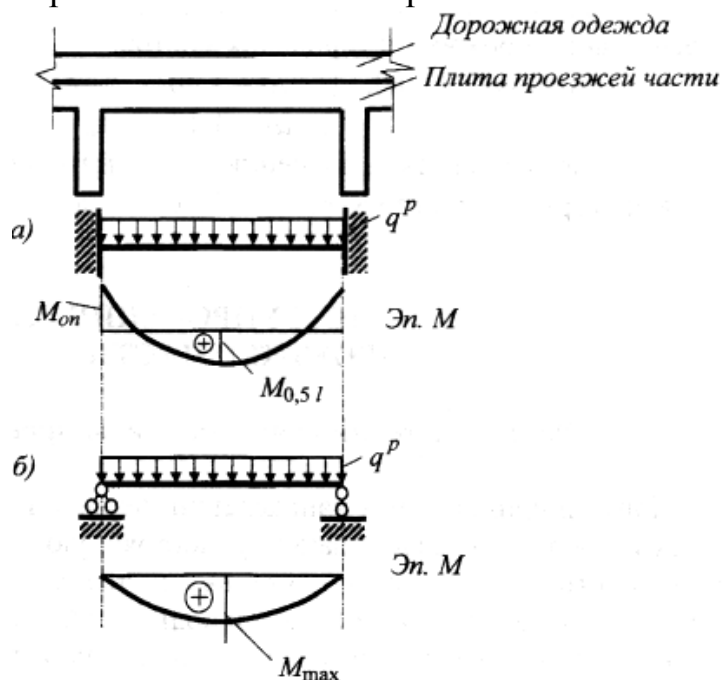


Рис. 1. Схемы для расчёта плиты проезжей части:
а — фактическая; б - расчётная

Максимальные изгибающие моменты в плите определяются; в середине пролёта $M_{0,5l} = 0,5M_{max}$; в опорном сечении $M_{оп} = -0,8M_{max}$.

Плиту необходимо проверять на моменты обоих знаков. Максимальное значение поперечной силы в плите вычисляется как в простой разрезной балке.

2.3.2. Определение усилий в плите проезжей части от постоянной нагрузки

Постоянная нагрузка, действующая на плиту проезжей части, складывается из веса слоёв дорожной одежды и её собственного веса и собирается с 1 м^2 плиты. Конструкция дорожной одежды принимается по рисунку 2.

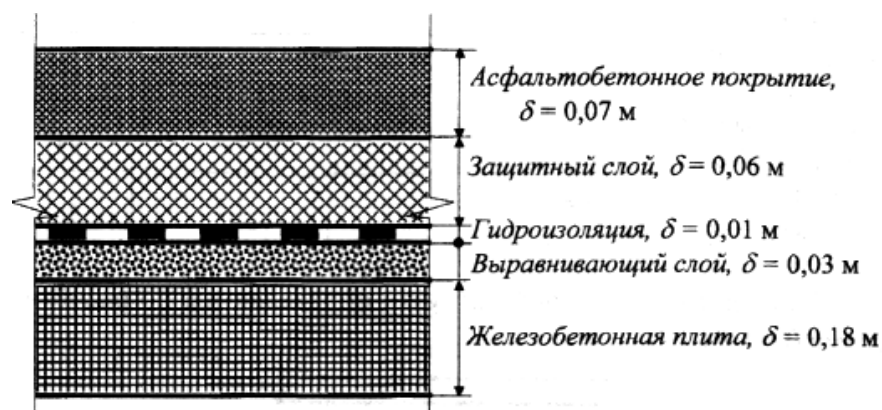


Рис. 2. Конструкция дорожной одежды

Нормативная и расчётная нагрузки для i -го слоя определяются:

$$q_i^H = 1 \cdot 1 \cdot \delta_i \gamma_i;$$

$$q_i^P = q_i^H \gamma_f;$$

где q_i^H – нормативная нагрузка; q_i^P – расчетная нагрузка; δ_i – толщина i -го слоя; γ_i – объемный вес i -го слоя.

Расчётная нагрузка от веса слоёв дорожной одежды и плиты проезжей части определяется:

$$q^P = q_1^P + q_2^P + q_3^P + q_4^P + q_5^P$$

Нагрузка считается равномерно распределённой по поверхности плиты.

Вычисления удобно проводить в табличной форме

Таблица 1

Вид нагрузки	Объемный вес $\gamma_{об.в}$, кН/м ³	Нормативная нагрузка q^H , кН/м ²	Коэффициент надежности и γ_f	Расчетная нагрузка q^P , кН/м ²
А.б. покрытие, $\delta_1=7$ см	23		1,5	q_1^P
Защитный слой, $\delta_2=6$ см	25		1,3	q_2^P
Гидроизоляция, $\delta_3=1$ см	15		1,3	q_3^P
Выравнивающий слой, $\delta_4=3$ см	21		1,3	q_4^P
Ж.Б. плита, $\delta_5=15$ см	25		1,1	q_5^P
		$\sum q_i^H$		$\sum q_i^P$

Усилия от постоянной нагрузки определяется по расчетной схеме (рис.3).

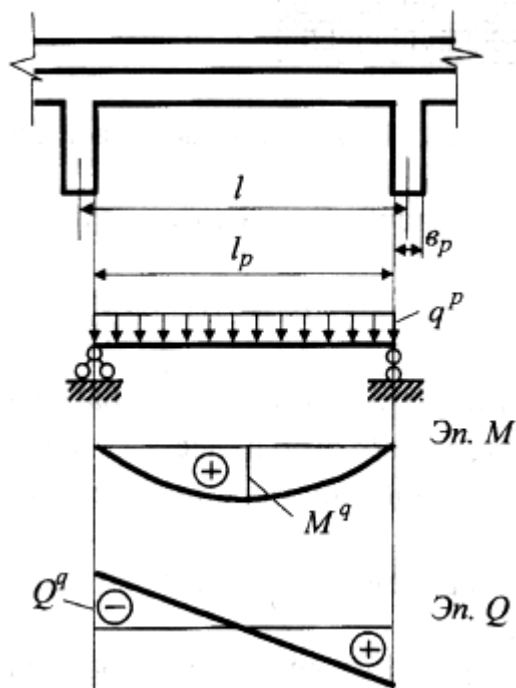


Рис. 3. Схема для определения максимальных усилий в плите проезжей части от постоянной нагрузки

Расчётный максимальный изгибающий момент в середине пролёта плиты M^q и расчётная максимальная перерезывающая сила Q^q в опорном сечении от постоянной нагрузки равны:

$$M^q = \frac{q^p \cdot l_p^2}{8}$$

$$Q^q = \frac{q^p \cdot l_p}{2}$$

где l_p - расчётный пролёт плиты, $l_p = l - b_p$; l - расстояние между осями балок; b_p - ширина ребра балки.

2.3.3 Определение усилий в плите проезжей части от временной нагрузки

Плиты проезжей части рассчитывают на временные нагрузки от автотранспортных средств в виде полос А14 и от тяжёлой одиночной колёсной нагрузки НК-100.

Внутренние усилия от этих нагрузок определяют отдельно с последующим учётом большего из них.

• **В пролёте плиты размещается одна колея и одно колесо нагрузки А14**

а) Для определения **максимального изгибающего момента М** нагрузку устанавливают таким образом, чтобы ось одного ряда колёс совпадала с серединой пролёта плиты проезжей части (рис.4).

Нагрузка Р от колеса, действующая на поверхность, распределяется в пределах толщины одежды проезжей части под углом 45° .

На уровне поверхности железобетонной плиты оно действует на площадку со сторонами:

вдоль движения: $a_1 = a + 2H$;

поперёк движения: $b_1 = b + 2H$,

где H- толщина слоёв дорожной одежды, м.

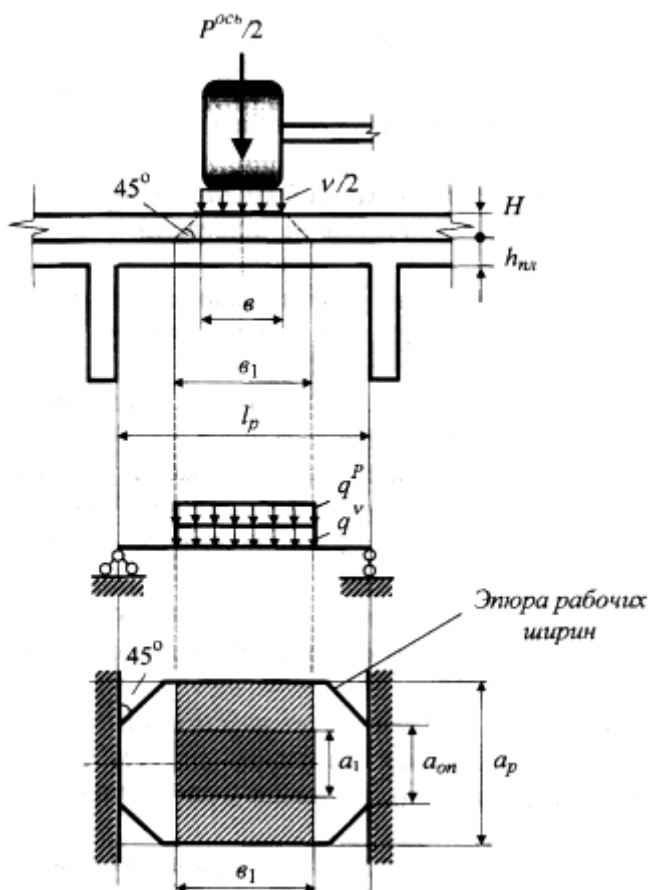


Рис. 4. Схема загрузки плиты одной колеей нагрузки А14 для определения максимального изгибающего момента

Для расчёта плиты выделяют полосу шириной 1 м.

Интенсивность нагрузки тогда будет:

$$q_p =$$

$$q^v = \frac{v}{2 \cdot \epsilon_1},$$
$$M^p = (1 + \mu) \cdot (\gamma_{f,v} \cdot q^v + \gamma_{f,p} \cdot q^p) \cdot \mathfrak{e}_1 \cdot \frac{l_p - 0.5 \cdot \mathfrak{e}_1}{4},$$

Суммарный момент от постоянной и временной нагрузок

$$\mathbf{M} = \mathbf{M}^q + \mathbf{M}^p.$$

Technical diagram of a mechanical assembly, likely a vertical column or support structure, showing dimensions and forces.

Dimensions and Parameters:

- $P^{ocb}/2$: Force applied to the top of the column.
- $v/2$: Horizontal distance from the center of the column to the edge of the top flange.
- H : Total height of the column.
- h_{mv} : Height of the middle section of the column.
- σ : Width of the top flange.
- σ_1 : Width of the middle section of the column.
- l_p : Length of the middle section of the column.
- q^p : Uniformly distributed load on the middle section of the column.
- q^v : Uniformly distributed load on the middle section of the column.
- a_1 : Width of the base of the column.
- a_{on} : Width of the base of the column.
- a_p : Width of the base of the column.
- σ_1 : Width of the base of the column.
- y_1 : Distance from the center of the column to the edge of the base.
- l : Length of the base of the column.

Other Labels:

- 45° : Angle of the base of the column.
- $л.в. Q$: Label at the bottom right of the diagram.

Максимальная поперечная сила у опоры

$$Q^p = (1 + \mu) \cdot (\gamma_{f,v} \cdot \frac{v}{2} \cdot y_1 + \gamma_{f,p} \cdot \frac{P^{ось}}{2} \cdot \frac{y_1}{a_p}).$$

Суммарная поперечная сила от постоянной и временной нагрузок
 $Q = Q^q + Q^p$.

• **В пролёте плиты размещаются две колеи нагрузки А14 и два колеса от смежных полос, максимально приближенных друг к другу**

а) Для определения **максимального изгибающего момента М** нагрузку устанавливают симметрично относительно оси плиты проезжей части (рис. 6).

Принимаем общую площадку распределения давления:

$$e_2 = e_1 + c,$$

где $c = 1,1$ м - расстояние между осями двух смежных автомобилей, максимально приближенных друг к другу.

Находим значения $a_{оп}$ и a_p для построения эпюры рабочих ширин:

$$a_{оп} = a_1, \text{ но не менее } a_{оп} = l_p/3;$$

$$a_p = a_1 + l_p/3, \text{ но не менее } a_p = 2l_p/3.$$

Интенсивность нагрузки:

от тележки: $q^p = \frac{P^{ось}}{a_p \cdot e_2},$

полосовой нагрузки: $q^v = \frac{v}{e_2},$

Максимальный изгибающий момент в середине пролёта плиты определяется:

$$M^p = (1 + \mu) \cdot (\gamma_{f,v} \cdot q^v + \gamma_{f,p} \cdot q^p) \cdot e_2 \cdot \frac{l_p - 0.5 \cdot e_2}{4},$$

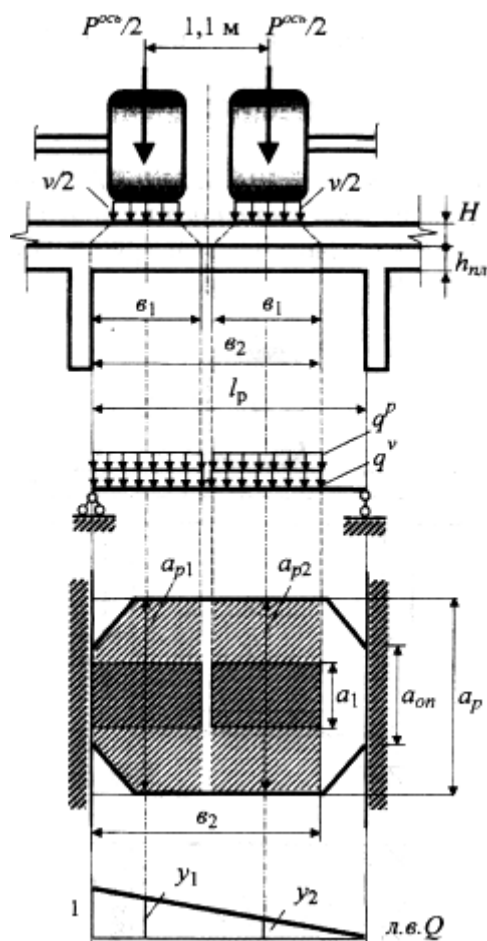


Рис. 7. Схема загрузки плиты двумя колёсами нагрузки А14 для определения максимальной поперечной силы

Максимальная поперечная сила у опоры

$$Q^p = (1 + \mu) \cdot (\gamma_{f,v} \cdot \frac{v}{2} \cdot \sum y_i + \gamma_{f,p} \cdot \frac{P^{ocb}}{2} \cdot \sum \frac{y_i}{a_p}).$$

Суммарная поперечная сила от постоянной и временной нагрузок

$$Q = Q^q + Q^p.$$

• **Загрузка плиты колёсной нагрузкой НК-100**

а) Для определения **максимального изгибающего момента** М устанавливают только одно колесо нагрузки НК-100 в середине пролёта плиты (рис. 8).

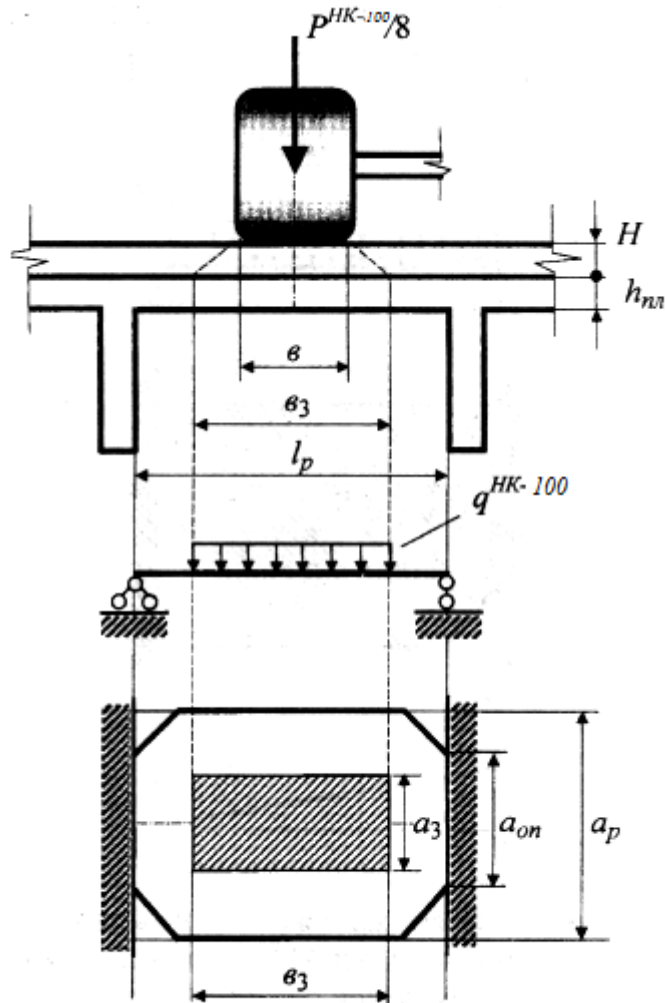


Рис. 8. Схема загрузки плиты нагрузкой НК-100 для определения максимального изгибающего момента

Отпечаток колеса нагрузки НК-100: $a = 0,20$ м и $b = 0,80$ м.

При распределении давления от него под углом 45° получаем:

$$a_3 = a_1 = a + 2 H;$$

$$b_3 = b + 2 H.$$

Ширина площадки распределения давления вдоль движения:

$$a_{оп} = a_1, \text{ но не менее } a_{оп} - l_p/3 ;$$

$$a_p = a_1 + l_p/3, \text{ но не менее } a_p = 2l_p/3.$$

Так как расстояние между колесами нагрузки НК-100 равно 1,2 м, то a_p принимается не более 1,2 м.

Интенсивность нагрузки на 1 м^2 :

$$q^{\text{НК-100}} = \frac{P^{\text{НК-100}}}{8 \cdot a_p \cdot b_3}$$

где $P^{\text{НК-100}}$ - вес одной четырёхосной машины общим весом 785 кН.

Максимальный изгибающий момент в середине пролёта плиты равен:

$$M^p = (1 + \mu) \cdot \gamma_{\text{фнк100}} \cdot q^{\text{НК-100}} \cdot B_3 \cdot \frac{l_p - 0.5 \cdot B_3}{4}$$

Динамический коэффициент $(1 + \mu)$ для нагрузки НК-100 определяется согласно п. 6.22; коэффициент надёжности $\gamma_{\text{фнк100}}$ - согласно таблице 6.10

Суммарный изгибающий момент от постоянной и временной нагрузок будет равен:

$$M = M^q + M^p.$$

б) Для определения **максимальной поперечной силы** Q колесо нагрузки ставят так, чтобы край площадки распределения давления совпадал с проверяемым сечением (рис. 9).

Максимальная поперечная сила у опоры

$$Q^p = (1 + \mu) \cdot \gamma_{\text{фнк-100}} \cdot \frac{P^{\text{НК-100}}}{8} \cdot \frac{y_1}{a_p}.$$

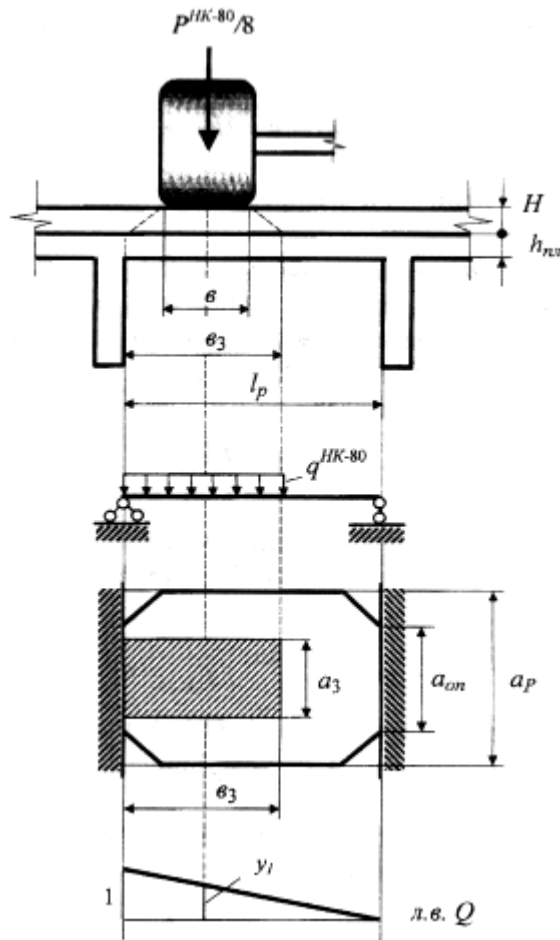


Рис. 9. Схема нагружения плиты нагрузкой НК-100 для определения максимальной поперечной силы

Суммарная поперечная сила от постоянной и временной нагрузок

$$Q = Q^q + Q^p.$$

В качестве расчётных усилий принимаем наибольшие, полученные при нагружении плиты нагрузками А14 и НК-100.

Поскольку момент определяли, исходя из предположения, что плита работает как балка на двух опорах, то изгибающие моменты в середине пролёта плиты и в опорном сечении с учётом поправочных коэффициентов, учитывающих влияние защемления плиты, будут равны:

в середине пролёта плиты $M_{0,5l} = 0,5 \cdot M_{\max}$;

в опорном сечении $M_{\text{оп}} = - 0,8 \cdot M_{\max}$.

2.4. КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

По функциональному назначению арматуру железобетонных конструкций подразделяют на рабочую и конструктивную.

Под рабочей понимают арматуру, площадь которой определяется расчётом.

К конструктивной относят монтажную и распределительную арматуру, которую устанавливают без расчёта.

Монтажная арматура предназначена для создания арматурного каркаса и сохранения его жёсткости в процессе бетонирования конструкции.

Распределительная арматура служит для выравнивания усилий в стержнях рабочей арматуры, где по расчёту они должны быть одинаковыми.

Конструктивную арматуру ставят также для восприятия не учитываемых расчётом местных напряжений от действия сосредоточенных сил, для частичного восприятия усилий, вызываемых усадкой и ползучестью бетона, и во всех других случаях, когда есть опасность появления внутренних усилий, определение которых расчётным путём практически невозможно.

По виду поверхности различают гладкую арматуру и арматуру периодического профиля.

В качестве ненапрягаемой арматуры применяют отдельные стержни гладкие или периодического профиля, сетки и арматурные каркасы.

Арматуру в железобетонных мостах располагают, соблюдая определённые правила:

- толщина стенок, плит в железобетонных элементах должна приниматься согласно п. 7.717;
- наименьшие диаметры ненапрягаемой арматуры следует принимать согласно п. 7.118 Диаметр стержней арматуры берётся п. 7.118. В плитах проезжей части диаметр стержней рабочей арматуры должен быть не менее 10 мм [п. 7.118*];
- толщина защитного слоя бетона от его наружной поверхности до поверхности арматурного элемента должна быть не менее указанной в п.7.119(рис. 10);

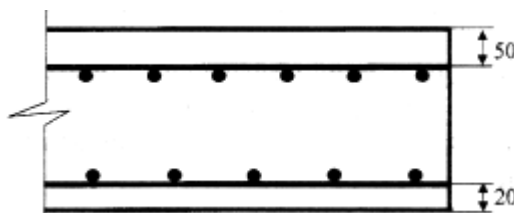


Рис. 10. Толщина защитного слоя бетона

- шаг (расстояние между осями) рабочей арматуры в плитах проезжей части автодорожных мостов в середине пролёта и над её опорами не должен превышать 20 см [п. 7.136] (рис. 11);

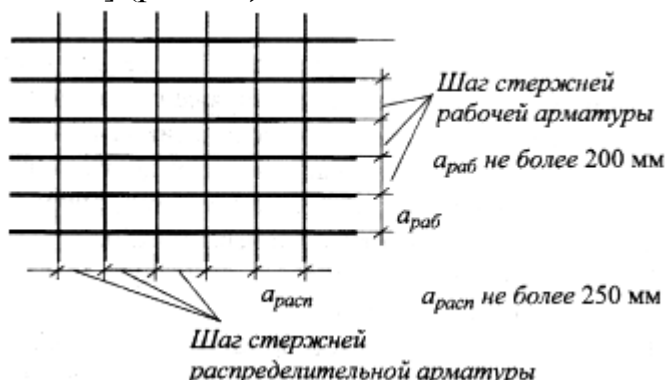


Рис.11. Шаг стержней арматуры в сетке плиты

- плиты снабжают распределительной арматурой, сечение которой должно составлять не менее 15...20 % сечения рабочей арматуры. Диаметр стержней распределительной арматуры должен быть не менее 6 мм.

Стержни распределительной арматуры располагают конструктивно в направлении, перпендикулярном к рабочей арматуре.

Распределительную арматуру плит следует устанавливать с шагом, не превышающим 25 см [п. 7.134*] (см. рис. 11);

- отдельные сварные и вязанные сетки следует стыковать внахлёстку на длину не менее 30 диаметров продольных стержней сетки и не менее 25 см [п. 7.163*] (рис. 12).

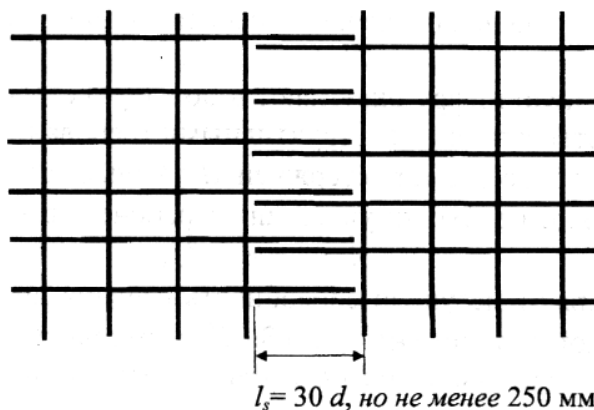


Рис. 12. Длина нахлёстки в стыках арматуры

2.4.1 Армирование плиты проезжей части и проверка её на прочность

Рекомендуется такая последовательность выполнения этих расчётных операций:

- рассматривают участок плиты $b = 1$ м и принимают диаметр рабочей арматуры d , толщину защитного слоя бетона δ_3 ;
- вычисляют рабочую высоту плиты: $h_0 = h_{пл} - \delta_3 - d/2$;
- принимают приблизительно (из практики) плечо внутренней пары сил:

$$z \approx 0,925 \cdot h_0;$$

- вычисляют необходимую площадь рабочей арматуры A_s (для сечений в середине пролёта плиты и на опоре на 1 п.м):

$$A_s = M/z \cdot R_s,$$

где M - максимальный изгибающий момент для рассчитываемого сечения ($M = M_{0,5l}$ - для расчёта нижней сетки в середине пролёта плиты; $M = M_{on}$ - для расчёта верхней сетки в опорном сечении); R_s - расчётное сопротивление стали растяжению;

- подбирают необходимое количество стержней п рабочей арматуры:

$$n = A_s/A_s^0,$$

где A_s^0 - площадь поперечного сечения одного стержня.

Полученную цифру округляют в большую сторону и анализируют в соответствии с конструктивными требованиями: если $n < 5$, то диаметр стержней d уменьшают;

- уточняют необходимую площадь рабочей арматуры:

$$A_s^{\text{фак}} = n \cdot A_s^0;$$

- проверяют несущую способность сечения по экстремальному изгибающему моменту [п.7.62*] (предельный момент определяют относительно центра тяжести растянутой арматуры - точки О).

Расчёт прямоугольного сечения производят из условия:

$$M^{\text{расчет}} \leq M^{\text{пред}}$$

$$M^{\text{пред}} = R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5x) \cdot m,$$

где x - высота сжатой зоны, определяемая из условия равенства нулю суммы проекций всех усилий на горизонтальную ось:

$$x = R_s \cdot A_s / R_y \cdot b \cdot m,$$

где b - расчётная ширина плиты, равная 1м; R_b - расчётное сопротивление бетона по прочности на сжатие; $m = 0,8$ - коэффициент условий работы для бездиафрагменных пролётных строений (вводится при расчёте сечения в середине пролёта плиты).

Проверку прочности по восприятию положительного изгибающего момента выполняют в середине пролёта плиты, а по восприятию отрицательного момента - в опорном сечении (см. рис. 13):

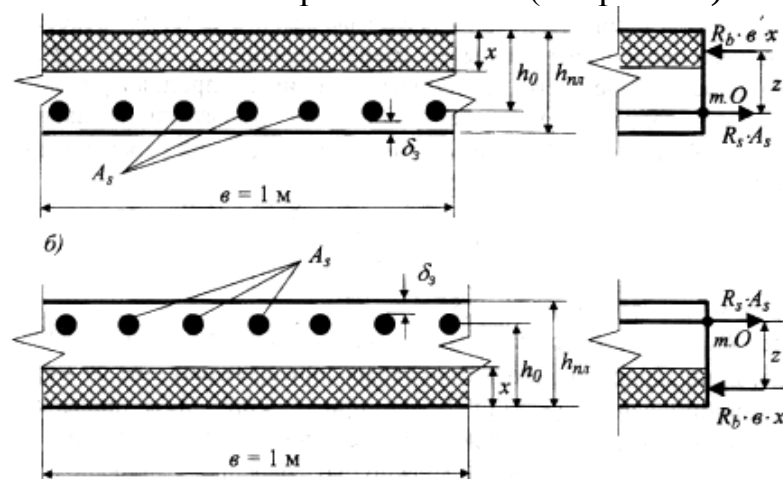


Рис. 13. Схемы для проверки прочности плиты по экстремальному изгибающему моменту: а - сечение в середине пролёта плиты; б - опорное сечение

- определяется необходимая площадь распределительной арматуры на 1 п.м плиты проезжей части:

$$A_s' = (0,15 \dots 0,20) \cdot A_s;$$

- задаются диаметром стержней распределительной арматуры d по прил. 6 и определяют число стержней распределительной арматуры:

$$n = A_s' / A_s^0,$$

Полученную цифру анализируют в соответствии с конструктивными требованиями:

- для наклонного сечения плиты можно ограничиться расчётом по прочности на поперечную силу [п. 7.78*]):

$$Q \leq Q_b,$$

где Q - максимальное значение поперечной силы от внешней нагрузки, расположенной по одну сторону от рассматриваемого наклонного сечения; Q_b - поперечное усилие, передаваемое в расчёте на бетон сжатой зоны, определяется по формуле

$$Q_b = 2 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0 / c \leq m \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0,$$

где b , h_0 - ширина плиты и расчётная высота сечения, пересекающего центр сжатой зоны наклонного сечения; c - длина проекции невыгоднейшего наклонного сечения на продольную ось элемента, определяемая сравнительными расчётами согласно требованиям [п. 7.79*]; m - коэффициент условий работы, равный:

$$m = 1,3 + 0,4 \left(\frac{R_{b,sh}}{\tau_q} - 1 \right),$$

но не менее 1,3 и не более 2,5,

где $R_{b,sh}$ - расчётное сопротивление на скалывание при изгибе; τ_q -

наибольшее скалывающее напряжение от нормативной нагрузки

($\tau_q = 3 \cdot Q'' / 2h_{nl}$); при $\tau_q \leq 0,25R_{b,sh}$ проверку на прочность по наклонным сечениям допускается не производить, а при $\tau_q > 0,25R_{b,sh}$ сечение должно быть перепроектировано.

Назначив диаметр арматуры и выполнив проверку прочности плиты проезжей части, приступают к конструированию и размещению сеток в плите проезжей части.

Плита армируется сварными и вязаными сетками (рис. 14).

Балки объединяют в пролётное строение омоноличиванием выпусков арматуры из плиты проезжей части (рис. 15).

В верхних плитах балок автодорожных и городских мостов допускается применение бетонируемых стыков с выпуском из плит арматуры периодического профиля с прямыми крюками на всю толщину плиты и с

взаимным перепуском арматуры внахлестку на длину не менее 15 диаметров стержней и не менее 25 см [п. 7.168*].

Размеры сеток вдоль пролёта балки ограничиваются из условия транспортировки и рекомендуется назначать длину сетки не более 500 см. Стыки верхних и нижних сеток выполняются вразбежку (рис. 16).

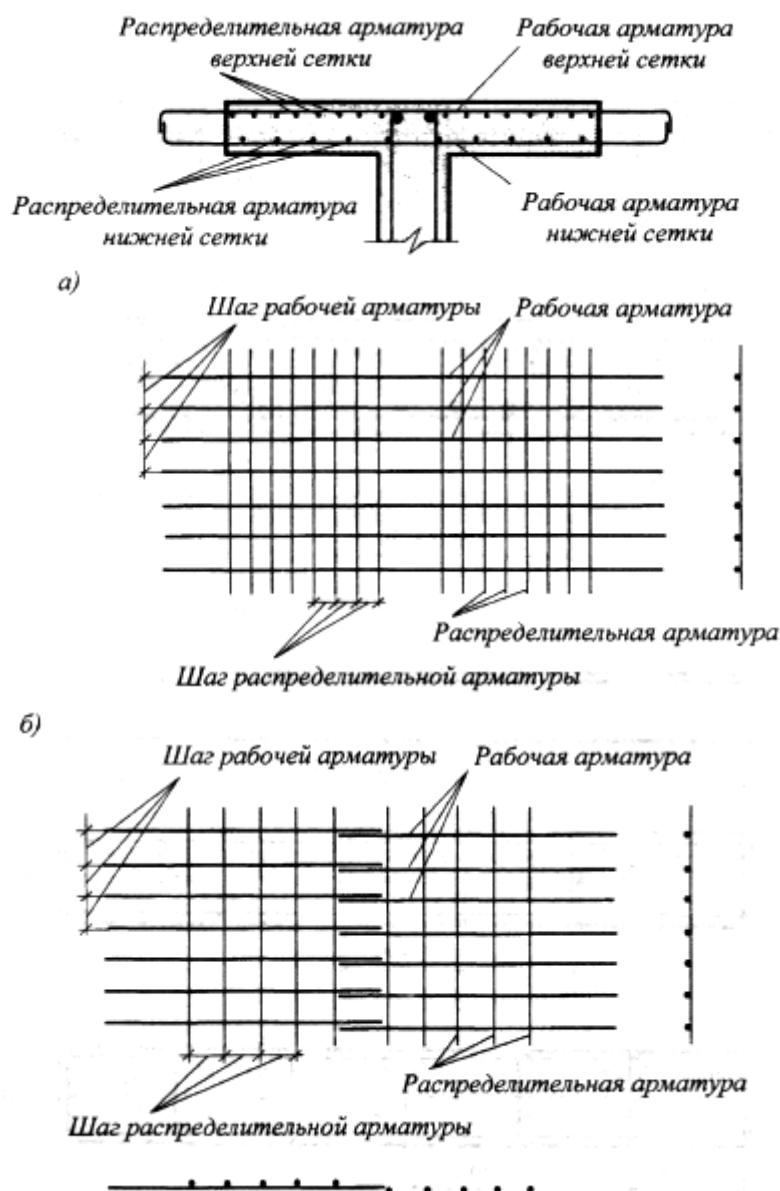


Рис. 14. Схема расположения сеток в плите проезжей части: а - верхняя сетка; б - нижняя сетка

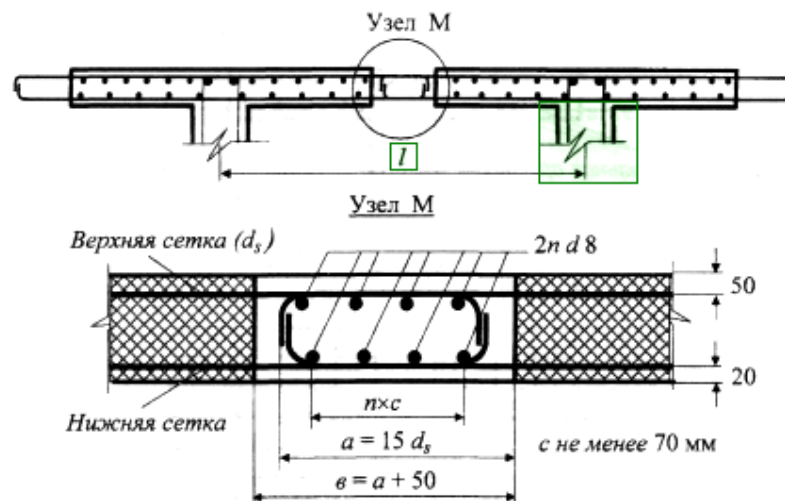


Рис.15. Пример конструирования продольного стыка

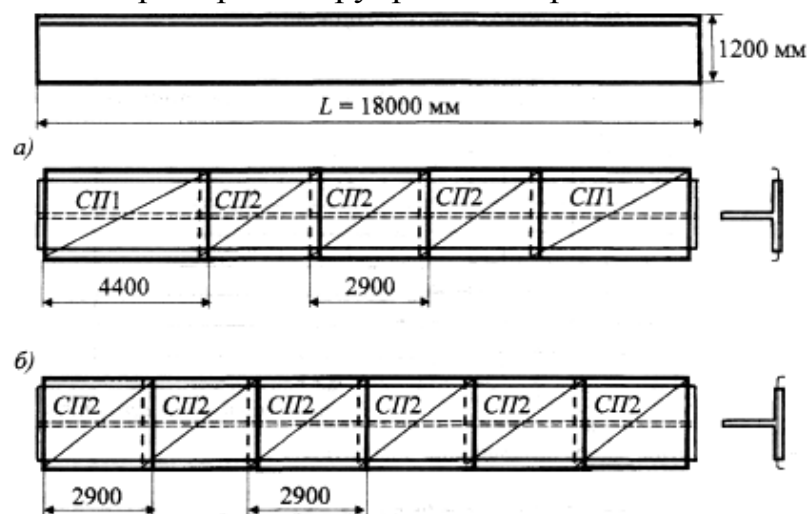


Рис. 16. Пример размещения арматурных сеток в плите проезжей части по длине пролётного строения ($l = 18$ м): а - план верхних сеток; б - план нижних сеток

2.5. РАСЧЁТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ГЛАВНОЙ БАЛКИ ПРОЛЁТНОГО СТРОЕНИЯ

2.5.1 Расчёт главной балки

Определение постоянных нагрузок, действующих на балку

Конструкция поперечного сечения рассчитываемого пролётного строения представлена на рис 17.

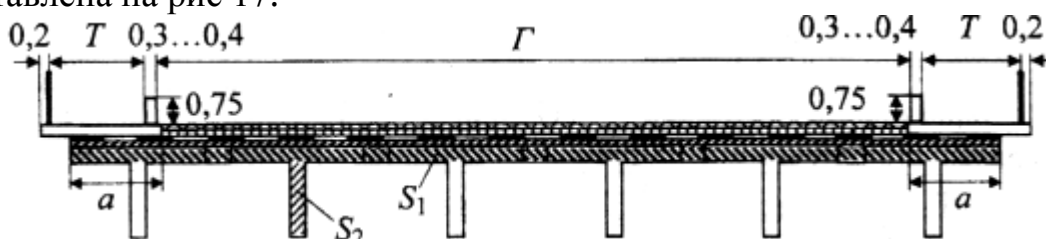


Рис. 17. Поперечное сечение рассчитываемого пролётного строения

Сбор постоянных нагрузок на 1 п.м длины пролётного строения выполняют в табличной форме (табл. 2).

Учтены постоянные нагрузки от покрытия ездового полотна q_1 веса тротуаров q_7 и их покрытия q_2 , а также нагрузка от веса защитного слоя q_3 , гидроизоляции q_4 и выравнивающего слоя q_5 , ограждения проезжей части q_6 , перил q_8 , веса плиты проезжей части q_9 и собственного веса балок пролётного строения q_{10} .

Считается, что постоянная нагрузка распределяется между балками поровну и расчётную постоянную нагрузку на 1 п.м балки можно определить:

$$q_{1п.м. балки}^p = \frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 + q_8 + q_9 + q_{10}}{n}$$

где n — число балок в поперечном сечении.

Таблица 2

Вид нагрузки	Объемный вес $\gamma_{об.в}$, т/м ³	Нормативная нагрузка q^H , кН/м ²	Коэффициент надежности γ_f	Расчетная нагрузка q^p , кН/м ²
А.б. покрытие: нап.ч. $\delta_1=7$ см на тротуарах, $\delta_2=4$ см	2,3	$G \cdot \delta_1 \cdot 1 \cdot \gamma$ $T \cdot \delta_2 \cdot 1 \cdot \gamma \cdot 2$	1,5(2,0)	q_1 q_2
Защитный слой, δ_3	2,5	$G \cdot \delta_3 \cdot 1 \cdot \gamma$	1,3	q_3
Гидроизоляция, δ_4	1,5	$(G+2a) \cdot \delta_4 \cdot 1 \cdot \gamma$	1,3	q_4
Выравнивающий слой, δ_5	2,1	$(G+2a) \cdot \delta_5 \cdot 1 \cdot \gamma$	1,3	q_5
Барьерное ограждение,	2,5	$0,75 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot \gamma \cdot 2$	1,1	q_6
Тротуарная плита	2,5	$(T+0,2) \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot \gamma \cdot 2$	1,1	q_7
Перильное ограждение	0,125 т/м		1,1	q_8
Плита п.ч.	2,5	$S_1 \cdot 1 \cdot \gamma$	1,1	q_9
Собственный вес балки	2,5	$S_2 \cdot 1 \cdot \gamma \cdot n$	1,1	q_{10}

Примечание. S_1 - площадь поперечного сечения плиты проезжей части; S_2 - площадь поперечного сечения одной балки.

Определение коэффициентов поперечной установки

Из различных методов пространственных расчётов в инженерной практике наибольшее применение нашёл метод **коэффициента поперечной установки**, при котором статическая задача сводится к построению линий влияния внутренних усилий в отдельно рассматриваемой балке от единичной силы, движущейся вдоль её оси, и построению линии влияния вертикального давления на балку при движении единичной вертикальной силы поперёк оси моста.

Построение линий влияния давления поперёк оси моста позволяет найти поперечное распределение временной вертикальной нагрузки между главными балками, определяемое значением коэффициентов поперечной установки $K_{ПУ_T}$, $K_{ПУ_v}$, $K_{ПУ_P}$, $K_{ПУ_{НК-100}}$ соответственно для нагрузки на тротуарах p_T , для полосовой нагрузки p_v , а также для осевых давлений от тележки P и колёсной нагрузки НК-100.

Рассматриваемый метод основан на допущении, что любое внешнее усилие распределяется между главными балками пролётного строения только в том поперечном сечении, в котором действует это усилие.

При этом расчёт пролётного строения сводится к расчёту отдельной главной балки.

Для определения **коэффициентов поперечной установки** КПУ необходимо построить линии влияния давления на рассчитываемые балки. Используем метод «внецентренного сжатия».

Ординаты линий влияния под крайними балками определяют по следующим выражениям:

$$\text{для крайней балки} \quad y_1 = \frac{1}{n} \pm \frac{a_j^2}{2 \cdot \sum a_i^2}$$

$$\text{для промежуточной балки} \quad y_n = \frac{1}{n} \pm \frac{a_1 \cdot a_i}{2 \cdot \sum a_i^2}$$

где n - число балок в поперечном сечении; $a_1, a_2, \dots, a_i$ - расстояния между осями балок (рис. 18).

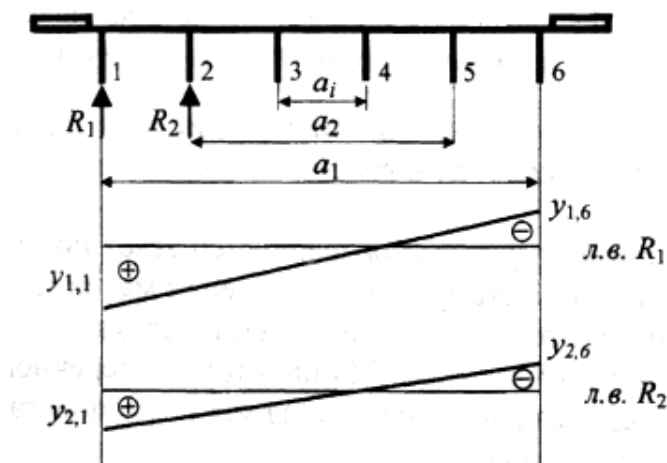


Рис. 18. Линии влияния давления для крайней и промежуточной балок по методу «внецентренного сжатия»

При этом коэффициенты поперечной установки для двухосных тележек и равномерно распределённой нагрузки определяют отдельно, так как во втором случае учитывается коэффициент полосности- 0,6 для нагрузки на второй и последующих полосах движения.

Коэффициент поперечной установки определяют:

- для тележки $КПУ_P = 0,5(y_1 + y_2 + y_3 + y_4)$;
- для полосы $КПУ_v = 0,5[y_1 + y_2 + 0,6(y_3 + y_4)]$;
- для пешеходов $КПУ_T = 0,5(y_A + y_B)T$,

где $y_1, y_2, y_3, y_4, y_A, y_B$ - ординаты линии влияния давления под осями нагрузки; T - ширина тротуара (рис.19).

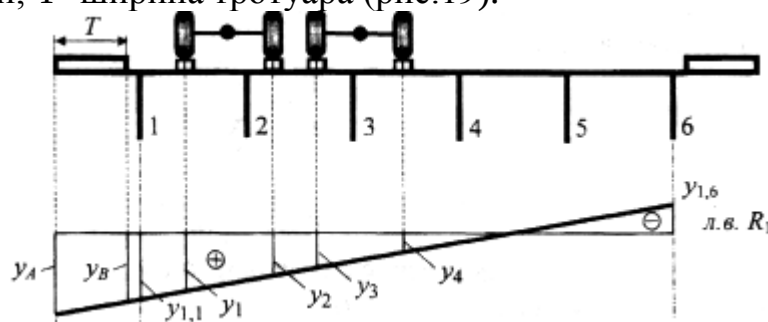


Рис. 19. Схема для определения коэффициентов поперечной установки главной балки

Если сумма ординат линии влияния под одной из колонн отрицательна, то колонну в расчёте не учитывают.

Временная нагрузка может перемещаться по ширине проезжей части моста, поэтому для определения максимальных усилий в балке учитывается расположение этой нагрузки.

При определении коэффициентов поперечной установки временная вертикальная нагрузка на мосту располагается в самом невыгодном положении.

При расчёте конструкций мостов по прочности и устойчивости следует рассматривать два случая воздействия нагрузки А14 в поперечном направлении и одной установки нагрузки НК- 100.

• **I схема загрузки** - нагрузку А14 располагают при загруженных тротуарах не ближе 1,5 м от кромки проезжей части до оси нагрузки.

Расстояние между осями соседних полос нагрузки должно быть не менее 3,0 м (рис. 20). Число полос нагрузки не должно превышать числа полос движения для заданной категории дороги.

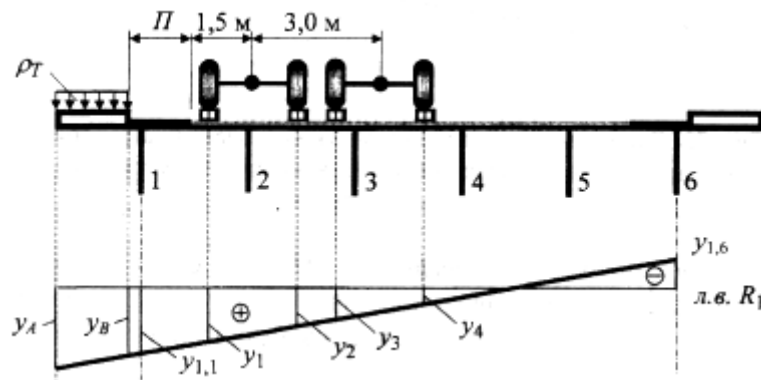


Рис. 20. Схема загрузки линии влияния давления нагрузкой А14 для определения коэффициентов поперечной установки по I схеме загрузки

Определяют коэффициенты поперечной установки:

$$\text{КПУ}_P = 0,5(y_1 + y_2 + y_3 + y_4);$$

$$\text{КПУ}_V = 0,5[y_1 + y_2 + 0,6(y_3 + y_4)];$$

$$\text{КПУ}_T = 0,5(y_A + y_B)T,$$

• **II схема загрузки** - при незагруженных тротуарах нагрузку А14 устанавливают на расстоянии 1,5 м от ограждения ездового полотна до оси нагрузки. Размещают не более двух полос нагрузки АК (рис. 21).

Определяют коэффициенты поперечной установки:

$$\text{КПУ}_P = 0,5(y_1 + y_2 + y_3 + y_4);$$

$$\text{КПУ}_V = 0,5[y_1 + y_2 + 0,6(y_3 + y_4)];$$

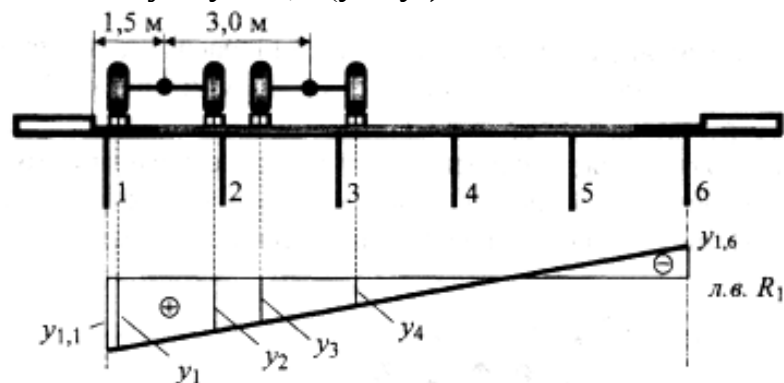


Рис. 21. Схема загрузки линии влияния давления нагрузкой А14 для определения коэффициентов поперечной установки по II схеме загрузки

• **Схема загрузки нагрузкой НК-100** - следует располагать вдоль направления движения на любом участке проезжей части моста (в которую не входят полосы безопасности) (рис. 22).

Нагрузку НК-100 не учитывают совместно с временной нагрузкой на тротуарах [п. 6.12*].

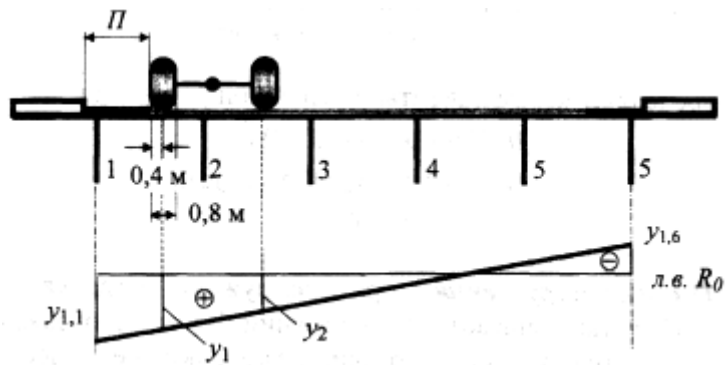


Рис. 22. Схема загрузки линии влияния давления нагрузкой НК-100 для определения коэффициента поперечной установки

Определяют коэффициент поперечной установки:

$$КПУ_{НК-100} = 0,5(y_1 + y_2)$$

Считают наиболее загруженной крайнюю балку, и в дальнейшем определяют усилия и проводят армирование для этой балки, а конструкцию других балок принимают аналогично.

Определение усилий в главной балке

Определение усилий M и Q в главных балках производят путём загрузки линий влияния этих усилий постоянной и временной нагрузками.

Определяют усилия в характерных сечениях, количество которых достаточно для построения огибающих эпюр этих усилий.

В курсовом проекте усилия определяют в трёх сечениях: в середине пролёта (сечение 1-1), в четверти пролёта (сечение 2-2) и в опорном сечении (сечение 3-3). Линии влияния строятся по правилам строительной механики (рис. 23).

Определяют M и Q в сечениях 1-1, 2-2 и 3-3 путём загрузки соответствующих линий влияния усилий в каждом сечении постоянной и временной нагрузками (рис. 24, 25, 26).

Если через S обозначить любое усилие, то значения усилий определяются:

- при расчёте на нагрузку А14:

$$S_{(M,S)} = q^p \cdot \sum \omega + \gamma_{fv} \cdot KПУ_v \cdot (1 + \mu) \cdot v \cdot \omega^+ + \gamma_{fp} \cdot KПУ_p \cdot (1 + \mu) \cdot P^{осб} \cdot (y_1 + y_2) + \gamma_{ft} \cdot KПУ_t \cdot \rho_t \cdot \omega;$$

- при расчёте на нагрузку НК-100:

$$S_{(M,S)} = q^p \cdot \sum \omega + \gamma_{НК-100} \cdot KПУ_{НК-100} \cdot (1 + \mu) \cdot P^{НК-100, ось} \cdot (y_1 + y_2 + y_3 + y_4),$$

где $\sum \omega$ - алгебраическая сумма площадей всех участков загрузки линии влияния; ω^+ - площадь положительного участка линии влияния; q^p - расчётная постоянная нагрузка на 1 п.м главной балки; v - полосовая нагрузка; $P^{осб}$ - усилия на ось тележки А14; $P^{НК-100, ось}$ - усилия на ось нагрузки НК-100; p_t - нагрузка от пешеходов на тротуарах; γ_{fv} , γ_{fp} , $\gamma_{фнк100}$, $\gamma_{фт}$

коэффициенты надёжности по соответствующим видам нагрузок (см.табл. 6.10, п.6.23);

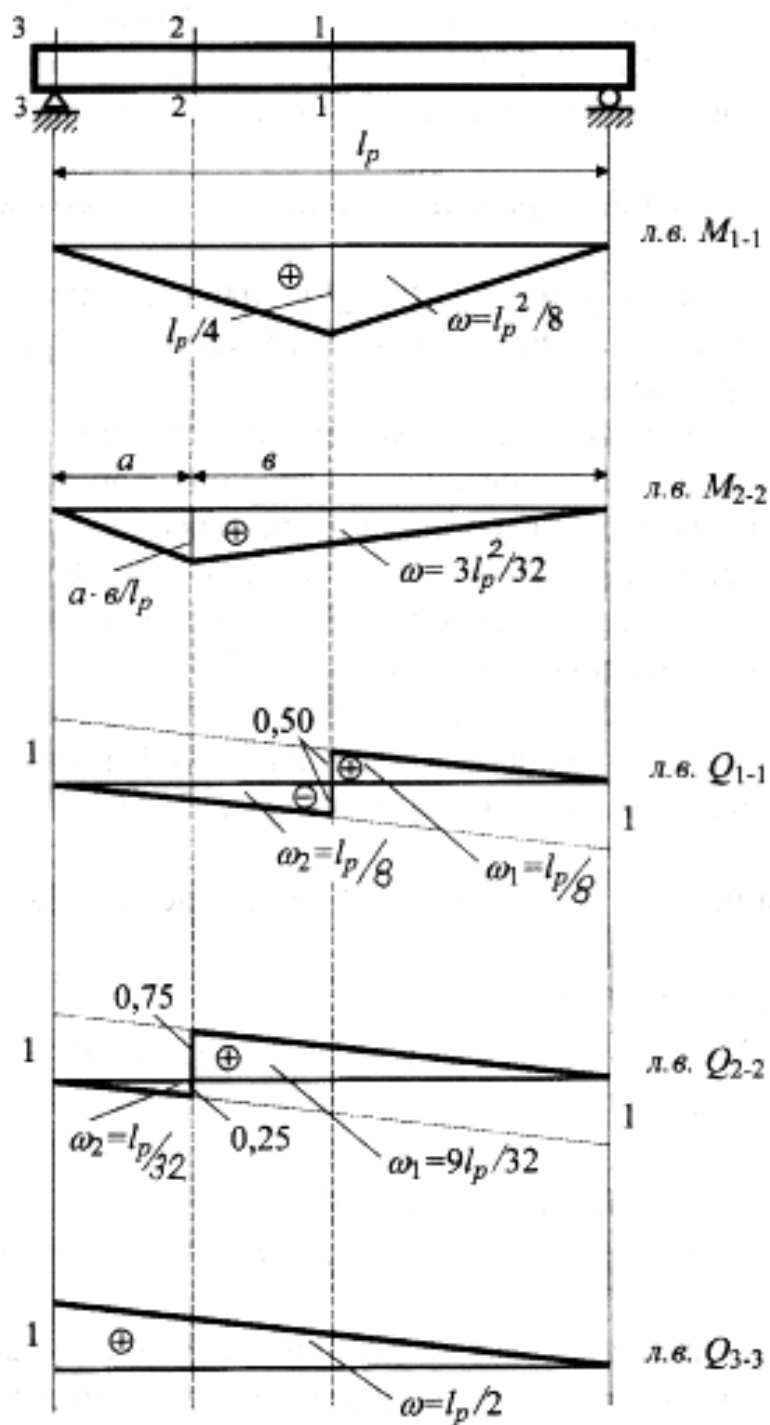


Рис. 23. Линии влияния усилий M и Q в сечениях 1-1 (середина пролёта), 2-2 (четверть пролёта), 3-3 (опорное сечение)

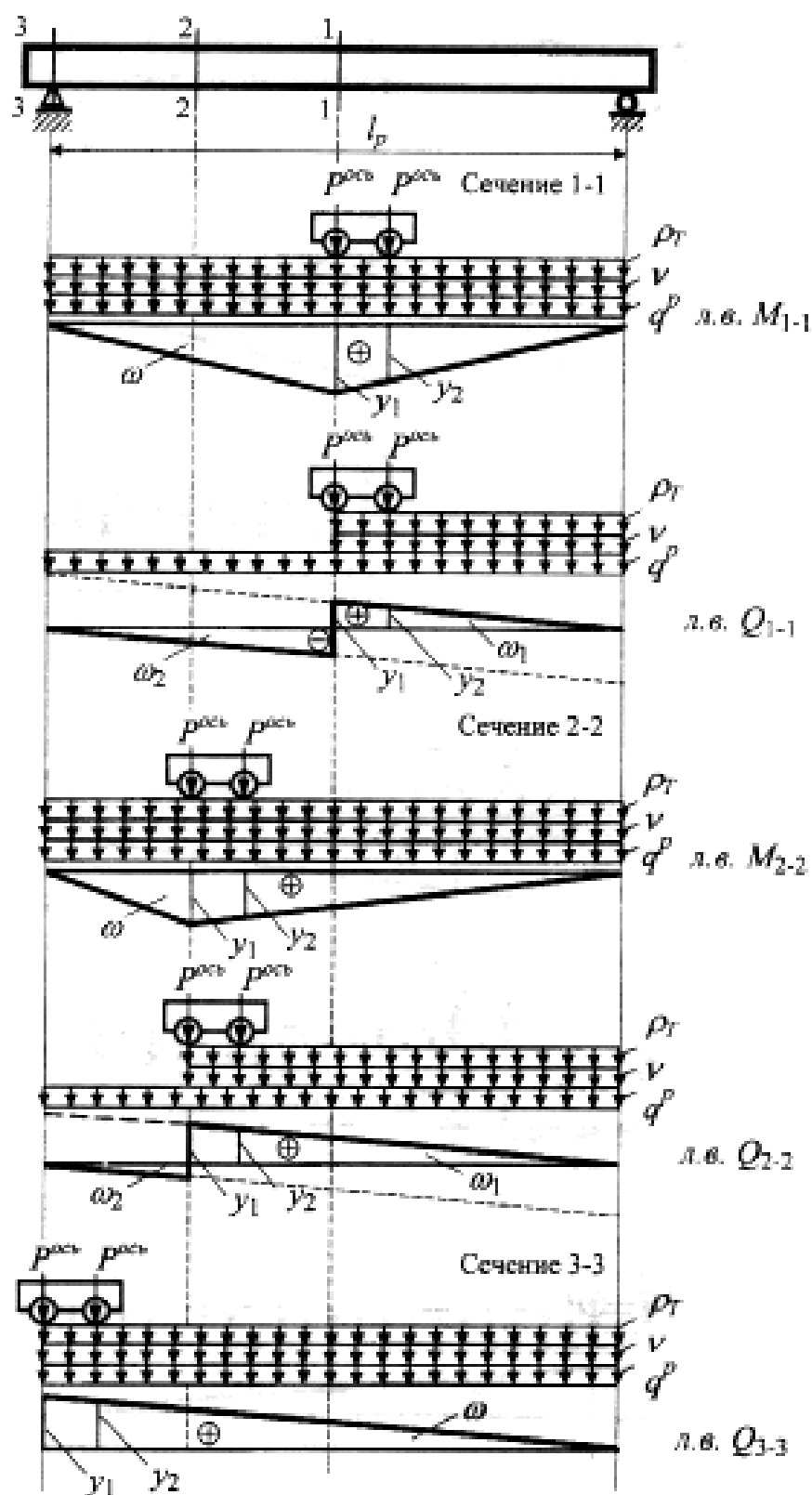


Рис. 24. Схемы загрузки линий влияния усилий M и Q постоянной и временной А14 нагрузками в сечениях 1-1, 2-2 и 3-3 по I схеме

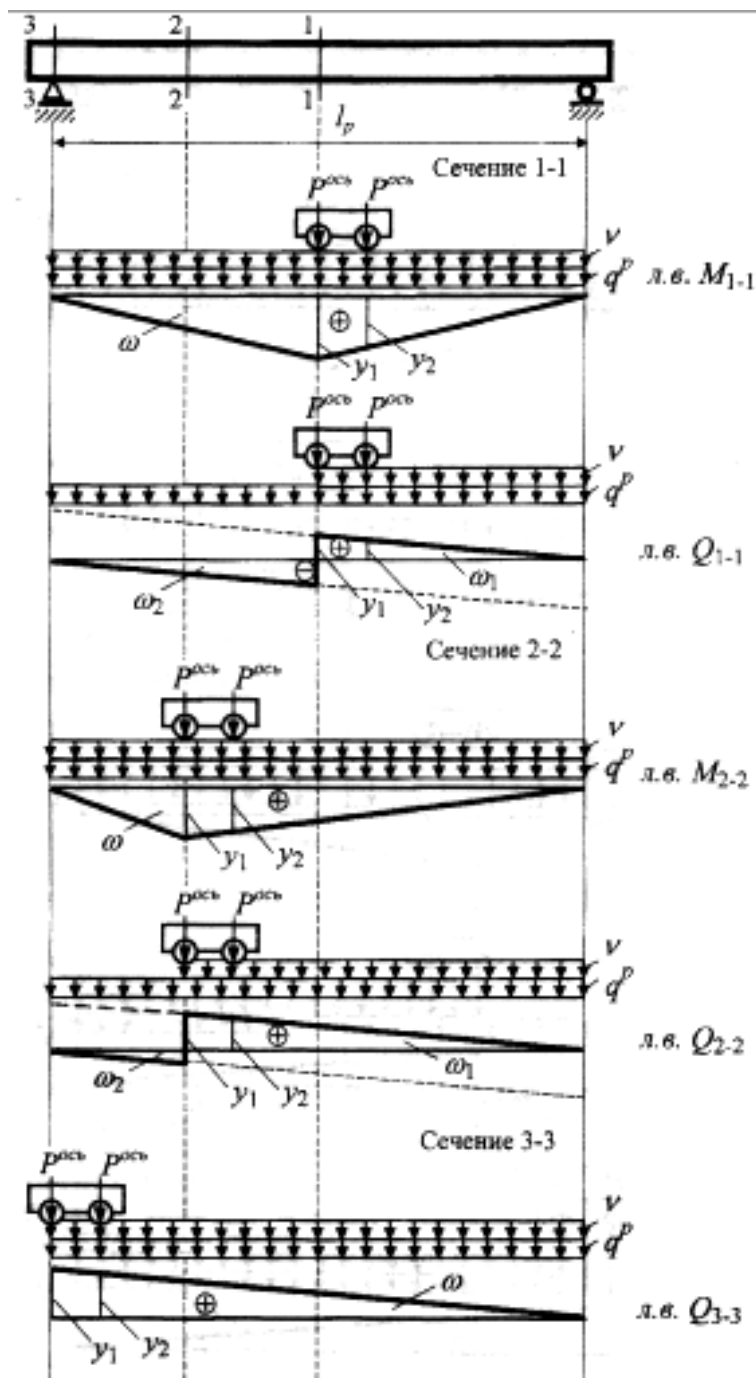


Рис. 25. Схемы загрузки линий влияния усилий M и Q постоянной и временной А14 нагрузками в сечениях 1-1, 2-2 и 3-3 по II схеме

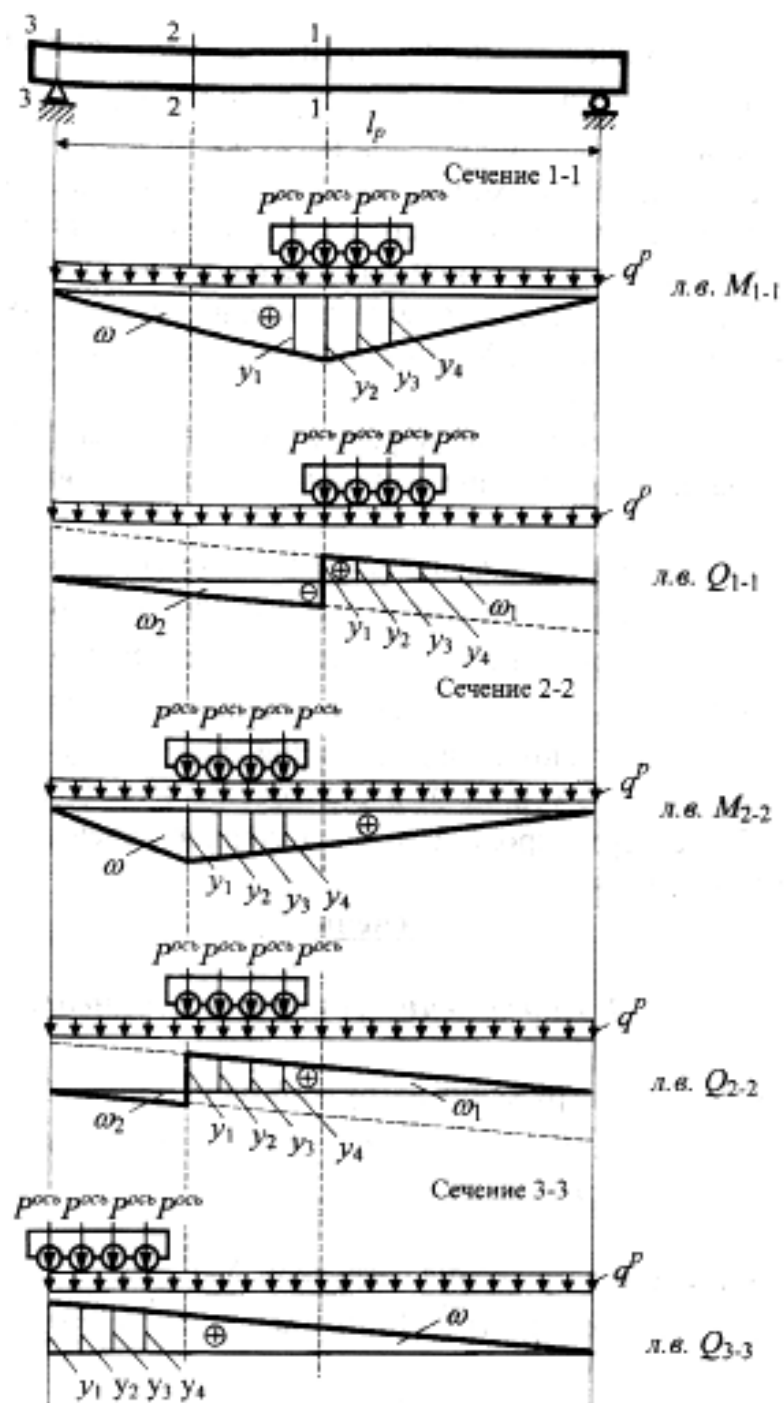


Рис. 26. Схемы загрузки линий влияния усилий M и Q постоянной и временной НК-100 нагрузками в сечениях 1-1, 2-2 и 3-3

$(1+\mu)$ -динамический коэффициент для автомобильных нагрузок А14 и НК-100; $KПУ_v$, $KПУ_p$, $KПУ_{НК-100}$, $KПУ_T$ - коэффициенты поперечной установки полос автомобильной нагрузки, тележек, нагрузки НК-100 и нагрузки от пешеходов; y_1, y_2, y_3, y_4 - ординаты линий влияния усилий под колёсами нагрузок А14 и НК-100 при наиболее невыгодном её расположении в каждом случае загрузки.

Определяют площади положительных и отрицательных участков линии влияния. Усилия в балке находят по каждой схеме загрузки (см. рис. 24, 25, 26).

Для каждого усилия в формулах подставляют площади линии влияния этого усилия и ординаты с этой линии влияния под осями нагрузок.

Для разных линий влияния и разной длины загрузки находят свои значения динамического коэффициента $(1+\mu)$, коэффициентов надёжности $\gamma_{fv}, \gamma_{fp}, \gamma_{фнк100}, \gamma_{фТ}$ и пешеходной нагрузки на тротуарах p_T .

Коэффициенты поперечной установки $KПУ_v, KПУ_p, KПУ_{НК-100}, KПУ_T$ принимают свои для каждой схемы загрузки.

Определяют усилия M и Q в сечениях 1-1 (середина пролёта), 2-2 (четверть пролёта) и 3-3 (опорное сечение) для разных схем загрузки.

Сечение 1-1

1. Определение изгибающего момента M

- I схема загрузки нагрузкой А14:

$$M_{\max, 1-1}^p = q^p \cdot \sum \omega + \gamma_{fv} \cdot KПУ_v^I \cdot (1+\mu) \cdot v \cdot \omega + \gamma_{fp} \cdot KПУ_p^I \cdot (1+\mu) \cdot P^{ocb} \cdot (y_1 + y_2) + \gamma_{фТ} \cdot KПУ_T \cdot \rho_T \cdot \omega;$$

- II схема загрузки нагрузкой А14:

$$M_{\max, 1-1}^p = q^p \cdot \sum \omega + \gamma_{fv} \cdot KПУ_v^{II} \cdot (1+\mu) \cdot v \cdot \omega + \gamma_{fp} \cdot KПУ_p^{II} \cdot (1+\mu) \cdot P^{ocb} \cdot (y_1 + y_2);$$

- загрузка нагрузкой НК-100:

$$M_{\max, 1-1}^p = q^p \cdot \sum \omega + \gamma_{фнк100} \cdot KПУ_{НК-100} \cdot (1+\mu) \cdot P^{фнк100, ocb} \cdot (y_1 + y_2 + y_3 + y_4);$$

2. Определение перерезывающей силы Q

- I схема загрузки нагрузкой А14 :

$$Q_{\max, 1-1}^p = q^p \cdot \sum \omega + \gamma_{fv} \cdot KПУ_v^I \cdot (1+\mu) \cdot v \cdot \omega^+ + \gamma_{fp} \cdot KПУ_p^I \cdot (1+\mu) \cdot P^{ocb} \cdot (y_1 + y_2) + \gamma_{фТ} \cdot KПУ_T \cdot \rho_T \cdot \omega^+;$$

- II схема загрузки нагрузкой А14:

$$Q_{\max, 1-1}^p = q^p \cdot \sum \omega + \gamma_{fv} \cdot KПУ_v^{II} \cdot (1+\mu) \cdot v \cdot \omega^+ + \gamma_{fp} \cdot KПУ_p^{II} \cdot (1+\mu) \cdot P^{ocb} \cdot (y_1 + y_2);$$

- загрузка нагрузкой НК-100:

$$Q_{\max, 1-1}^p = q^p \cdot \sum \omega + \gamma_{фнк100} \cdot KПУ_{НК-100} \cdot (1+\mu) \cdot P^{фнк100, ocb} \cdot (y_1 + y_2 + y_3 + y_4);$$

Аналогично находят усилия M и Q в сечениях 2-2 и 3-3. Результаты расчётов удобно оформить в табличной форме (табл. 3).

Таблица 3

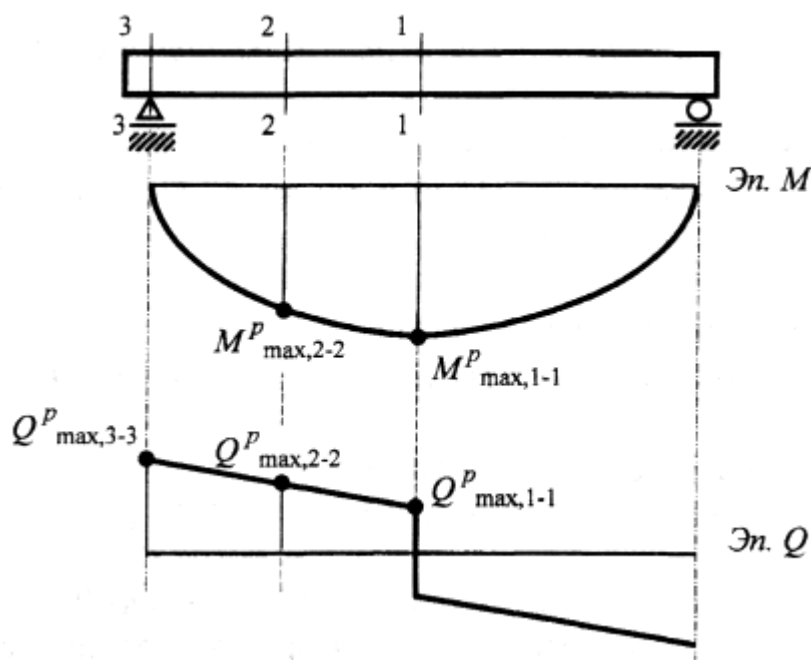
Сечение	Внутренние усилия					
	I схема нагружения		II схема нагружения		III схема нагружения	
	M^P_{max}	Q^P_{max}	M^P_{max}	Q^P_{max}	M^P_{max}	Q^P_{max}
1-1						
2-2						
3-3						

Конечной целью определения усилий является построение огибающих эпюр усилий M^P_{max} и Q^P_{max} .

Моменты необходимы для расчёта продольной рабочей арматуры, поперечные силы - для расчёта поперечной арматуры.

Для каждого сечения из трёх полученных значений усилий M^P_{max} и Q^P_{max} выбирают максимальные.

По полученным максимальным значениям M^P_{max} и Q^P_{max} в трёх сечениях строят огибающие эпюры усилий (рис. 27).

Рис.27.Огибающие эпюры усилий M^P_{max} и Q^P_{max}

Конструирование главной балки

Обычно при проектировании размеры конструкции предварительно назначают и затем при расчёте их корректируют.

При проектировании железобетонных конструкций для обеспечения условий их изготовления, требуемой долговечности и совместной работы арматуры и бетона необходимо выполнять следующие конструктивные требования.

Конструктивные требования

- Толщины стенок и рёбер в железобетонных элементах должны приниматься не менее, указанных
- Наименьшие диаметры ненапрягаемой арматуры следует принимать согласно прил. 1. Диаметры стержней арматуры берутся по сортаменту
- Толщина защитного слоя бетона от его наружной поверхности до поверхности арматурного элемента (рис. 28).

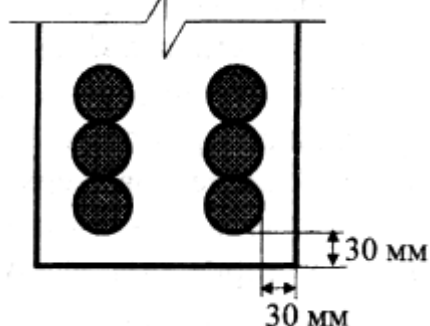


Рис. 28. Толщина защитного слоя бетона

- Расстояния в свету между отдельными продольными рабочими стержнями ненапрягаемой арматуры должны приниматься: если стержни занимают при бетонировании горизонтальное или наклонное положение, см, не менее, при расположении арматуры: 5 - в два ряда; 6 - в три ряда или более [п. 7.122] (рис. 29).

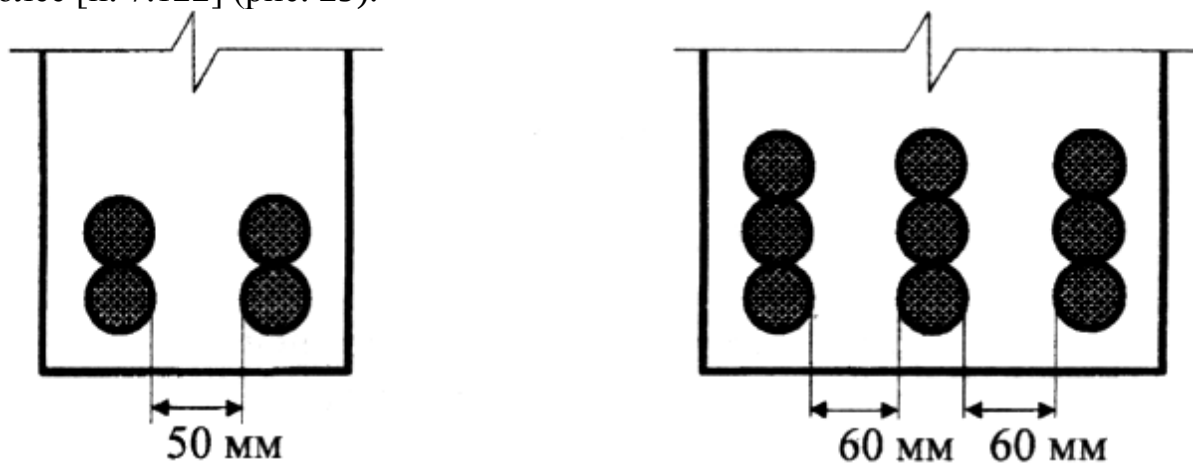


Рис. 29. Расстояния в свету между стержнями

Общее число рабочих стержней принимают от 6 до 24 шт.

- Начало отгибов продольных растянутых стержней арматуры периодического профиля в изгибаемых элементах следует располагать за сечением, в котором стержни учитываются с полным расчётным сопротивлением. Длина заводки стержня за сечения (длина заделки l_s) для арматурных сталей класса А-II должна составлять не менее:

22 d -при классе бетона В30 и выше;

25 d - при классе бетона В20 - В27,5 (d - диаметр стержня).

Для арматурных сталей класса А-III длину заделки l_s следует соответственно увеличивать на 5 d [п. 7.126].

- В разрезных балках заводимые за ось опорной части растянутые стержни продольной арматуры должны иметь прямые участки длиной не менее 8 диаметров стержня. Кроме того, крайние стержни, примыкающие к боковым поверхностям балки, должны быть отогнуты у торца под углом 90° и продолжены вверх до половины высоты балки [п. 7.127*] (см. рис. 30).

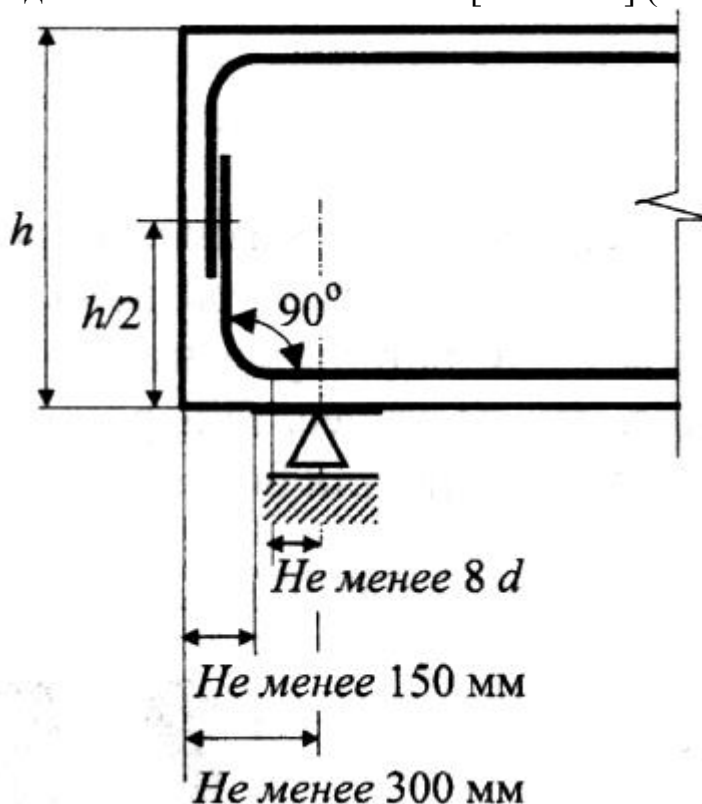


Рис. 30. Отгибы крайних стержней продольной арматуры

Необходимо обеспечить расстояние от торца балки до оси опирания, равное не менее 30 см, и до края опорной плиты - не менее 15 см.

- В сварных арматурных каркасах арматура располагается группами, не более трёх стержней в каждой.

Если число стержней в поясе арматурного каркаса превышает 3, то необходимо через три стержня предусматривать просветы в один диаметр, выполняемые с помощью арматурных коротышей диаметром не менее 25 мм и длиной не менее $6d$ рабочей арматуры (рис. 31). Просветы, образованные прокладками, обеспечивают лучшее сцепление с бетоном.

Коротыши устанавливаются перед отгибами, не более чем через 2,5 м по длине, вразбежку по отношению друг к другу.

Они привариваются к рабочей арматуре односторонними связующими швами толщиной не более 4 мм и длиной не менее 2 диаметров рабочей арматуры [п. 7.133*];

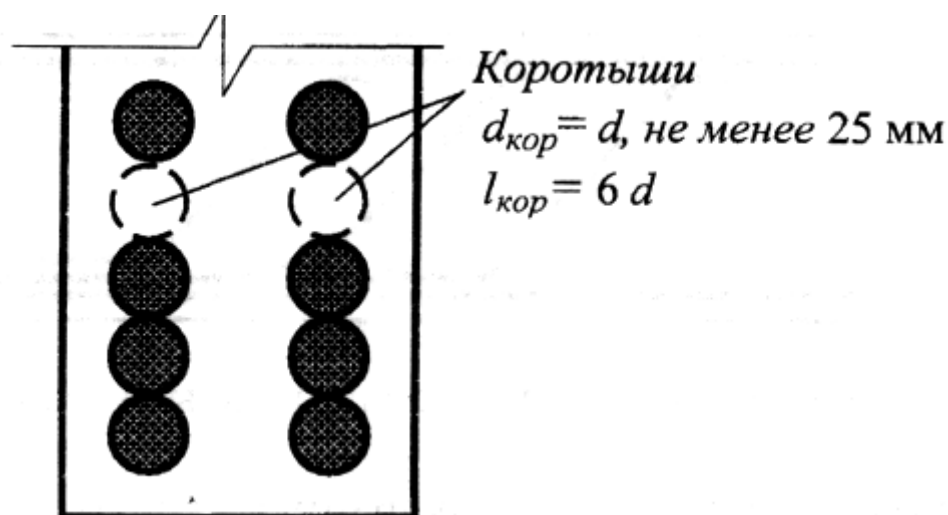


Рис. 31. Расположение коротышей

- Армирование стенок ненапрягаемых балок на восприятие поперечных сил следует осуществлять наклонными и вертикальными стержнями (хомутами) и объединять последние с продольной арматурой стенок в каркасы и сетки [п. 7.137].

- В ненапрягаемых балках устанавливаемые по расчёту наклонные стержни следует располагать симметрично относительно продольной оси изгибаемого элемента. Стержни, как правило, должны иметь по отношению к продольной оси элемента угол наклона 45° (не более 60° и не менее 30°). При этом на участке балки, где по расчёту требуется установка наклонных стержней, любое сечение, перпендикулярное продольной оси балки, должно пересекать не менее одного стержня наклонной арматуры [п.7.138] (рис.32).

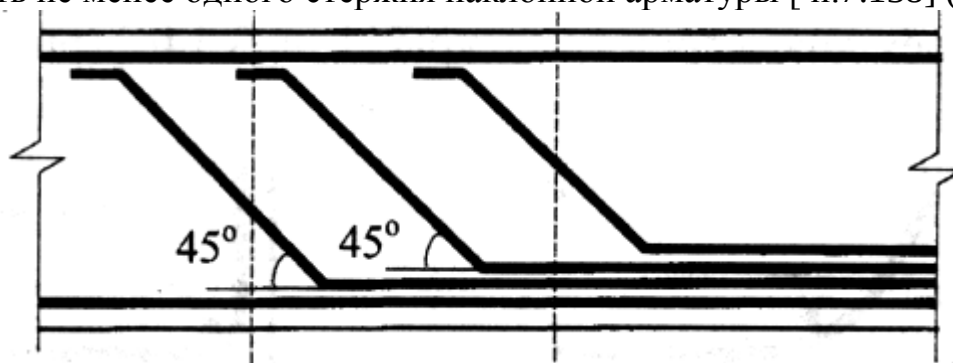


Рис. 32. Расположение наклонных стержней по длине балки

Если это требование не удовлетворяется, то применяются дополнительные косые стержни (утки) (обычно небольшого диаметра - 16... 18 мм), привариваемые к основной рабочей арматуре (рис. 33).

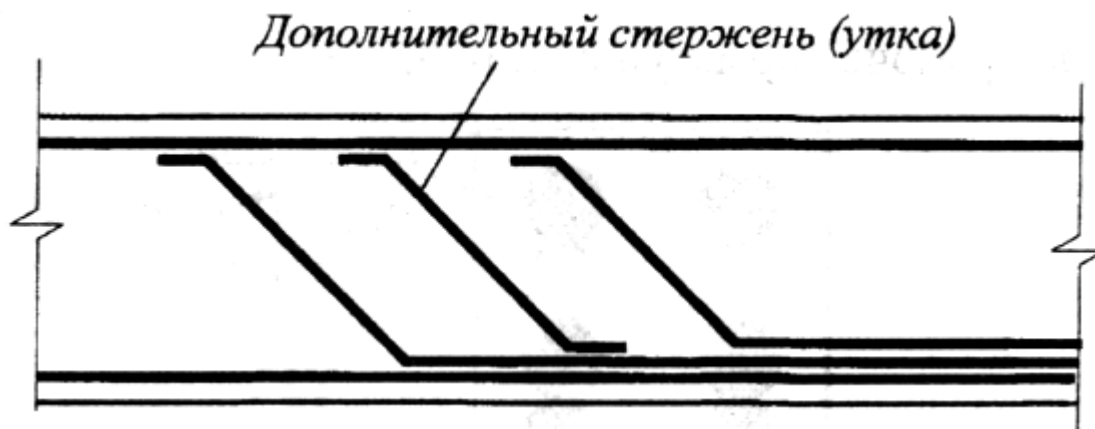


Рис. 33. Установка дополнительных косых стержней

Отгибы стержней и приваренные косые стержни должны располагаться симметрично.

При армировании одиночными косыми стержнями к каждому стержню основной рабочей арматуры можно приварить не более двух дополнительных косых стержней на каждом конце балки.

Требуемые по расчёту балок дополнительные наклонные стержни должны быть прикреплены к основной продольной арматуре. Если стержни арматуры изготовлены из стали классов А-I, А-II, А-III, то прикрепление дополнительных наклонных стержней можно выполнять посредством сварных швов [п. 7.139*].

- Наклонные стержни арматуры в балках следует отгибать по дуге круга радиусом не менее 10 диаметров арматуры (рис. 34,а). Отгибы продольной арматуры у торцов балки (за осью опорной части) допускается выполнять по дуге круга радиусом не менее трёх диаметров арматуры [п. 7.140] (рис. 34,б).

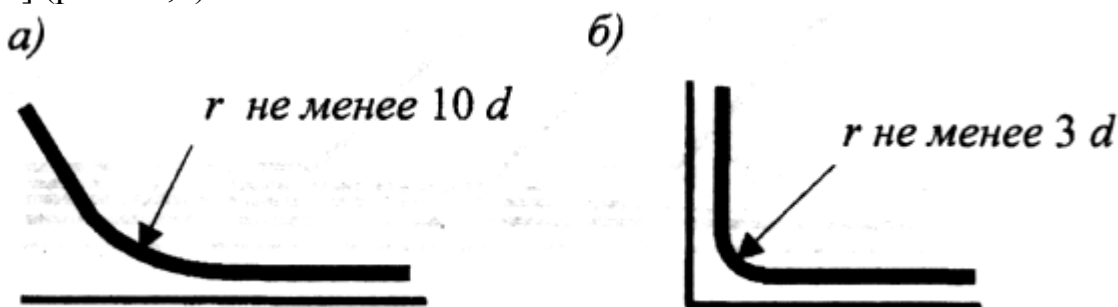


Рис. 34. Отгибы продольной арматуры

- Продольную арматуру в стенках ненапрягаемых балок следует устанавливать:

- в пределах трети высоты стенки, считая от растянутой грани балки, - с шагом не более 12 диаметров применяемой арматуры ($d = 8 \dots 12$ мм);
- в пределах остальной части высоты стенки - с шагом не более 20 диаметров арматуры ($d = 8 \dots 10$ мм) [п. 7.141] (рис. 35).

Эта арматура предохраняет бетон от появления усадочных трещин. Арматуру ставят снаружи хомутов.

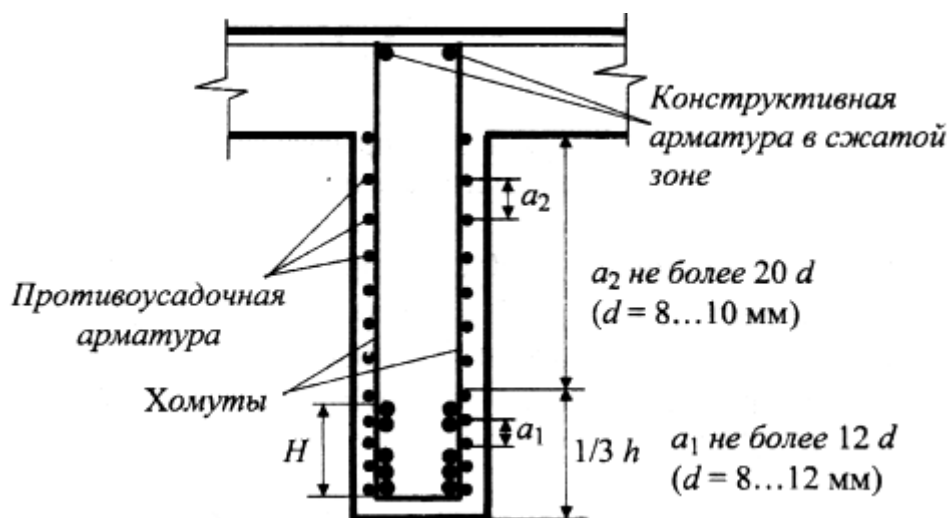


Рис.35. Расстановка продольной арматуры в стенках балки

- Балка армируется симметрично. Общую высоту арматурного пояса каркаса H (см. рис. 36) обычно принимают:

- в балках высотой до 1 м - не более $0,2 h$;
- в балках высотой более 1 м - не более $0,15 h$, где h - полная высота балки.

В разрезных балках рабочую арматуру ставят только в растянутой зоне. В верхней сжатой зоне размещается лишь небольшое количество конструктивной арматуры, которая необходима для создания арматурного каркаса. Диаметр этой арматуры берётся такой же, как и диаметр стержней рабочей арматуры, и число стержней в ряду столько же, сколько и рабочих стержней.

- Длина односторонних сварных швов, прикрепляющих наклонные стержни арматуры, должна быть не менее 12 диаметров при толщине швов не менее 4 мм; длину двусторонних швов допускается принимать вдвое меньшей [п. 7.160] (рис. 36).

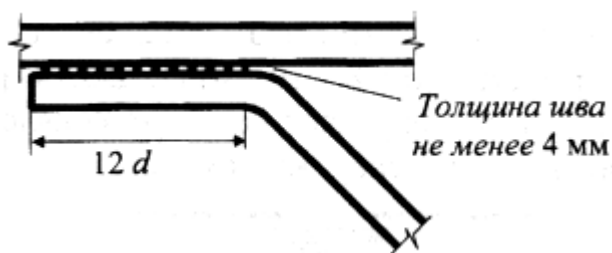


Рис. 36. Сварные швы, прикрепляющие наклонные стержни

- В стенках толщиной до 50 см, в пределах опирных участков длиной, равной $1/4$ пролёта, считая от оси опоры, шаг хомутов принимают не более 15 см. На среднем участке балки длиной, равной $1/2$ пролёта, шаг хомутов принимается не более 20 см (рис. 37) [п. 7.143].

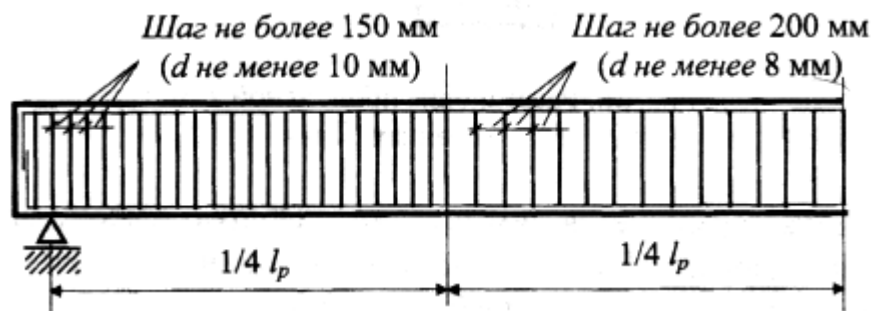


Рис. 37. Расстановка хомутов по длине балки

- Диаметр хомутов по всей длине, кроме опорных участков балок, принимают не менее 8 мм, а на концевых участках не менее 10 мм.
- Каждый хомут может охватывать в одном ряду не более пяти растянутых стержней.

Первый хомут ставят на расстоянии 5 см от грани опоры.

Армирование главной балки и проверка её на прочность

Расчётная ширина плиты b_m складывается из ширины ребра балки b и длины свесов c (рис. 38):

$$b_m = b + 2c.$$

При расчёте балок с плитой в сжатой зоне длина свесов плиты, вводимая в расчёт, не должна превышать шести её толщин h_m , считая от начала свеса, и должна быть не более половины расстояния в свету между балками:

$$c = 6 \cdot h_{пл}, \text{ но не более } 0,5l_p.$$

Начало свеса принимается по [п. 7.58].

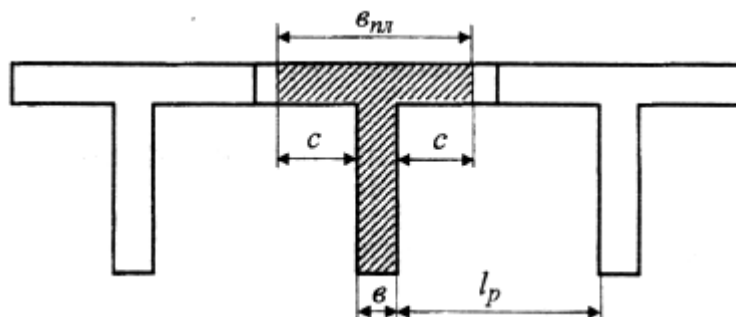


Рис. 38. Назначение расчётной ширины плиты

При расчёте главной балки рекомендуется такая последовательность:

- определяют плечо внутренней пары:
$$z \approx 0.83 \cdot h_0;$$
- определяют площадь сечения растянутой арматуры:

$$A_s^{mp} = \frac{M_{\max}^p}{R_s \cdot z}$$

где $M_{\max}^p$ - расчётный изгибающий момент в сечении 1-1 (середина пролёта балки); R_s - расчётное сопротивление арматуры (см. рис. 39);

- задаются диаметром стержней рабочей арматуры;
- определяют количество стержней рабочей арматуры:

$$n_s^{mp} = \frac{A_s^{mp}}{A_s^0}$$

где A_s^0 - площадь сечения одного стержня арматуры;

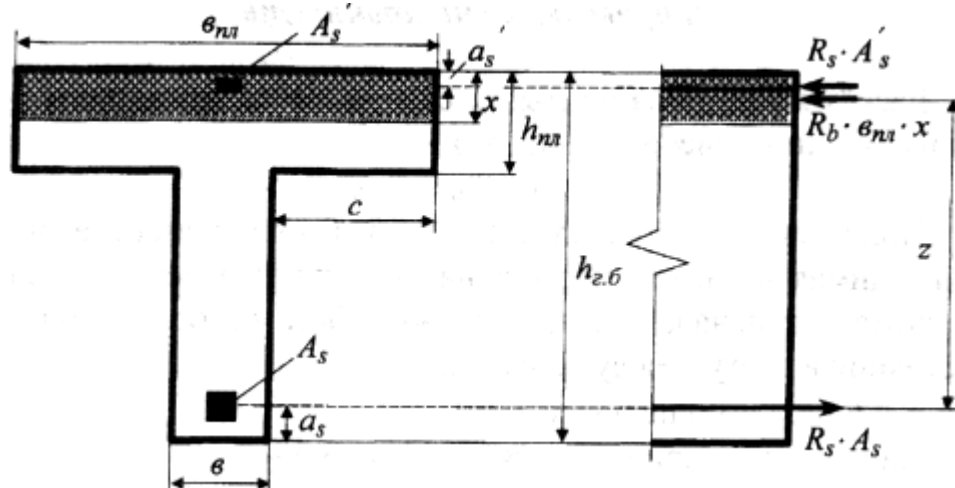


Рис. 39. Сечение рассчитываемой балки

- уточняют площадь сечения растянутой арматуры:
 $A_s^{\text{фак}} = A_s^0 \cdot n_s$;
- размещают арматуру в главной балке (рис. 40).

Проверка на прочность по предельному моменту

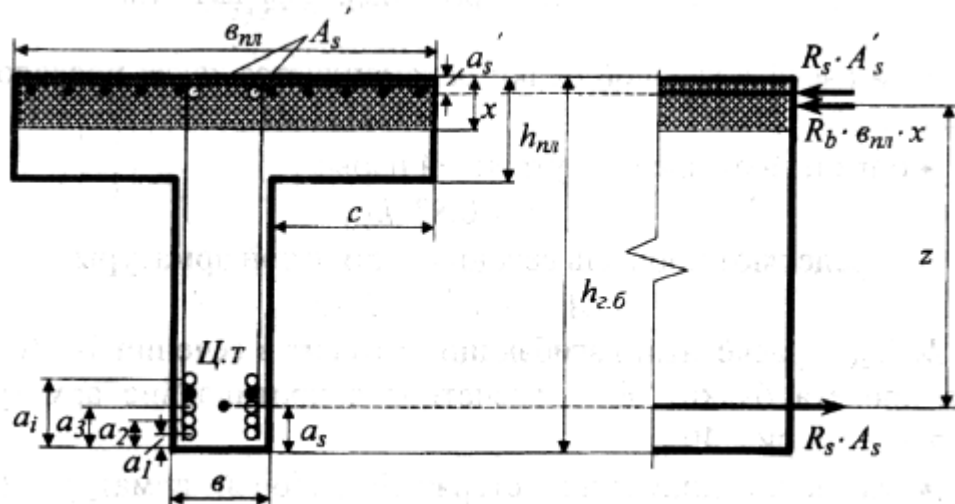


Рис. 40. Схема к проверке балки на прочность по предельному моменту (сжатая зона находится в пределах плиты)

Определяют положение центра тяжести арматурного пояса относительно низа балки:

$$a_s = \frac{\sum a_i \cdot n_i}{n_s},$$

где a_i - положение центра тяжести стержней i -го ряда; n_i - количество стержней в i -м ряду; n_s - общее количество стержней.

Определяют рабочую высоту главной балки:

$$h_o = h_{c.б.} - a_s.$$

В верхней сжатой зоне размещается конструктивная арматура A'_s , которую в конструкциях из обычного железобетона при расчёте можно не учитывать.

Из условия равенства нулю суммы проекций всех усилий на горизонтальную ось сил определяют высоту сжатой зоны:

$$x = \frac{R_s \cdot A_s \cdot m_{a6}}{R_b \cdot e_{nl}}$$

При расчёте по прочности растянутой арматуры в изгибаемых элементах конструкции для арматурных элементов (отдельных стержней), расположенных от растянутой грани изгибаемого элемента на расстоянии более чем 0,2 высоты растянутой зоны сечения, к расчётным сопротивлениям арматурной стали растяжению R_s следует вводить коэффициенты условий работы арматуры:

$$m_{a6} = 1,1 - 0,5 \frac{a}{h - x} \leq 1,$$

где $(h - x)$ - высота растянутой зоны сечения; $a \geq (h - x)/5$ - расстояние оси растянутого арматурного элемента от растянутой грани сечения.

Прочность нормального сечения будет обеспечена, если действующий в нём изгибающий момент будет меньше предельного момента.

Если высота сжатой зоны x находится в пределах плиты (см. рис. 40), то предельный момент

$$M_{пред} = R_b \cdot e_{nl} \cdot x \cdot (h_0 - \frac{x}{2}) \geq M_{max}^p$$

В случае, если $x > h_{nl}$, то

$$M_{пред} = R_b \cdot (e_{nl} - e) \cdot h_{nl} \cdot (h_0 - \frac{h_{nl}}{2}) + R_b \cdot e \cdot x \cdot (h_0 - \frac{x}{2}) \geq M_{max}^p.$$

Построение эпюры материалов

Построение эпюры материалов позволяет рационально использовать рабочую арматуру по длине балки.

Построение эпюры материалов следует выполнять в следующем порядке (рис. 41).

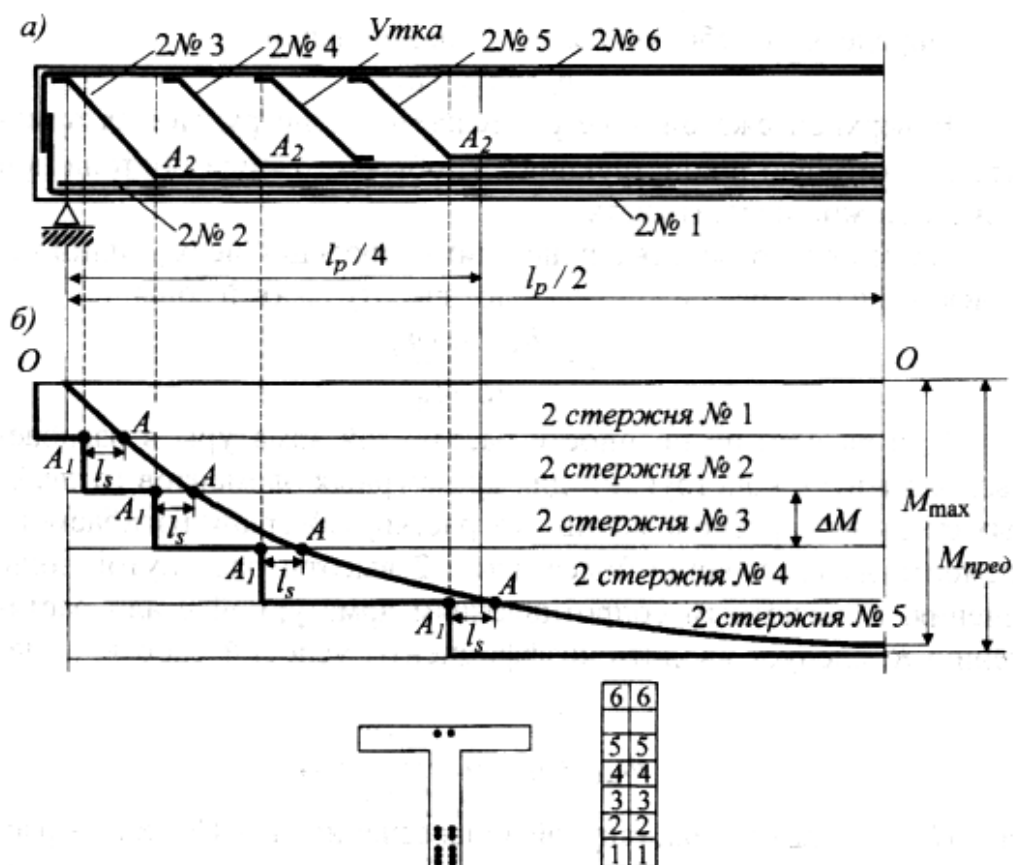


Рис. 41. Построение эпюры материалов

- В масштабе вычерчивают балку (или половину балки), наносят линиями рабочую арматуру (№1,2,3,4,5) и конструктивную (№ 6) (рис. 41,а).
 - Под балкой в масштабе вычерчивают огибающую эпюру моментов, которая была получена при определении усилий в главной балке
 - В масштабе откладывают величину предельного момента $M_{пред}$, полученного при расчёте на прочность.
 - Считая, что каждый стержень (пара стержней) арматуры обеспечивает восприятие приблизительно одинаковой доли момента $\Delta M = M_{пред}/n$, можно провести в принятом масштабе параллельные линии с интервалами ΔM . Точки пересечения этих линий с огибающей эпюрой максимальных моментов (точки А) будут определять теоретически возможные точки обрывов или отгибов стержней (рис. 41,б).
- При назначении фактических мест отгибов следует учитывать ряд конструктивных соображений.

Арматурные стержни периодического профиля, а также стержни гладкого профиля в сварных сетках и каркасах допускается применять без крюков на концах [п. 7.124*].

В изгибаемых разрезных балках концы растянутых стержней при обрыве их по эпюре материалов следует, как правило, анкеровать в сжатой зоне бетона [п. 7.125*].

Длину заводки стержня за сечение (длину заделки l_s) определяют согласно [п. 7.126]. Получают точки фактического обрыва A_1 .

- Из полученных точек A_1 проводят вертикальные линии до пересечения с рабочими стержнями на рис. 41,а. Это будут точки начала отгибов стержней рабочей арматуры (точки A_2).
- Отгибают стержни под углом 45° [1, п. 7.138]. Отогнутые стержни привариваются к верхнему стержню. Длина односторонних сварных швов должна быть не менее $12 d$ при толщине шва не менее 4 мм [п. 7.160]. Наклонные стержни арматуры следует отгибать по дуге круга радиусом не менее $10 d$ арматуры, отгибают продольную арматуру у торцов балки (за осью опорной части) радиусом r не менее $3 d$ арматуры [п. 7.140]. При этом в разрезных балках следует доводить до опоры не менее трети рабочей арматуры, устанавливаемой в середине пролёта [п. 7.134*]. Стержни арматуры между собой объединяют односторонними сварными швами длиной не менее $4 d$, а их толщина не менее 4 мм [п. 7.133*].

Расчёт наклонного сечения на действие поперечной силы

Зная места расположения отгибов арматуры и расположив минимально допустимое количество хомутов по длине балки, необходимо проверить прочность наклонного сечения.

При расчётах рекомендуется рассматривать сечения, начинающиеся в растянутой зоне у грани опорной части, у начала отгибов, в местах изменения шага хомутов.

Нормы проектирования мостовых конструкций, кроме того, предписывают на участках длиной $2h_0$ от опорного сечения делать проверку наклонных сечений, имеющих угол наклона к опорному (вертикальному) сечению 45° для конструкций с ненапрягаемой арматурой.

Выполняем расчёт приопорного участка (рис. 42).

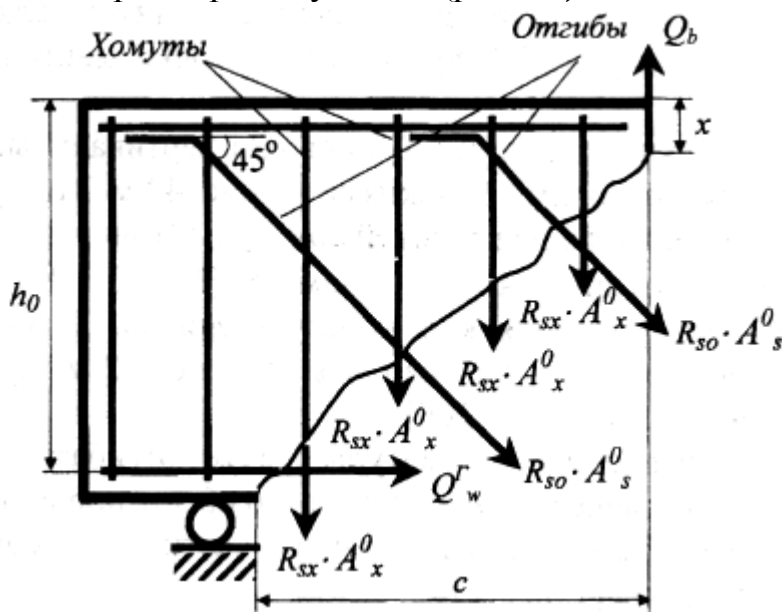


Рис. 42. Схема к расчёту балки на прочность по наклонному сечению

Поперечная сила Q , действующая в конце наклонного сечения, должна быть воспринята усилиями в отгибах Q_{omz} , в хомутах Q_x , в продольной арматуре Q_w^r и в бетоне сжатой зоны Q_b :

$$Q \leq Q_{omz} + Q_x + Q_b + Q_w^r.$$

В расчётах прочности на действие поперечной силы к расчётным сопротивлениям растянутой поперечной арматуры (хомутов и отогнутых стержней) вводят коэффициент условий работы $m_{a4} = 0,8$. Этот коэффициент учитывает то обстоятельство, что при разрушении элемента по наклонному сечению от действия поперечной силы арматура не всех хомутов и отогнутых стержней достигает предела прочности [п. 7.40].

Расчёт наклонного сечения элемента с поперечной арматурой на действие поперечной силы следует производить из условия [п. 7.78*]:

$$Q \leq \sum R_{so} \cdot A_s^0 \cdot \sin \alpha + \sum R_{sx} \cdot A_x^0 + Q_b + Q_w^r,$$

где Q - максимальное значение поперечной силы от внешней нагрузки, расположенной по одну сторону от рассматриваемого наклонного сечения (принимается $Q = Q_{\max, 3-3}^p$); $\sum R_{so} \cdot A_s^0 \cdot \sin \alpha$ и $\sum R_{sx} \cdot A_x^0 + Q_b + Q_w^r$ - суммы проекций усилий всей пересекаемой ненапрягаемой (наклонной и нормальной к продольной оси элемента) арматуры по длине проекции сечения s , не превышающей $2h_0$; R_{so} и R_{sx} - расчётные сопротивления ненапрягаемой арматуры с учётом коэффициента условий работы $m_{a4} = 0,8$ [п. 7.40];

$$\sum R_{so} \cdot A_s^0 \cdot \sin \alpha = m_{a4} \cdot R_s \cdot A_s^0 \cdot n_0 \cdot k_0 \cdot \sin \alpha,$$

где n_0 - количество отгибов, попавших в наклонное сечение; k_0 - количество срезов; α - угол наклона отогнутых стержней к продольной оси элемента в месте пересечения наклонного сечения; A_s^0 - площадь сечения одного стержня отгиба;

$$\sum R_{sx} \cdot A_x^0 = m_{a4} \cdot R_x \cdot A_x^0 \cdot n_x \cdot k_x,$$

где n_x — количество хомутов, попавших в наклонное сечение ($n_x = c/w$, где w - шаг хомутов вдоль оси балки); k_x - количество срезов; A_x^0 - площадь сечения одного стержня хомута;

Q_b - поперечное усилие, передаваемое в расчёте на бетон сжатой зоны над концом наклонного сечения и определяемое по формуле

$$Q = 2 \cdot R_{bt} \cdot e \cdot h_0^2 / c \leq m \cdot R_{bt} \cdot e \cdot h_0$$

где e , h_0 - толщина стенки (ребра) и расчётная высота сечения, пересекающего центр сжатой зоны наклонного сечения; c - длина проекции невыгоднейшего наклонного сечения на продольную ось элемента, определяемая сравнительными расчётами согласно требованиям [п. 7.79*]; m - коэффициент условий работы, равный

$$m = 1,3 + 0,4 \left(\frac{R_{b,sh}}{\tau_q} - 1 \right),$$

но не менее 1,3 и не более 2,5,

где $R_{b,sh}$ - расчётное сопротивление на скалывание при изгибе; τ_q - наибольшее скалывающее напряжение от нормативной нагрузки; $\tau_q = \frac{Q''}{b_p \cdot h_0}$; ;
при $\tau_q < 0,25 \cdot R_{b,sh}$ проверку на прочность по наклонным сечениям допускается не производить, а при $\tau_q > R_{b,sh}$ сечение должно быть перепроектировано.

Q_w^Γ - усилие, воспринимаемое горизонтальной арматурой, кгс:

$$Q_w^\Gamma = 1000 \cdot A_w^\Gamma \cdot K,$$

где A_w^Γ - площадь горизонтальной ненапрягаемой арматуры, см², пересекаемой наклонным сечением под углом β град.

Значение коэффициента K определяется условием

$$0 \leq K = (\beta - 50)/40 \leq 1.$$

Расчёт подвижной тангенциальной опорной части

Опорные части рассчитывают на опорные реакции от расчётных нагрузок. Рассмотрим расчёт тангенциальной опорной части в следующей последовательности.

1. Определение размеров подушек в плане (рис. 43).

Обычно ширина ребра балки в месте опирания b_p бывает задана, тогда размер a вдоль пролёта назначают и принимают $a_{\min} = 20$ см.

Согласно указаниям [п. 7.89*], проверяется местное смятие бетона пролётного строения верхней подушкой.

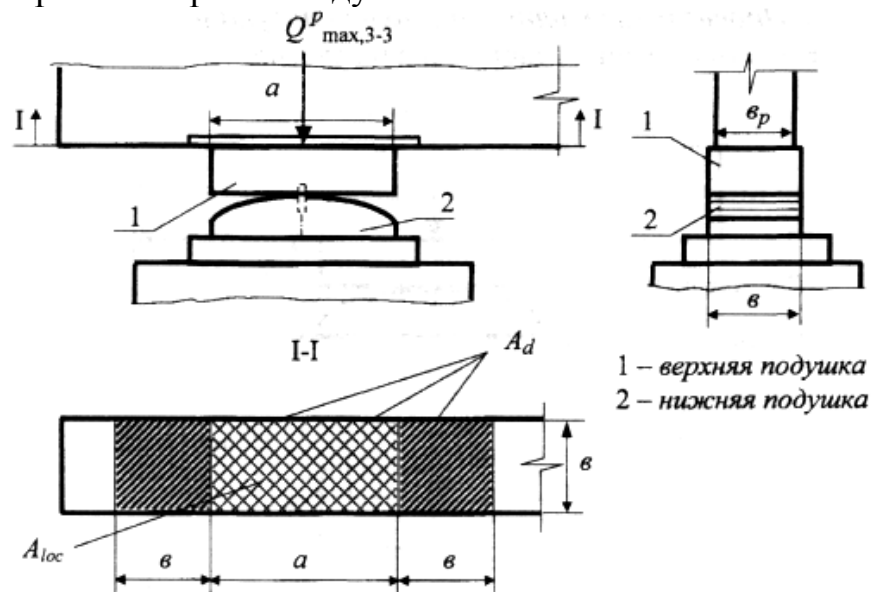


Рис. 43. Схема к определению размеров подушек в плане

При расчёте на местное сжатие (смятие) элементов без косвенного армирования должно выполняться условие:

$$Q_{\max,3-3}^p \leq \varphi_{loc} \cdot R_{b,loc} \cdot A_{loc},$$

где $Q_{\max,3-3}^p$ - расчётная поперечная сила в сечении 3-3 балки; (φ_{loc} - коэффициент, принимаемый равным 1,0 при равномерном распределении местной нагрузки на площади смятия; A_{loc} - площадь смятия, $A_{loc} = a \cdot b_p$; $R_{b,loc}$ - расчётное сопротивление бетона смятию, определяемое как:

$$R_{b,loc} = 13,5 \cdot \varphi_{loc,1} \cdot R_{bt};$$

$$\varphi_{loc,1} = \sqrt[3]{\frac{A_d}{A_{loc}}} \leq 1.5$$

где R_{bt} - расчётное сопротивление бетона растяжению для бетонных конструкций; A_d - расчётная площадь, симметричная по отношению к площади смятия в соответствии со схемами, приведёнными на рис. 50:

$$A_d = (b+a+b) \cdot b.$$

2. Определение толщины верхней подушки.

Расчётная схема представлена на рис. 44.

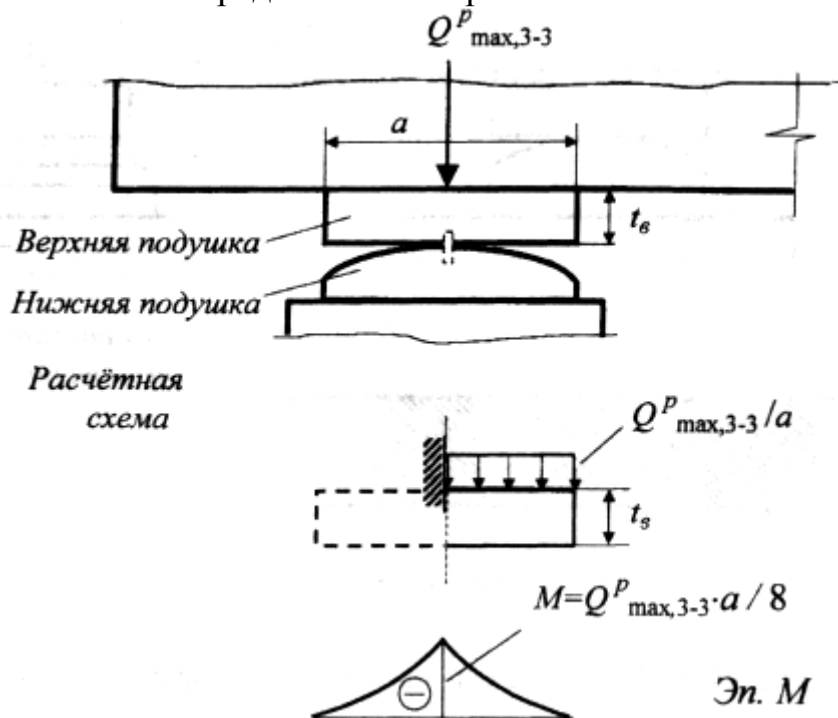


Рис. 44. Схема к определению толщины верхней подушки

Толщина верхней подушки /в определяется из условия на изгиб верхней подушки.

Расчёт по прочности элементов, изгибаемых в одной из главных плоскостей, можно выполнять по формуле [п. 8.5]

$$\frac{M}{W_n} \leq R_y \cdot m,$$

где R_y - расчётное сопротивление стали на изгиб в зависимости от принятой марки стали; W_n - минимальный момент сопротивления сечения нетто; m - коэффициент условий работы, $m = 1$ [табл. 8.15*].

$$W_n = \frac{(\epsilon_p - d_{um}) \cdot t_\epsilon^2}{6},$$

где $d_{шт}$ - диаметр штыря, $d_{шт} = 16$ мм.

Толщина подушки:
$$t_\epsilon = \sqrt{\frac{6 \cdot M}{R_y \cdot (\epsilon - d_{um})}}$$

3. Определение радиуса кривизны поверхности нижней подушки (рис.45)

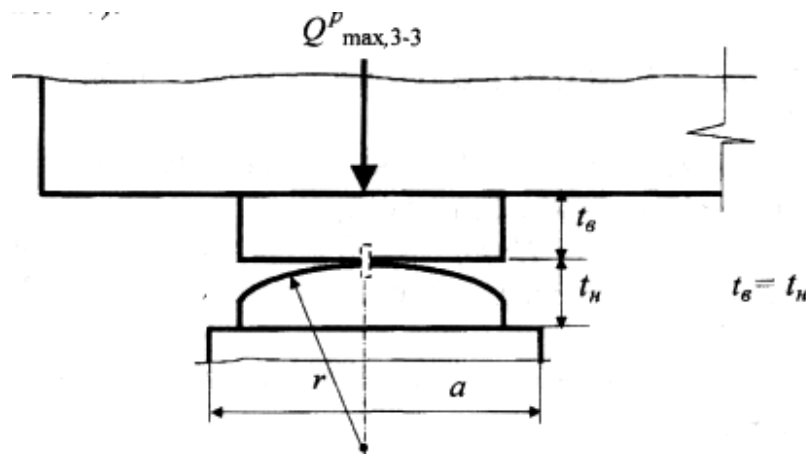


Рис. 45. Схема к определению радиуса кривизны поверхности нижней подушки

Расчёт на диаметрально сжатие следует выполнять по формуле [п. 8.112*]

$$\frac{Q^p_{\max,3-3}}{2rl} \leq R_{cd} \cdot m$$

где $Q^p_{\max,3-3}$ - расчётная поперечная сила в сечении 3-3 балки; l - длина касания, $l = (\epsilon_p - d)$; R_{cd} - расчётное сопротивление стали марки 25Л диаметральному сжатию при свободном касании (см. прил. 5); m - коэффициент условий работы, $m = 1$ [табл. 8,15*];

r - радиус кривизны поверхности подушки,

$$r = \frac{Q^p_{\max,3-3}}{2l \cdot R_{cd} \cdot m}$$

В курсовом проекте расчёт подферменной плиты не выполняется.

2.6. Опоры путепровода.

Опоры путепровода являются ответственными сооружениями, которые должны отвечать требованиям прочности, устойчивости, надежности. Основное назначение опор заключается в передаче нагрузки с пролетных строений на грунты основания. Разделение опор на береговые и промежуточные производится по условиям эксплуатации, передачи нагрузок и расположению. Промежуточные опоры чаще всего располагаются в зоне переменного уровня воды и подвергаются воздействию не только вертикальных, но и горизонтальных нагрузок, в том числе ледохода и навала судов. Береговые опоры в большинстве своем располагаются на суходоле и сопрягаются с конусами подходов насыпей. Поэтому на береговые опоры, кроме вертикальных нагрузок, действуют значительные горизонтальные силы от давления грунта.

В плане тело опор имеет различное очертание: прямоугольное, с закругленными или заостренными боковыми гранями, круглое (рис.46)

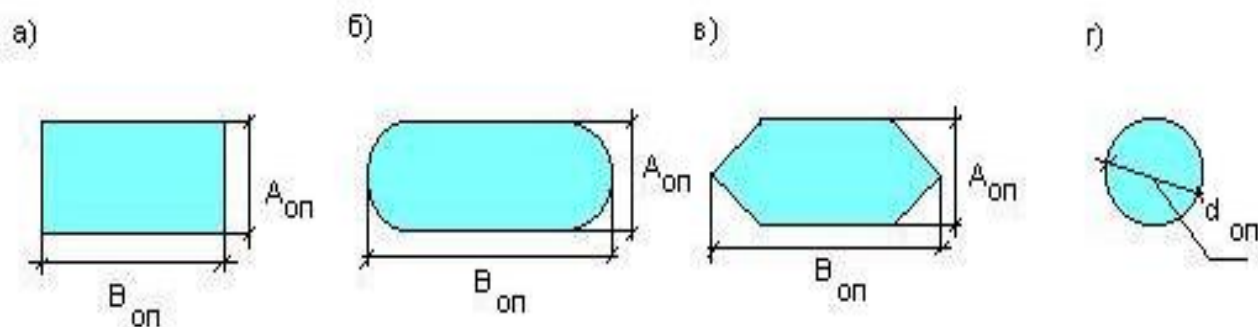


Рис. 46 Типы сечений тела опоры: а – прямоугольное; б – закругленное; в – заостренное; г – круглое; $A_{оп}$ – размер вдоль оси путепровода; $B_{оп}$ – размер поперек оси путепровода; $d_{оп}$ – диаметр.

При проектировании на выбор формы тела опоры большое значение оказывают классность реки и интенсивность ледохода. Опоры, возводимые на суходоле, как правило, применяются прямоугольного сечения в плане. Опоры, располагаемые в русловой части, должны обеспечивать пропуск паводков (высоких вод) под путепроводом без подмыва (размыва) грунта основания и иметь закругление (заострение) боковых граней.

В современных условиях применяются опоры массивные и облегченные, монолитные, сборно-монолитные и сборные. При сооружении средних путепроводов предпочтение отдается сборно-монолитным и сборным конструкциям.

Массивные сборно-монолитные опоры применяются при наличии на реке ледохода. Они состоят из контурных бетонных или железобетонных блоков, служащих облицовкой, и монолитного бетона заполнения. Контурные блоки облицовки должны иметь толщину и высоту не менее 40 см, но чаще всего применяются высотой 70 см или 100 см. Блоки имеют анкеровку в бетон заполнения преимущественно арматурными выпусками. Располагаются контурные блоки горизонтальными рядами с перевязкой или

без перевязки швов. Стыки между блоками толщиной 10 – 15 мм бетоном ядра сечения опоры и расшивкой цементно-песчаным раствором с наружной стороны.

Массивные сборно-монолитные опоры проектируются, как правило, на фундаментах глубокого заложения (сваях, сваях-оболочках, буронабивных или буроопускных столбах).

В современных условиях широкое распространение получили безростверковые опоры, рис. 47.

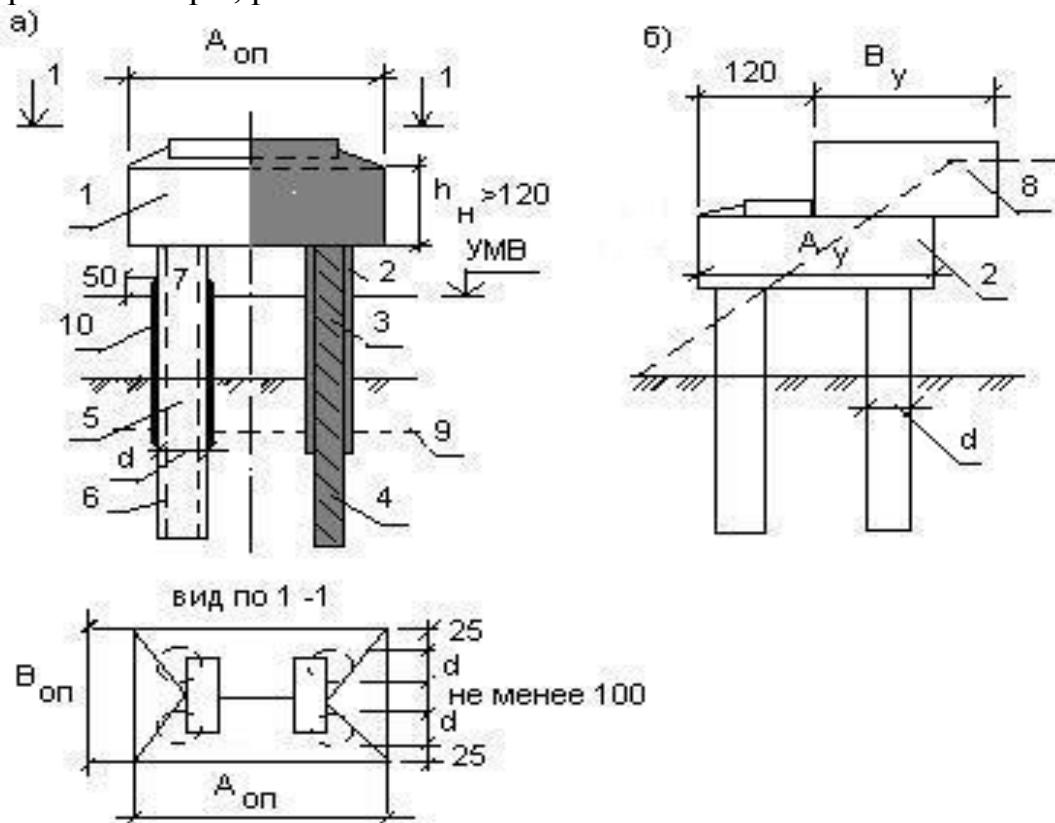


Рис. 47. Безростверковые опоры: а - промежуточная; б - береговая; 1-монолитная насадка; 2-свая-оболочка; 3-монолитный бетон; 4-подводный бетон; 5-буронабивной столб; 6-продольная арматура; 7 - надфундаментная стойка; 8-шкафной блок; 9-уровень сезонного промерзания грунта; 10-металлический кожух.

Для железнодорожных мостов и путепроводов применяется монолитная насадка, размеры которой в плане определяются в зависимости от расположения опорных частей, количества и размещения свай (столбов, оболочек), а высота должна быть не менее 1.2 м (см. рис. 47).

Свай-оболочки проектируются диаметром 1.6 – 3.0 м с длиной секций 4 – 8 м по проекту Ленгипротранспутепровода. Свая-оболочка представляет собой железобетонную конструкцию круглого сечения толщиной 12 – 15 см, заполненную армированным бетоном, или полую. Как правило, в ней предусматривается горизонтальное армирование и сварные равнопрочные стыки [7]. Технология погружения свай-оболочек определяется способом разработки опережающей скважины в зависимости от вида грунта

основания. После ее погружения устанавливается арматурный каркас и производится заполнение оболочки бетоном.

Буронабивные столбы проектируются диаметром 0.8 – 1.0 м и состоят из двух элементов: надфундаментной стойки и вертикального столба, объединенных с помощью водонепроницаемого металлического кожуха или бетоном омоноличивания [7]. Наибольшее применение получили три типа буронабивных столбов: первый с диаметрами буронабивного столба $d_1 = 1.5$ м и сборной стойки – $d_2 = 1.35$ м; второй – $d_1 = 1.5$ м и $d_2 = 0.8$ м; третий – $d_1 = 1.2$ м и $d_2 = 0.6$ м. Для безростверковых опор буронабивные столбы проектируются при условии, что бурение скважин и подводное бетонирование осуществляется с применением извлекаемых обсадных труб [7]. Буронабивной столб сооружается устройством в грунт скважины с креплением стенок обсадными трубами, установкой в нее арматурного каркаса и заполнением бетонной смесью подводным способом методом вертикального перемещения трубы или под давлением бетононасосами.

Буроопускные столбы проектируются диаметром 0.6 – 0.8 м. Железобетонные столбы заводского изготовления длиной от 6 до 15 м (с шагом 1 м) устанавливаются в предварительно пробуренную скважину диаметром 0.8 – 1.0 м с последующим заполнением пазух вокруг столба цементно-песчаным раствором. Находят применение также столбы с уширенной пятой.

Безростверковые опоры состоят из одного – двух вертикальных или наклонно погруженных свай (столбов, оболочек). Размеры поперечного сечения и длину свай назначают по результатам расчета несущей способности фундаментов с учетом действующих нагрузок, геологических, гидрологических условий, глубины сезонного промерзания грунтов, общего и местного размывов дна русла, особенностей технологии их возведения.

Последовательность разработки конструкции промежуточной или береговой опоры заключается в следующем: выбирают тип конструкции, назначают геометрические параметры элементов (опорных площадок, подферменной плиты, насадки, тела опоры, свай, свай-оболочек, буронабивных или буроопускных столбов), осуществляют расчет фундамента и уточняют первоначальные размеры опоры.

2.6.1 Устои

Существует большое разнообразие конструктивных форм береговых опор. Они подразделяются на два типа: обсыпные, когда конус насыпи выходит за переднюю стенку, уменьшая живое сечение русла; необсыпные, когда конус подходной насыпи не выходит за переднюю грань и фундамент (рис. 48)

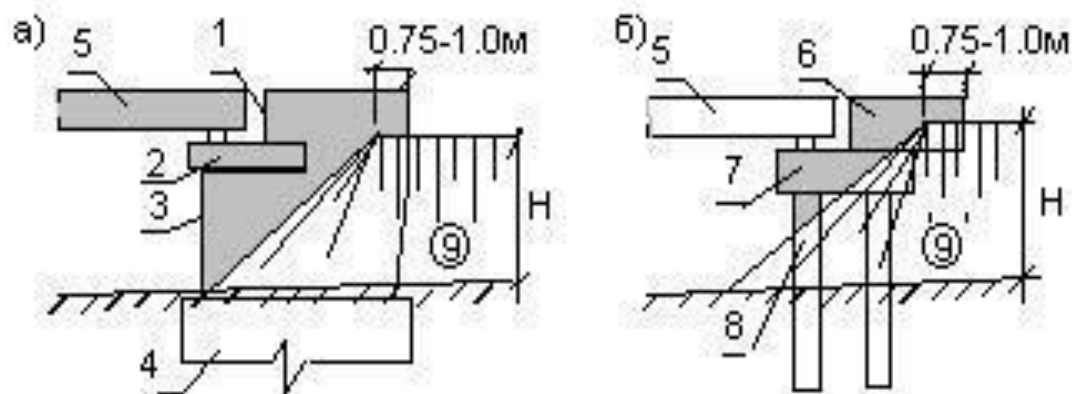


Рис. 48 Береговые опоры: а – необсыпные; б – обсыпные; 1-шкафная стенка; 2-подферменная плита; 3-передняя сенка; 4-фундамент; 5-пролетное строение; 6-шкафной блок; 7-плита насадка; 8-свая-оболочка; 9-подходная насыпь; Н-высота насыпи.

Необсыпные устои применяются преимущественно при высоте насыпи $H \leq 6$ м, а обсыпные – $H \geq 6$ м в средних или больших путепроводах.

В зависимости от высоты подходной насыпи (Н) и длины пролетного строения (l_n) могут найти применение монолитные, сборно-монолитные и сборные устои, основные характеристики которых представлены в прил. 2. При выборе береговых опор путепровода необходимо обратить внимание на применение типовых конструкций, а также соблюдение условий индустриальности. Кроме того, надо помнить о соблюдении условий, связанных с дальностью перевозки сборных элементов от полигона или МЖБК до места расположения путепровода. Экономически выгодной считается дальность транспортировки элементов по железной дороге 2.0 тыс. км, речным транспортом - 1.5 тыс. км, автомобильным - до 200 км.

Учитывая, что курсовой проект предусматривает проектирование среднего железобетонного железнодорожного путепровода, то при выборе и обосновании конструкции береговой опоры предпочтение следует отдавать безростверковым конструкциям.

Основные размеры опор следует назначать с соблюдением принципов модульности и унификации в строительстве, а также возможности использования при монтаже и перевозке строительных кранов и имеющихся транспортных средств.

2.6.2. Промежуточные опоры.

При выборе типа промежуточных опор необходимо проанализировать геологические, гидрологические, климатические и др. местные условия района проектирования путепровода.

При проектировании промежуточных опор определяют минимально требуемые размеры, исходя из геометрических показателей пролетных строений, опираемых на опору ($l_n + l_p$), опорных частей ($a_{оч}$, $b_{оч}$), опорных площадок (c_1), подферменной плиты (c_2, c_3) (рис. 49).

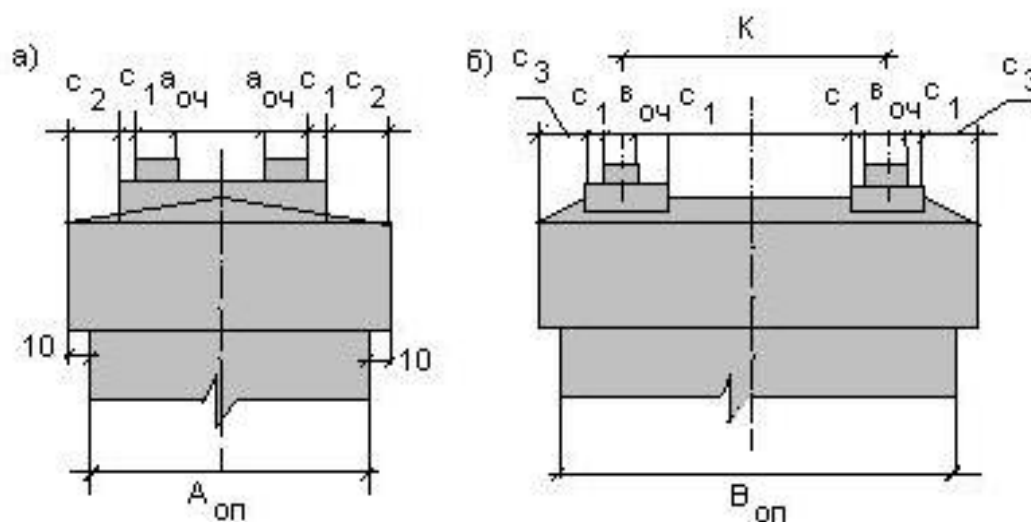


Рис 49 Схема опоры для определения минимальных размеров: а – вид вдоль оси путепровода; б – вид поперек оси путепровода; $A_{оп}$, $B_{оп}$ – размеры опоры вдоль и поперек оси путепровода; K – расстояния между осями главных балок пролетного строения; $a_{оч}$, $b_{оч}$ – размеры опорной части вдоль и поперек оси путепровода.

Минимально требуемый размер опоры вдоль оси путепровода ($A_{оп}$, м) определяется из выражения:

$$A_{оп} = l_n - l_p + e + a_{оч} + 2c_1 + 2c_2 - 0.2,$$

где $a_{оч}$ – продольный размер опорной части (см. табл.П.1); C_1 - расстояние между торцами опорной части и опорной площадки, $C_1 = 0.15-0.20$ м; C_2 - расстояние между торцами опорной площадки и подферменной плиты, $C_2 = 0.30$ м.

Минимально требуемый размер опоры поперек оси путепровода ($B_{оп}$, м) определяется:

$$B_{оп} = K + b_{оч} + 2c_1 + 2c_3 - 0.2,$$

где K – расстояние между осями главных балок пролетного строения, $K = 1,8$ м; $b_{оч}$ – поперечный размер опорной части (см. табл.П.1); C_3 - поперечный размер подферменника от опорной площадки, см.рис.2.6-б, $C_3 = 0,3$ м для опоры прямоугольного поперечного сечения в плане; $C_3 = 0,5 A_{оп}$ для опоры обтекаемой формы сечения.

Высота подферменной плиты составляет $0.4 - 0.6$ м.

С учетом минимально требуемых размеров подбирают типовую конструкцию опоры.

В настоящее время для средних путепроводов с пролетными строениями длиной до 33 м рекомендуется отдавать предпочтение опорам на сваях-оболочках, буронабивных или буропускных столбах.

При разработке конструкции безростверковой опоры сначала определяются предварительные минимально требуемые размеры монолитной плиты насадки без учета в этих формулах величины 0.2 м.

При разработке безростверковых опор под цельноперевозимые железобетонные пролетные строения железнодорожных путепроводов предпочтение отдается типовым проектам столбов, но допускается их проектировать индивидуально с учетом местных условий и возможностей строительных организаций. Тип свайных элементов безростверковых опор выбирается исходя из условия обеспечения предельного использования прочностных свойств материала свай при минимальной стоимости работ по их возведению.

В исходных данных на курсовое проектирование указывается вид подстилающего грунта, характеристики которого служат основой определения параметров фундамента.

Безростверковые опоры на столбах допускается проектировать в любых немерзлых и вечномерзлых грунтах, включая крупнообломочные и скальные. Забивные сваи целесообразно применять в грунтах, допускающих возможность их погружения на расчетную глубину без устройства лидерных скважин.

На постоянно действующих водотоках при отсутствии ледохода возможно применение столбов и свай-оболочек для безростверковых опор. При наличии ледохода необходимо предусматривать специальные защитные устройства (металлические кожухи).

Рекомендуется при разработке первого варианта путепровода первоначально принять промежуточную опору безростверкового типа на столбах.

Материал элементов опоры определяется с учетом климатических условий района проектирования путепровода.

На листе формата А4 вычерчивается разработанная конструкция промежуточной опоры с видами вдоль, поперек оси путепровода.

Глубина заложения и требуемое количество свай, столбов или оболочек определяются на основании эскизного анализа различных вариантов по затратам материалов и проверяется по приближенным расчетам по прочности грунтового основания.

После определения минимально требуемых размеров монолитной насадки безростверковой опоры по выражениям первоначально принимают количество железобетонных столбов – 4, оболочек – 2. Размещение их в монолитной плите осуществляется с соблюдением следующих условий (см. рис.48): расстояние от столба до кромки плиты должно быть не менее 0.25 м, а в свету между столбами не менее 1.0 м. Если подобранные ранее размеры $A_{оп}$ и $B_{оп}$ (см. рис. 50) не удовлетворяют условию размещения свай, столбов, оболочек в плите насадке, то они корректируются.

Необходимое количество свай, столбов, оболочек в плите насадке определяют по условию их размещения.

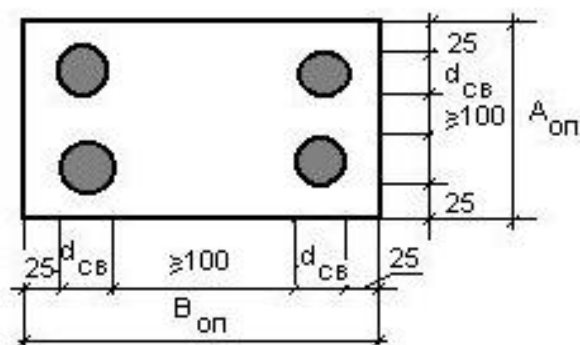


Рис. 50. Схема размещения свай в плите

Далее определяется первоначальная глубина заложения свай (столбов, оболочек) в грунт основания h_z (рис. 51).

При определении длины сваи (столба, оболочки) учитывается глубина общего ($h_{пр}$) и местного размыва ($h_{мр}$), а также заделка в грунт не менее 4 м. Если $h_{мр}$ неизвестна, то можно принять $h_{мр}=2.5$ м (см. рис. 51).

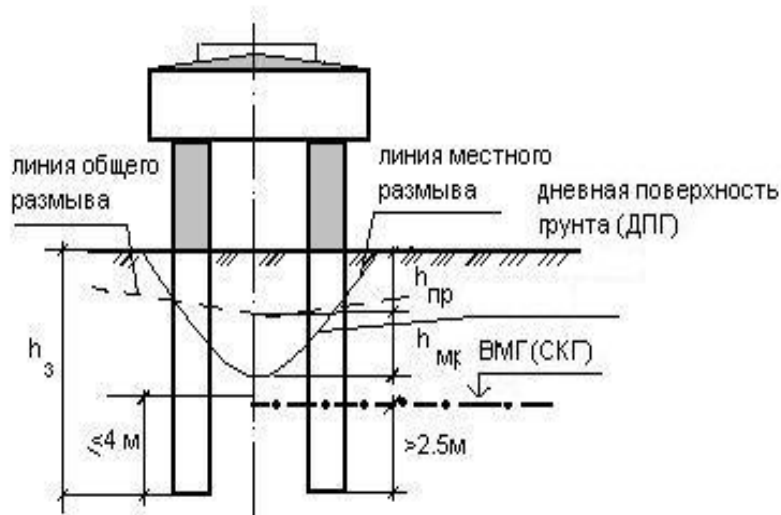


Рис. 51. Схема опоры для определения глубины заложения свай (столба, оболочки): ВМГ - граница вечномерзлого грунта; СКГ – граница скального грунта

Нижний конец свай следует заглублять в прочные грунты не менее 1,0 м,, прорезая более слабые напластования грунтов,. Анкеровка столбов или оболочек в вечномерзлые грунты должна осуществляться на глубину не менее 2,5 - 3,0 м, а в скальные - не менее 2.5 м.

Размер обреза фундамента сборно-монолитных опор и его расположение по высоте назначают с учетом обеспечения пропуска льда и лесосплава. Бетонные ростверки, на которые опирается массивное тело опоры, как правило, устраиваются с уступами или наклонными боковыми гранями (с наклоном к вертикали не более 30°). Кроме того, предусматривается тампонажный слой бетона (водозащитная подушка) толщиной не менее 1 - 1,5 м. Таким образом, подошва ростверка должна располагаться ниже низа льда не менее, чем на 0,25 м, а также с учетом высоты тампонажного слоя бетона.

Глубина заделки в грунт и количество свай (столбов, оболочек) окончательно определяется из условия:

$$N_{св} \geq \frac{N_d}{n},$$

где N_d - расчетная сжимающая сила, действующая на сваи в плоскости подошвы ростверка, которая определяется по следующему выражению (рис. 52):

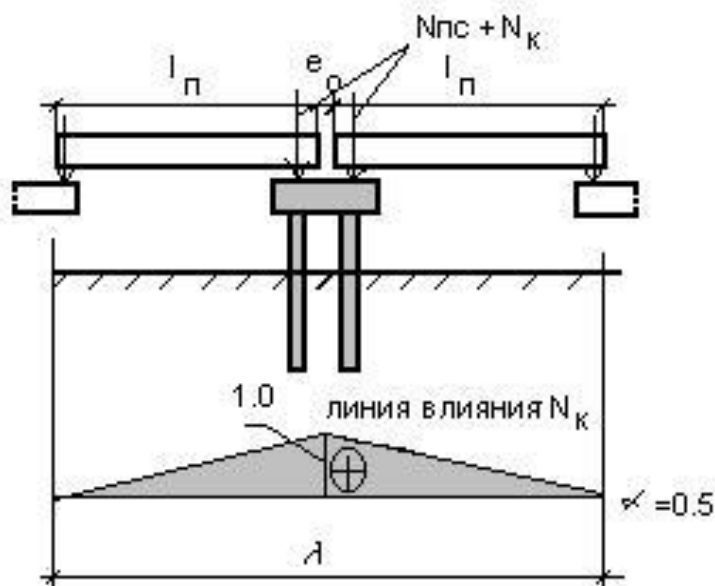


Рис.52. Расчетная схема безростверковой опоры

$$N_d = 1.1N_{н.с.} + 1.1N_{оп} + 1.23N_v,$$

где $N_{н.с.}$ - собственный вес пролетного строения, опирающегося на опору (см. табл.прил.1); $N_{оп}$ - собственный вес опоры выше обреза фундамента; $N_{св}$ - несущая способность сваи (столба, оболочки) по грунту, которая ориентировочно может быть принята по прил. 4 в зависимости от количества свай (столбов, оболочек) в типовом решении опоры; N_v - временная нагрузка от подвижного состава, которая определяется по выражению:

$$N_v = w_{л.вл.} v,$$

где v - эквивалентная нагрузка, определяемая в зависимости от длины загрузения линии влияния (λ) и положения ее вершины (α). При этом $\lambda = 2l_n + e_0$; $\alpha = a/\lambda$, где a - расстояние от опоры до вершины линии влияния; $w_{л.вл.}$ - площадь линии влияния v , определяемая как:

$$w_{л.вл.} = 0.5(2l_n + e_0).$$

Подошва массивного фундамента мелкого заложения опоры должна быть определена с учетом глубины промерзания грунта, общего и местного размыва и дальнейшего его заглубления в грунт не менее 2,5 м, а при отсутствии размыва – с учетом глубины промерзания грунта.

Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

«Проектирование мостовых сооружений.»

1. Автодорожный мост через реку Обь у г. Сургута: особенности проектирования и строительства: учеб. пособие по курсу "Проектирование мостов" для студ. спец. 2910, 2911 / И. Г. Овчинников [и др.]; Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов: СГТУ, 2002. - 164 с. Экземпляры всего: 37

2. Бычковский Н.Н. Сборно-монолитные железобетонные пролетные строения мостов / Н. Н. Бычковский, С. К. Пшеничников; Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 2005. - 296 с. Экземпляры всего: 5

3. Вариантное проектирование автомобильно-дорожных мостов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль «Автомобильные дороги»/ — Электрон. текстовые данные.— Донецк: Цифровая типография, 2020.— 134 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/93854.html>.— ЭБС «IPRbooks».

4. Волков А. А. Основы проектирования, строительства, эксплуатации зданий и сооружений [Электронный ресурс]: учебное пособие / Волков А.А., Теличенко В.И., Лейбман Н.Б. - Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 492 с. - ISBN 978-5-7264-0995-5: Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30437>. - ЭБС "IPRbooks", по паролю.

5. Даляев, Н. Ю. Железобетонный мост : учебно-методическое пособие / Н. Ю. Даляев, А. В. Квитко, П. А. Петухов. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 68 с. — ISBN 978-5-9227-0581-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/49957.html> (дата обращения: 25.05.2020). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

6. Денисов А.В., Автоматизированное проектирование строительных

конструкций : учебно-практическое пособие / А.В. Денисов - М. : Издательство МИСИ - МГСУ, 2017. - 161 с. - ISBN 978-5-7264-1571-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785726415710.html>

7. Защита от коррозии металлических и железобетонных мостовых конструкций методом окрашивания [Текст] / И.Г. Овчинников [и др.]. - Саратов: изд-во "Кубик", 2014. - 504 с. Экземпляры всего: 10
8. Инженерные сооружения в транспортном строительстве: в 2 кн.: Кн. 2: учебник / П. М. Саламахин [и др.]; ред. П. М. Саламахин. - 3-е изд., испр. - М.: ИЦ "Академия", (2014, 2008, 2007) - 272 с. Экземпляры всего: 68
9. Ремонт и реконструкция мостов и труб на автомобильных дорогах [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль «Автомобильные дороги»/ — Электрон. текстовые данные.— Донецк: Цифровая типография, 2019.— 111 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/93873.html>.— ЭБС «IPRbooks»
10. Примеры расчета железобетонных мостов: учеб. пособие для вузов / Я. Д. Лившиц, М. М. Онищенко, А. А. Шкуратовский. - Киев: Вища школа, 1986. - 263 с. Экземпляры всего: 19
11. Проезжая часть автодорожных мостов: дорожная одежда, гидроизоляция, водоотвод [Текст]: учебное пособие / А.Г. Щербаков [и др.]. - Саратов: Изд-во СГТУ, 2003. - 207 с. Экземпляры всего: 36
Расчет балочных разрезных железобетонных пролетных строений мостов и путепроводов на автомобильных дорогах : методические указания к курсовому и дипломному проектированию / составители В. И. Мерсиков, И. Н. Есикова. — Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2009. — 34 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/16052.html>
12. Российский В.А. Примеры проектирования сборных железобетонных мостов: учеб. пособие / В. А. Российский, Б. П. Назаренко, Н. А. Словинский; под ред. В. А. Российского. - 2-е изд. - М.: Изд-во "Высшая школа", 1970. - 520 с. Экземпляры всего: 19
13. Современные конструкции деформационных швов автодорожных мостов: учеб. пособие по курсу "Проектирование мостов" для студ. спец. 2910, 2911 / И. Г. Овчинников [и др.]; Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов: СГТУ, 2002. - 137 с. Экземпляры всего: 35
14. Современные конструкции опорных частей автодорожных мостов [Текст]: учебное пособие / Овчинников И. Г. [и др.]. - Саратов: Изд-во СГТУ, 2004. - 130 с. Экземпляры всего: 37
15. СП 35.13330.2011 "Мосты и трубы". - Режим доступа: http://nstroy.ru/nstroy_archive/nstroy/443423296-SP%2035.13330.pdf
16. Известия вузов. Строительство : науч.-теорет. журн. - Новосибирск : НГАСУ, 1958 – (2010-2020 г.), №1-12. ISSN 0536-1052.
17. Транспортное строительство: научно-технич. и производ. журнал. - М.: ООО "Трансстройиздат" (2010-2020 г.), №1-12. ISSN 0131-4300.

18. https://portal.sstu.ru/Fakult/INETS_/TST/08.03.01.9/B.1.2.7/default.aspx (Проектирование мостов. Железобетонные мосты, <https://portal.sstu.ru/>- Информационно-образовательная среда СГТУ (ФГОС). Лекции, ИОС, папка 1.1. Презентации, ИОС, папка 1.2. Учебные пособия, ИОС, папка 1.3. Дополнительные материалы, ИОС, папка 1.9. Учебно-методические материалы, ИОС, папка 2)

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

19. <http://window.edu.ru/> Электронная библиотека учебно-методической литературы для общего и профессионального образования.

20. <http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека.

21. <http://www.scholar.ru/> Научные статьи, диссертации и авторефераты из электронных научных библиотек.

3. Требования к оформлению курсового проекта

Содержание пояснительной записки.

Пояснительная записка должна включать в себя следующие разделы:

- Введение.
- Характеристика условий проектирования железобетонного моста.
- Составление вариантов моста и их технико-экономического сравнение.
- Расчет пролетного строения.
- Конструирование элементов плиты проезжей части.
- Заключение.
- Список литературы.

В разделе *Характеристика условий проектирования железобетонного моста* следует описать гидрологические, геологические и климатические условия расположения моста. Описание необходимо дать, опираясь на фактические данные, указанные в задании.

В разделе *Составление вариантов моста и их технико-экономического сравнение* по каждому варианту следует дать краткое описание схемы моста, конструкций пролетных строений, опор и фундаментов. Необходимо сформулировать свои соображения, на основе каких параметров разработан или принят тот или иной конструктивный элемент, дать краткую характеристику его основных достоинств для применения в рассматриваемом районе проектирования, а также привести основные технико-экономические показатели. По каждому варианту должны быть приложены расчеты опор, фундаментов, отметок, объемов работ, стоимостей отдельных элементов и моста в целом. Кроме того, необходимо дать сравнение вариантов моста и обоснование по выбору наиболее оптимального решения.

В разделе *Расчет пролетного строения* дается описание методик расчета, приводятся результаты расчетов пролетных строений с краткими выводами.

В *Заключении* приводятся основные данные и краткая характеристика наиболее оптимального варианта железобетонного моста и параметров запроектированного пролетного строения.

Графическое оформление.

Графическая часть курсового проекта включает разработку вариантов моста и конструктивных чертежей элементов железобетонного пролетного строения.

На чертежном листе №1 формата А1 вычерчиваются два варианта железобетонного моста. При этом должны быть изображены продольный профиль русла реки (водотока) в створе мостового перехода, схема моста, его поперечное сечение, геологические и геофизические особенности, таблица технико-экономических показателей. Чертежи выполняются в соответствующем масштабе. Для этого необходимо руководствоваться

указаниями [6].

Конструктивные чертежи пролетного строения и его элементов вычерчивают на чертежном листе №2 формата А1. При вычерчивании элементов пролетного строения рекомендуется использовать параметры типовых пролетных строений. На данном чертеже необходимо показать:

- фасад балки пролетного строения;
- поперечное сечение пролетного строения с указанием элементов (водоотводных трубок, тротуарных консолей; монтажного стыка блоков, гидроизоляцию);
- план балластного корыта;
- план мостового полотна;
- продольное армирование балки;
- поперечное армирование балки;
- армирование плиты проезжей части (арматурные сетки);
- спецификацию арматуры пролетного строения.

Чертежи выполняются с соблюдением требований ГОСТ основных положений ЕСКД [6].

4. Критерии оценки качества выполнения курсового проекта

Подготовленный и оформленный в соответствии с требованиями курсовой проект оценивается преподавателем по следующим критериям:

- достижение поставленной цели и задач проекта;
- уровень эрудированности автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников, степень использования в работе результатов исследований);
- культура письменного изложения материала (логичность подачи материала, грамотность автора)
- культура оформления материалов проекта (соответствие самостоятельной работы всем стандартным требованиям);
- степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всесторонность раскрытия темы, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность примеров, иллюстративного материала, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению);
- качество и ценность полученных результатов (степень завершенности исследования, спорность или однозначность выводов);
- использование литературных источников;
- качество разработки расчетно-конструкторской части курсового проекта.

Объективность оценки курсового проекта преподавателем заключается в определении ее положительных и отрицательных сторон, по совокупности

которых он окончательно оценивает представленную самостоятельную работу.

Применяемая в университете рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся при выполнении курсового проекта представлена в таблице 1.

Таблица 1

№	Виды контрольных мероприятий текущего контроля	Баллы
1 аттестация		
1	Разработка элементов (разделов) курсового проекта	30
ИТОГО за первую текущую аттестацию		30
2 аттестация		
2	Разработка элементов (разделов) курсового проекта	30
ИТОГО за вторую текущую аттестацию		30
3 аттестация		
3	Защита курсового проекта	40
ИТОГО за третью текущую аттестацию		40
ВСЕГО		100

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

*Пролетные строения железнодорожных мостов из обычного и
преднапряженного железобетона по проектам
серии 3.501-46 инв. № 557 и серии 3.501-99 инв.№ 556*

Тип пролет ного строе ния	Пол ная длина l _п , м	Расчет ная длина l _р , м	Строи тельная высота h _{стр} , м	Шири на ребра (пли ты), м	Высо та опор ной части, см	Опор ная часть вдоль оси моста, см	Опор ная часть попе рек оси моста, см	Объем пролет ного строе ния, м ³	Масса одного блока пролет ного строе ния, т
<i>Плит ное однобл оч ное</i>	2.95	2.55	0.80	2.62	0.5	20	262	3.8	11.0
<i>Плит ное двухб лочное</i>	4.00	3.60	0.85	1.30	6.5	40	28	5.80	8.2
	5.00	4.50	0.90	1.30	6.5	40	28	7.74	11.0
	5.30	4.80	0.90	1.30	6.5	40	28	8.16	11.6
	6.00	5.40	0.95	1.30	6.5	40	28	10.10	14.1
	7.30	6.70	1.05	1.30	6.5	40	28	14.20	19.6
	7.70	7.10	1.05	1.30	6.5	40	28	14.90	20.6
	9.30	8.70	1.10	1.30	20	40	28	19.20	26.4
	9.85	9.25	1.10	1.30	20	40	28	20.30	27.9
	11.50	10.80	1.20	1.30	20	40	28	27.76	37.5
<i>Ребрис тое из обыч ного железо бетона</i>	9.30	8.70	1.40	0.50	20	40	80	15.92	22.3
	9.85	9.25	1.40	0.50	20	40	80	16.86	23.6
	11.50	10.70	1.55	0.50	20	40	80	20.76	28.9
	12.20	11.50	1.55	0.50	20	40	80	22.01	30.6
	13.50	12.80	1.70	0.50	20	40	80	27.14	37.3
	14.30	13.60	1.70	0.50	20	40	80	28.81	39.7
	16.50	15.80	1.90	0.50	20	40	80	36.39	49.2
<i>Ребрис тые предна пряже нные</i>	16.50	15.8	1.90	-	20	40	50	35.17	46.9
	18.70	18.00	2.05		20	40	50	46.18	60.9
	23.60	22.90.2	2.35		52	72	81	64.33	82.9
	27.60	6.90	2.75		52	72	81	83.01	107.6

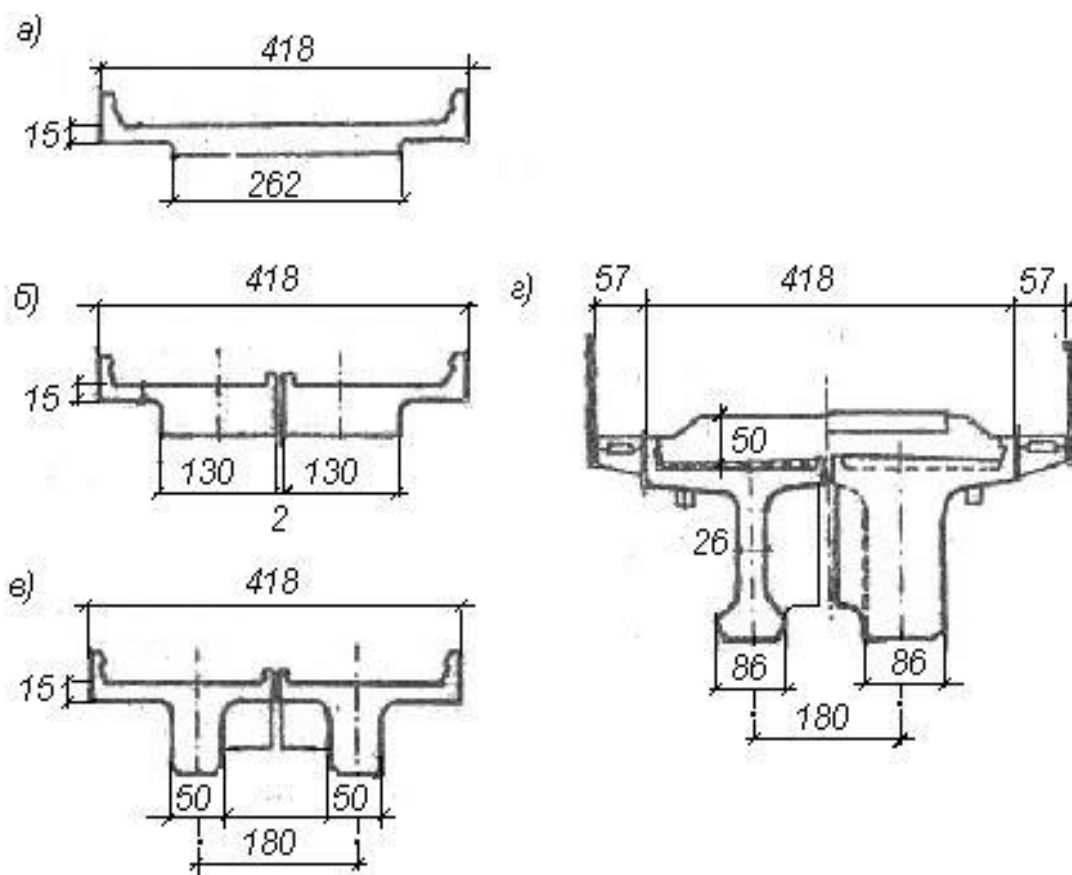


Рис. П.1 Схемы конструкций железобетонных пролетных строений :
а- плитное одноблочное; б- плитное двухблочное; в- ребристое из
ненапрягаемой арматуры; г- ребристое с напрягаемой арматурой

Основные характеристики типовых конструкций береговых опор

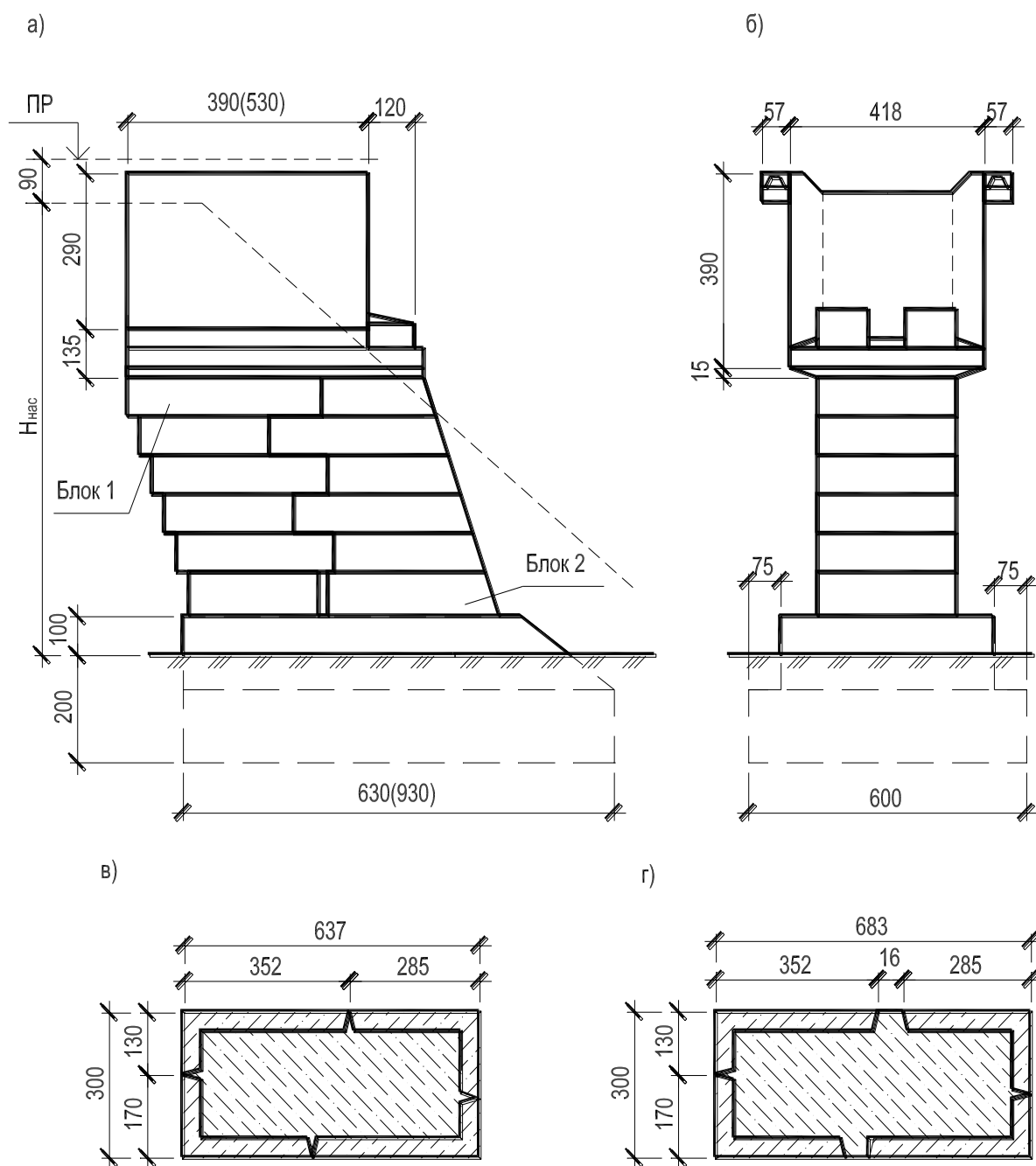


Рис. П.2.1 Схема сборно – монолитного устоя(типовой проект инв.№ 828):
 а- вид вдоль оси моста; б- вид поперек оси моста; в- поперечное сечение
 блока 1; г- поперечное сечение блока 2; ПР – отметка подошвы рельса;
 $H_{нас}$ - высота насыпи;

Продолжение прил.2

Таблица П.2.1

Объемы элементов сборно-монолитного устоя

Высота насыпи	Подферменник		Всего на устой с другими элементами			
	Объем блока, м ³	Вес арматуры, т	Объем контурных блоков, м ³	Вес арматуры, кН	Объем монолитного бетона заполнения, м ³	
					при ln=16,5м	при ln=16,5м
5,7	2,4	0,13	25,9	2,2	62,5	61,1
6,4	2,4	0,13	29,5	2,3	69,5	67,8
7,1	2,4	0,13	33,1	2,4	76,0	74,6
7,8	2,4	0,13	36,7	2,5	82,7	81,3
8,5	2,4	0,13	40,3	2,6	89,5	88,0
9,2	2,4	0,13	43,9	2,7	96,2	94,8

Таблица П.2.2

Характеристика контурных блоков сборно-монолитных устоев

Габаритные размеры, см	Объемы блока, м ³	Масса блока, кН
287x169x68	1,05	2,6
351x129x68	1,11	2,7
287x169x68	1,10	2,7
351x129x68	1,15	2,8
343x129x68	1,07	2,6
287x169x68	1,00	2,4

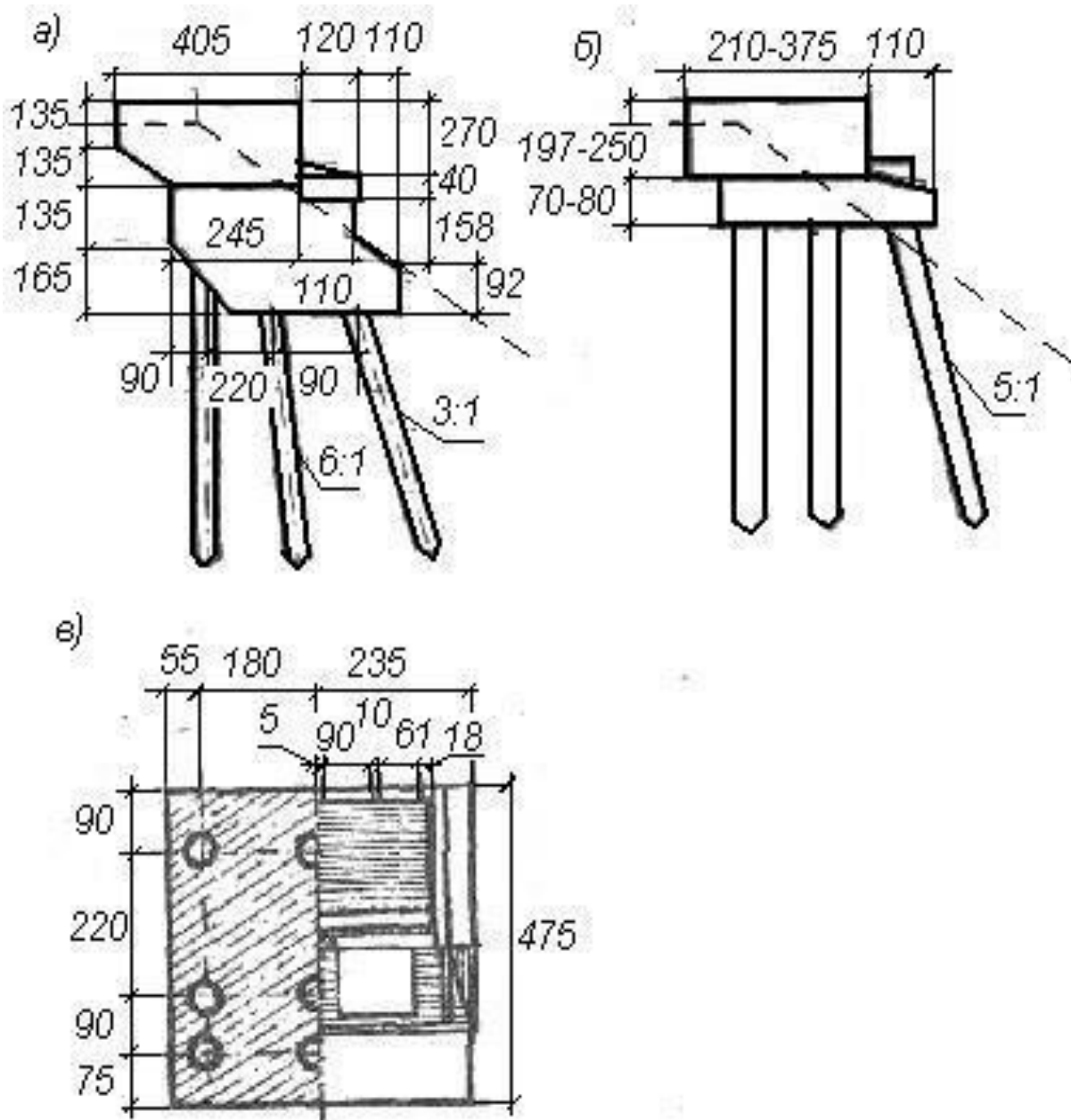


Рис.2. Схемы конструкций сборных устоев: а – устой на сваях-оболочках, инв. №828 под пролетные строения длиной 16,5 – 34,2 м; б – устой на сваях по типовому проекту инв. №708; в – поперечное сечение и план устоя на сваях-оболочках.

Таблица П.2.3

**Характеристика элементов свайного устоя по
типовым проектам инв.№ 708 и 828**

Тип устоя	Полная длина опирающегося пролетного строения l_n , м	Высота насыпи $H_{нас}$, м	Сечение свай, $см^2$	Расход бетона на устой, $м^3$
I (6 свай)	6,0	5,0	35х35	15,5
II (12 свай)	9,3	2,0 4,0 6,0	35х35	18,7 19,6 21,6
	11,5	4,0 6,0 8,0	35х35	20,4 22,4 31,0
III (12 свай)	16,5	8,0 8,0 10,0	35х35 40х40	82,8 86,8 88,8
	18,7	8,0 8,0 10,0	35х35 40х40	82,8 85,8 88,8
	23,6	10,0 12,0	40х40	100,3 105,3
	27,6	10,0 12,0	40х40	102,3 108,1

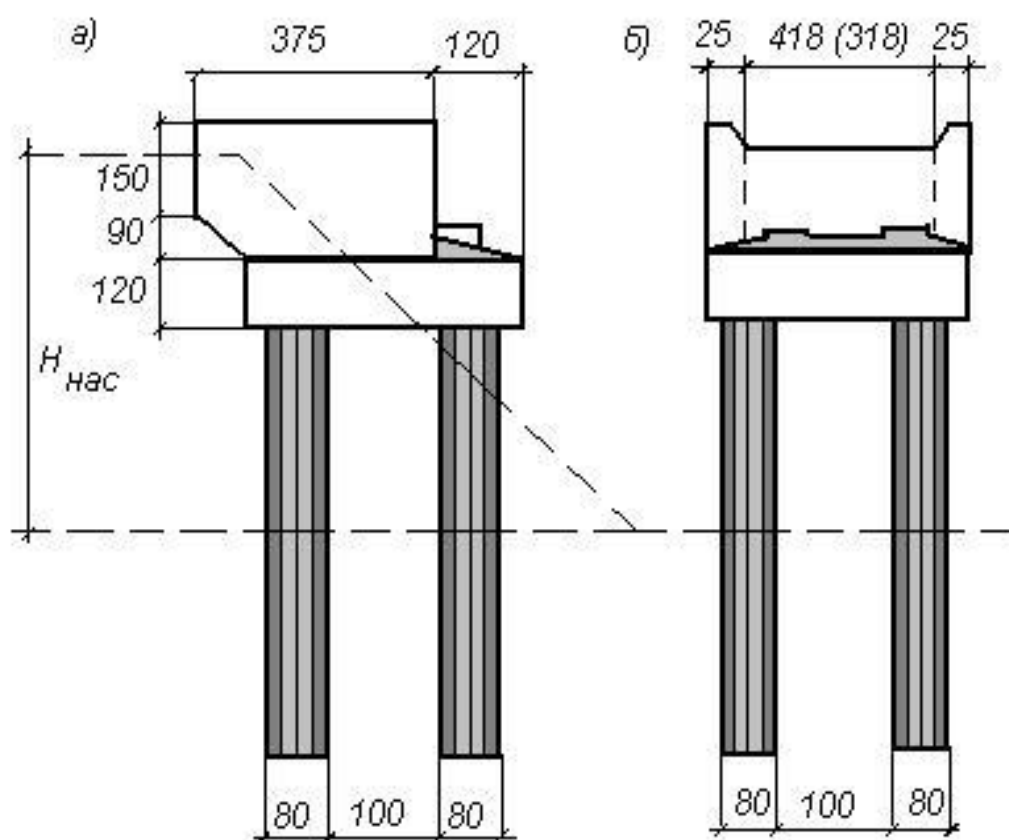


Рис. П.2.3. Схема бездоржелевой опоры: а – вид вдоль оси моста; б – вид поперек оси моста; ПР – отметка подошвы рельса; БЗП – отметка бровки земляного полотна; $H_{нас}$ – высота насыпи; 1 – уклон откоса насыпи.

Таблица П.2.4
Характеристика элементов бездоржелевого устоя

Наименование элементов	Размеры элементов, см	Объем бетона, м ³
Шкафной блок	375x418x240	5.38
Тротуарная часть	-	0.42
Плита – насадка	310x440x160	21.82
Опорная площадка	250x100x20	0.50
Бетон омоноличивания	-	3.00

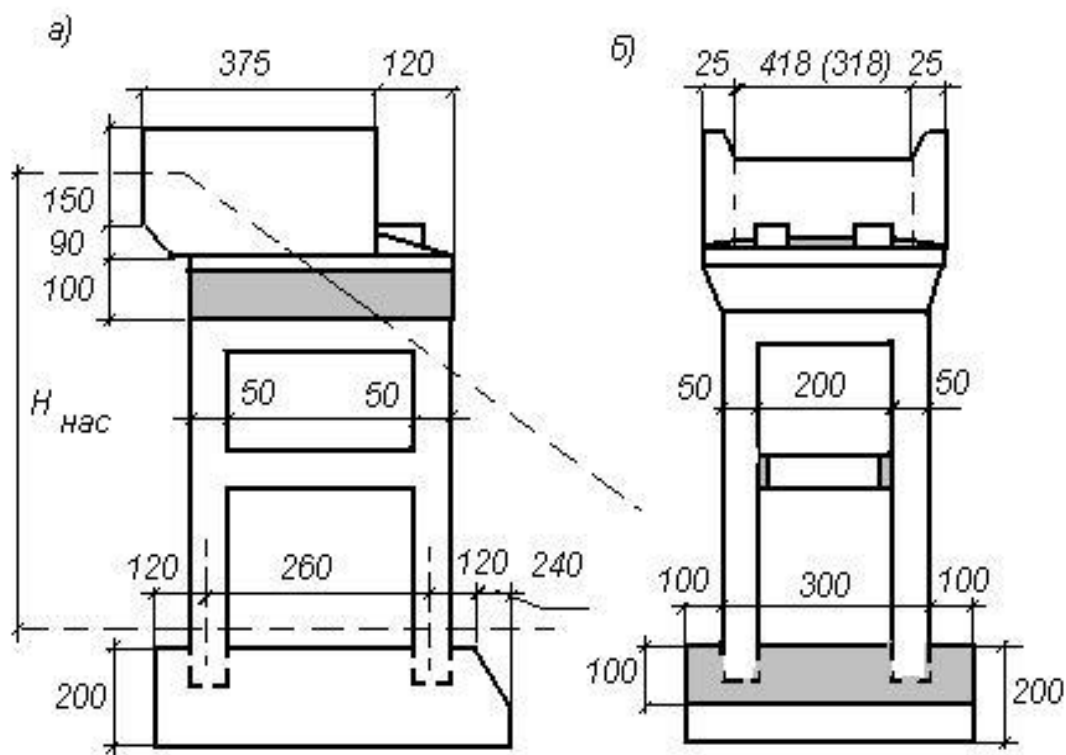


Рис. П 2.4. Схема рамного устоя по типовому проекту инв. №828: а- вид вдоль оси моста; б- вид поперек оси моста; $H_{нас}$ - высота насыпи

Таблица П.2.5

Характеристика элементов рамного устоя

Наименование элемента	Объем бетона, м ³
Шкафной блок	5.38
Подферменник	2.40
Монолитный прокладник	10.80
Распорки	0.80
Бетон омоноличивания стыков распорок	0.21
Рама:	
высота насыпи равна 10 м	11.20
высота насыпи равна 9 м	10.10
высота насыпи равна 8 м	8.80
фундамент	70.50
Бетон омоноличивания стыков шкафного блока	6.00

Основные характеристики конструкций промежуточных опор железнодорожных мостов под пролетные строения длиной 16,5 – 34,2 м

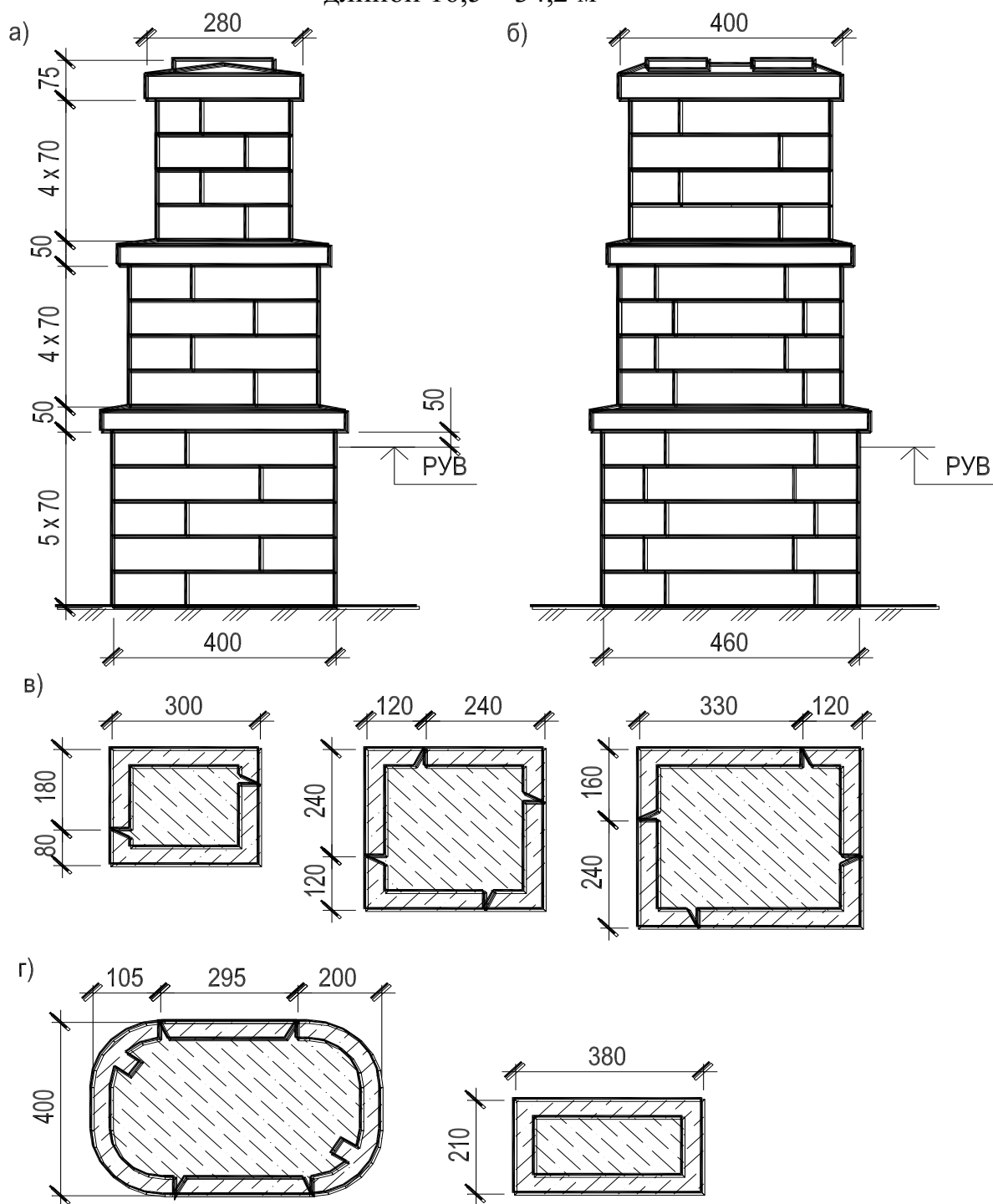


Рис. П.3.1. Схема сборно-монолитной промежуточной опоры по типовому проекту инв. №828: а- вид вдоль оси моста; б- вид поперек оси моста; в- поперечные сечения блоков на уровне воды (ПУВ); г- поперечные сечения блоков ниже уровня воды (ПУВ); ПУВ- отметка расчетного уровня воды

Продолжение прил. 3

Таблица П.3.1

Основные характеристики сборно-монолитных
промежуточных опор по типовому проекту инв.№ 828

Наименование элементов	№ блока	Объем одного блока	Габаритные размеры контурных блоков
Подферменник	-	2.65	-
Прокладник	-	1.83	-
Контурный блок	1	1.20	300x180x68
	2	0.79	240x120x68
	3	1.12	330x160x68
	4	0.87	295x100x68

Таблица П.3.2.

Основные объемы сборно-монолитных
промежуточных опор

Полная длина пролетного строения, м	Высота опоры, м	Объем блоков, м ³	Объем бетона заполнения, м ³	Объем на одну опору, м ³
16.5	6.7	38.3	58.8	97.1
16.5	8.8	50.1	80.0	130.1
18.7	10.3	55.3	81.7	137.0
23.6	12.4	62.5	90.9	153.4
27.6	14.5	73.4	110.8	184.2

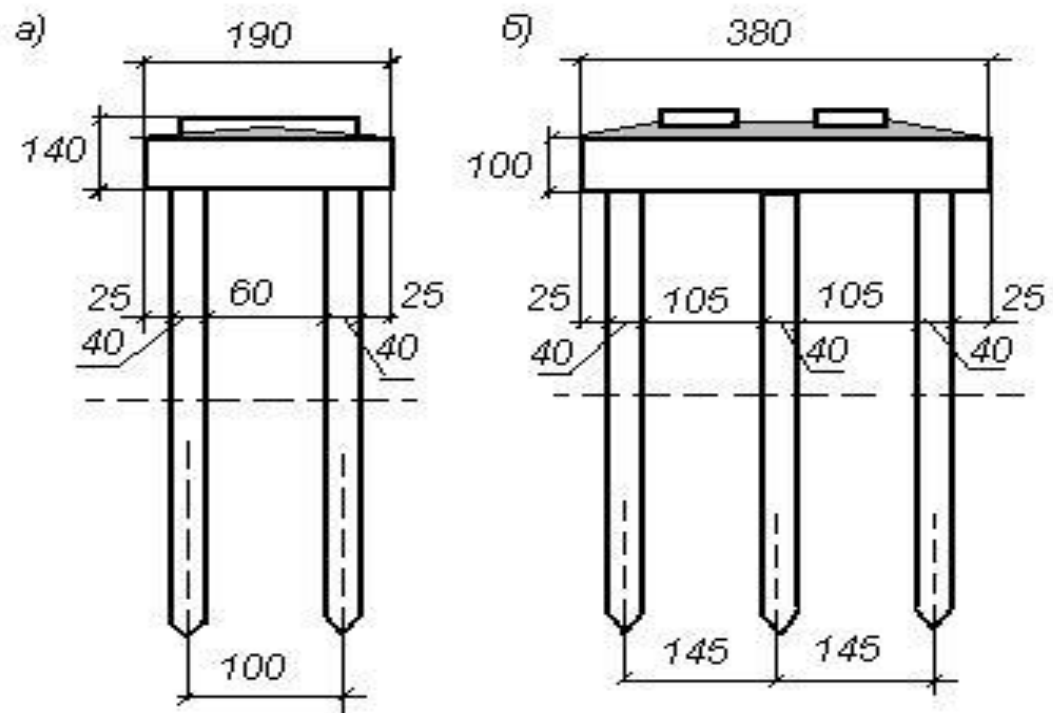


Рис. П.3.2. Схема промежуточной опоры на вертикальных сваях по типовому проекту инв. №708 для пролетных строений длиной 9,3 – 16,5 м: а- вид вдоль оси моста; б- вид поперек оси моста

Таблица П.3.3

Основные характеристики промежуточных опор
на вертикальных сваях 40х40 см по типовому проекту инв. №708

Полная длина пролетного строения, м	Высота опоры, м	Количество свай, шт.	Объем свай, м ³	Объем монолитного бетона плиты насадки, м ³	Общий объем, м ³
9.3	5.30	6	11.7	5.9	17.6
	6.30	6	12.7	5.9	18.6
11.5	5.15	6	11.6	5.9	17.6
	6.15	6	12.7	5.9	18.6
13.5	3.98	6	10.8	5.9	16.7
	4.98	6	11.8	5.9	17.6
16.5	2.78	6	9.8	5.9	15.7
	3.78	6	10.8	5.9	16.7
	4.78	6	11.8	5.9	17.6

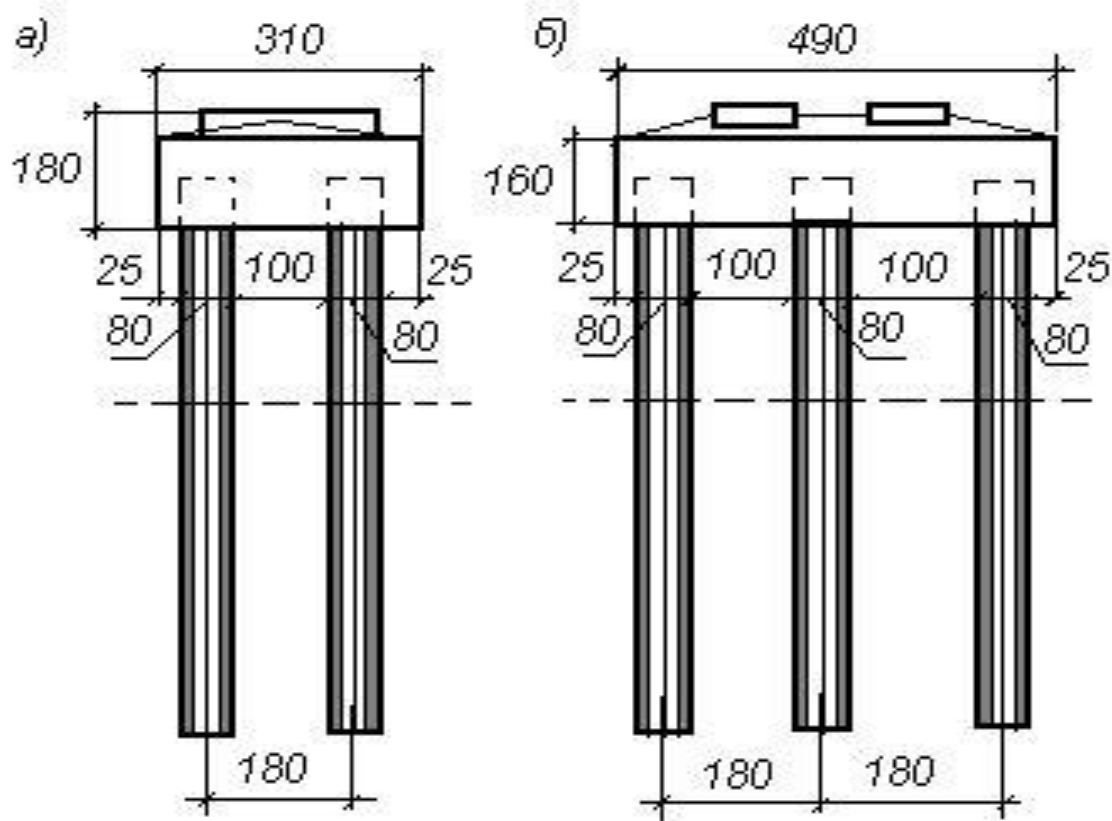


Рис. П.3.3. Схема безростверковой промежуточной опоры: а- вид вдоль оси моста; б- вид поперек оси моста

Таблица П.3.4

Основные характеристики безростверковых
промежуточных опор

Наименование элементов	Размеры элементов, см	Объем, м ³
Плита насадка	310x420x160	20.83
Опорная площадка	250x100x20	0.50
Столбчатая конструкция диаметром 80 см	длина столба 600 длина столба 700 длина столба 800 длина столба 900 длина столба 1000 длина столба 1100 длина столба 1200 длина столба 1300 длина столба 1400	12.06 14.07 16.07 18.09 20.10 22.11 24.12 26.13 28.14

	длина столба 1500	30.15
--	-------------------	-------

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Несущая способность свай и оболочек по грунту, кНх10

Тип свай и оболочек	Глубина забивки, м	Наименование грунтов									
		Песчаные					Суглинки и глины				
		крупный песок	песок средней крупности	мелкий песок	пылеватый песок	супесь	твердые	полутвердые	тугопластичные	мягкопластичные	Пластичные
Сваи железобетонные сечением 35х35 см	4	60	40	30	20	-	-	50	20	10	-
	6	70	50	40	25	-	-	60	30	15	-
	8	90	70	50	30	-	-	80	40	20	-
	10	110	80	60	40	-	-	90	50	25	-
	15	150	120	90	50	-	-	130	70	40	-
Оболочки диаметром 1.6 м	4	140	130	90	70	-	130	-	-	-	60
	6	200	190	140	110	-	170	-	-	-	80
	8	290	250	190	140	-	200	-	-	-	110
	10	330	320	240	180	-	250	-	-	-	150
	15	500	480	360	200	-	350	-	-	-	200
Оболочки диаметром 3.0 м	4	410	360	250	200	240	400	-	-	-	170
	6	560	510	370	300	330	500	-	-	-	230
	8	710	650	490	370	420	600	-	-	-	300
	10	960	800	610	490	520	700	-	-	-	370
	15	1250	1200	910	720	750	950	-	-	-	560
	20	1670	1620	1240	970	1010	1200	-	-	-	630

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Укрупненные расценки строительно-монтажных работ

<i>Наименование работ</i>	<i>Единица измерения</i>	<i>Стоимость, руб.</i>
1. Опоры		
1.1. Изготовление и забивка деревянного брусчатого шпунтового ограждения	м ³ шпунта	194.0
1.2. Устройство металлического шпунтового ограждения	т шпунта	223.0
1.3. Устройство котлована механизированным способом без водоотлива		
1.4. То же с водоотливом	м ³	1.6
1.5. Изготовление и забивка железобетонных свай	м ³	2.6
1.6. Погружение железобетонных призматических свай:	м ³	300.0
на суше		
на плаву		
1.7. Устройство железобетонных буронабивных столбов :	м ³ м ³	127.0 202.0
в легких грунтах	м ³	269.0
в тяжелых грунтах	м ³	419.0
в скальных грунтах	м ³	681.0
1.8. Изготовление железобетонных оболочек:	м ³	
диаметром 0.4 – 0.6 м		
диаметром 1.0 – 1.6 м	м ³	315.0
диаметром 2.0 – 3.0 м	м ³	348.0
1.9. Погружение оболочек диаметром 0.4-0.6м:	м ³	377.0
с земли или подмостей		
на плаву	м ³	34.0
1.10. Погружение оболочек диаметром 1.0-3.0м:	м ³	61.0
с земли или подмостей		
на плаву	1 пог. м погруж.	352.0
1.11. Разбуривание скальных грунтов	1 пог. м погруж. 1 пог. м бурения	385.0 628.0
1.12. Заполнение оболочек бетоном методом ВПТ:		
на суше или с подмостей		
на плаву	м ³	39.0
1.13. Заполнение оболочек бетоном насухо:	м ³	48.0
на суше или с подмостей		
на плаву	м ³	64.0
1.14. Отсыпка островков с укреплением скальных грунтов	м ³	72.0
1.15. Монолитные железобетонные ростверки	м ³	4.0
1.16. Сборные железобетонные фундаменты	м ³	83.0
1.17. Сборные бетонные фундаменты	м ³ м ³	87.0 67.0

Наименование работ	Единица измерения	Стоимость, руб.
<i>1.18. Монолитные железобетонные фундаменты</i>	м ³	65.0
	м ³	75.0
1.19. Монолитная бетонная кладка тела опор		
1.20. Монолитная железобетонная кладка тела опор	м ³	87.0
1.21. Устройство сборных бетонных блоков опор	м ³	187.0
1.22. Устройство сборных железобетонных блоков опор	м ³	245.0
1.23. Гранитная облицовка опор	м ³	57.0
2. Железобетонные пролетные строения		
2.1. Стоимость и монтаж железнодорожных пролетных строений:		
из обычного железобетона		500.0
из преднапряженного железобетона	м ³	540.0
2.2. Покрытие проезжей части гидроизоляцией с устройством водоотвода	м ³	
	м ²	16.0
3. Разные работы		
3.1. Отсыпка насыпей механическими средствами	м ³	2.0
3.2. Отсыпка насыпей при помощи гидромеханизации	м ³	1.5
3.3. Срезка русла	м ³	1.1
3.4. Разработка грунта экскаватором	м ³	1.5
3.5. Укрепление откосов конусов насыпей и дамб:		
каменной наброской	м ³	15.0
каменным мощением	м ²	14.6
сборными бетонными плитами	м ²	14.9
сборными железобетонными плитами	м ²	31.4
монолитным железобетоном	м ²	22.0
обсевом трав	м ²	0.4

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мосты и тоннели на железных дорогах: Учебник для вузов/ В.О. Осипов, В.Г. Храпов, Б.В. Бобриков и др.: Под. Ред В.О. Осипова. – М.: Транспорт, 1988. – 367 с.
2. СНиП 2.05.03 – 84* Мосты и трубы /Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 200 с.
3. СНИП 2.01.01 – 82 Строительная климатология /Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1983. – 210 с.
4. Указания по устройству и конструкции мостового полотна на железнодорожных мостах. – М.: Транспорт, 1989. – 120 с.
5. Власов Г.М., Устинов В.П. Расчет железобетонных мостов. – М.: Транспорт, 1992. – 256 с.
6. Методические указания по графическому оформлению курсовых и дипломных проектов мостовой специальности / Л.В. Авакимова. – Хабаровск: ХаБииЖТ, 1984. – 42 с.
7. Рязанов Ю.С. Проектирование столбчатых опор мостов: Учебное пособие. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 1997. – 95 с.

Список основной литературы**Обязательные издания**

1. Инженерные сооружения в транспортном строительстве: в 2 кн.: учебник / П. М. Саламахин [и др.]; ред. П. М. Саламахин. - 3-е изд., испр. - М.: ИЦ "Академия", 2014 - . - (Высшее образование) (Бакалавриат). ISBN 978-5-4468-0575-4. Кн. 2. - 2014. - 272 с. (10 экз.)
2. Малые водопропускные сооружения на дорогах России [Электронный ресурс]: учебное пособие / Копыленко В. А. - Москва: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. - 444 с. - ISBN 978-5-89035-594-2: Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16215>. - ЭБС "IPRbooks", по паролю
3. Основы проектирования, строительства, эксплуатации зданий и сооружений [Электронный ресурс]: учебное пособие / Волков А. А. - Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 492 с. - ISBN 978-5-7264-0995-5: Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30437>. - ЭБС "IPRbooks", по паролю

Дополнительные издания

4. Автодорожный мост через реку Обь у г. Сургута: особенности проектирования и строительства: учеб. пособие по курсу "Проектирование мостов" для студ. спец. 2910, 2911 / И. Г. Овчинников [и др.]; Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов: СГТУ, 2002. - 164 с. (37 экз.)

5. Защита от коррозии металлических и железобетонных мостовых конструкций методом окрашивания [Текст] / И.Г. Овчинников, А.И. Ликверман, О.Н. Распоров и др. - Саратов: изд-во "Кубик", 2014. - 504 с. (9 экз.)
6. Металлические мосты: учеб. пособие / К. Г. Протасов [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1973. - 348 с. (11 экз.)
7. Мосты и тоннели: учебник / С. А. Попов [и др.]; под ред. С. А. Попова. - М.: Транспорт, 1977. - 526 с. (18 экз.)
8. Наплавной монтаж пролетных строений автодорожных мостов на примере строительства автодорожного моста через реку Иртыш в г. Ханты-Мансийске [Текст]: монография / С.Н. Дядькин, В.Ф. Солохин, И.Г. Овчинников, В.В. Раткин. - Саратов: Изд-во СГТУ, 2005. - 214 с. (7 экз.)
9. Примеры проектирования сборных железобетонных мостов: учеб. пособие / В. А. Российский, Б. П. Назаренко, Н. А. Словинский; под ред. В. А. Российского. - 2-е изд. - М.: Изд-во "Высшая школа", 1970. - 520 с. (19 экз.)
10. Примеры расчета железобетонных мостов: учеб. пособие для вузов / Я. Д. Лившиц, М. М. Онищенко, А. А. Шкуратовский. - Киев: Вища школа, 1986. - 263 с. (12 экз.)
11. Проблемы прочности элементов конструкций под действием нагрузок и рабочих сред: сб. науч. тр. / М-во образования и науки РФ, Саратовский гос. техн. ун-т; отв. ред. В.В. Петров. - Саратов: СГТУ, 2012. - 154 с. (5 экз.)
12. Проезжая часть автодорожных мостов: дорожная одежда, гидроизоляция, водоотвод [Текст]: учебное пособие / А.Г. Щербаков, С.Н. Дядькин, И.Г. Овчинников и др. - Саратов: Изд-во СГТУ, 2003. - 207 с. (39 экз.)
13. Проектирование деревянных и железобетонных мостов: учеб. пособие для вузов / А. А. Петропавловский, Н. Н. Богданов, А. В. Носарев, А. В. Теплицкий; под ред. А. А. Петропавловского. - М.: Транспорт, 1978. - 360 с. (10 экз.)
14. Проектирование металлических мостов / Е. Е. Гибшман. - М.: Транспорт, 1969. - 416 с. (25 экз.)
15. Проектирование металлических мостов: учебник / А. А. Петропавловский [и др.]; под ред. А. А. Петропавловского. - М.: Транспорт, 1982. - 320 с. (64 экз.)
16. Проектирование стальных мостов с учетом пластических деформаций / А.А. Потапкин. - М.: Транспорт, 1984. - 200 с. (5 экз.)
17. Проектирование транспортных сооружений: учебник для вузов / М. Е. Гибшман, В. И. Попов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1988. - 447 с. (4 экз.)
18. Расчет железобетонных мостов / Г. М. Власов [и др.]; под ред. К. К. Якобсона. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1977. - 352 с. (22 экз.)
19. Расчет балочных разрезных железобетонных пролетных строений мостов и путепроводов на автомобильных дорогах [Текст] : методические

- указания к курсовому и дипломному проектированию / сост.: В. И. Мерсиков, И. Н. Есикова. - Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2009. - 34 с. - Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16052>. - ЭБС "IPRbooks", по паролю
20. Сборно-монолитные железобетонные пролетные строения мостов / Н. Н. Бычковский, С. К. Пшеничников; Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 2005. - 296 с. (5 экз.)
21. Сборные неразрезные железобетонные пролетные строения мостов / Л. В. Захаров, Н. М. Колоколов, А. Л. Цейтлин; под ред. Н. М. Колоколова. - М.: Транспорт, 1983. - 232 с. (17 экз.)
22. Сейсмостойкие конструкции транспортных зданий и сооружений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Уздин А. М. - Москва : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2012. - 501 с. - ISBN 978-5-89035-653-6 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16136>. - ЭБС "IPRbooks", по паролю
23. Современные конструкции деформационных швов автодорожных мостов: учеб. пособие по курсу "Проектирование мостов" для студ. спец. 2910, 2911 / И. Г. Овчинников [и др.]; Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов: СГТУ, 2002. - 137 с. (35 экз.)
24. Современные конструкции опорных частей автодорожных мостов [Текст]: учебное пособие / И.Г. Овчинников, И.В. Алексеенко, В.Н. Макаров, С.Н. Дядькин, В.В. Раткин. - Саратов: Изд-во СГТУ, 2004. - 130 с. (38 экз.)
25. Спиридонов Э.С. Решение задач организации и технологии строительства и реконструкции транспортных объектов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Спиридонов Э.С. – Москва: УМЦ ЖДТ, 2005. – 297 с. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5890352744.html>. - ЭБС «Электронная библиотека технического вуза», по паролю
26. Сталежелезобетонные пролетные строения мостов / Н. Н. Стрелецкий. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1981. - 360 с. (11 экз.)
27. Строительство мостов и труб [Текст]: справочник инженера / Под ред. В.С. Кириллова. - М.: Транспорт, 1975. - 600 с. (29 экз.)
28. Строительство, реконструкция, капитальный ремонт объектов капитального строительства. Нормативные документы по строительству зданий и сооружений. Сооружения транспорта. Мостовые сооружения [Текст]: сборник нормативных актов и документов / сост. Ю. В. Хлистун. - Электрон. текстовые данные. - Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2015. - 503 с. - ISBN 978-5-905916-28-1: Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30236>. - ЭБС "IPRbooks", по паролю

Нормативная литература

- 29.СП 35.13330.2011 "Мосты и трубы". - Режим доступа:
<http://www.sstu.ru/lib.sstu.ru/index.php/menuobyavlen2/4-dostuptehexpert>
(последняя дата обращения 25.09.2015 г.)
- 30.СП 46.13330.2012 "Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 3.06.04-91". - Режим доступа:
<http://www.sstu.ru/lib.sstu.ru/index.php/menuobyavlen2/4-dostuptehexpert>
(последняя дата обращения 25.09.2015 г.)
- 31.СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*". - Режим доступа:
<http://www.sstu.ru/lib.sstu.ru/index.php/menuobyavlen2/4-dostuptehexpert>
(последняя дата обращения 25.09.2015 г.)
- 32.СП 16.13330.2011 "Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*". - Режим доступа:
<http://www.sstu.ru/lib.sstu.ru/index.php/menuobyavlen2/4-dostuptehexpert>
(последняя дата обращения 25.09.2015 г.)
- 33.СП 53-101-98 "Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций". - Режим доступа:
<http://www.sstu.ru/lib.sstu.ru/index.php/menuobyavlen2/4-dostuptehexpert>
(последняя дата обращения 25.09.2015 г.)
- 34.СП 14.13330.2014 "Строительство в сейсмических районах". - Режим доступа:
<http://www.sstu.ru/lib.sstu.ru/index.php/menuobyavlen2/4-dostuptehexpert> (последняя дата обращения 25.09.2015 г.)
- 35.СП 22.13330.2011 "Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*". - Режим доступа:
<http://www.sstu.ru/lib.sstu.ru/index.php/menuobyavlen2/4-dostuptehexpert>
(последняя дата обращения 25.09.2015 г.)
- 36.СП 47.13330.2012 "СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения". - Режим доступа:
<http://www.sstu.ru/lib.sstu.ru/index.php/menuobyavlen2/4-dostuptehexpert>
(последняя дата обращения 25.09.2015 г.)
- 37.СП 68.13330.2011* "СНиП 3.01.04-87 Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения". - Режим доступа:
<http://www.sstu.ru/lib.sstu.ru/index.php/menuobyavlen2/4-dostuptehexpert> (последняя дата обращения 25.09.2015 г.)
- 38.СП 72.13330.2011* "СНиП 3.04.03-85 Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии". - Режим доступа:
<http://www.sstu.ru/lib.sstu.ru/index.php/menuobyavlen2/4-dostuptehexpert>
(последняя дата обращения 25.09.2015 г.)
- 39.СП 131.13330.2012 "СНиП 23-01-99* Строительная климатология". - Режим доступа:
<http://www.sstu.ru/lib.sstu.ru/index.php/menuobyavlen2/4-dostuptehexpert> (последняя дата обращения 25.09.2015 г.)

Периодические издания

40. Известия вузов. Строительство: научно-технич. журнал. - Новосибирск: ООО "Партнеры Сибири" (архив 2010-2015 г.), №1-12. ISSN 0536-1052.
41. Транспортное строительство: научно-технич. и производ. журнал. - М.: ООО "Трансстройиздат" (архив 2010-2015 г.), №1-12. ISSN 0131-4300.

Интернет-ресурсы

42. <http://www.bridgeart.ru> - сайт кафедры ТСТ "Искусство строить мосты".
43. <http://www.rosacademtrans.ru/> - сайт "Российская академия транспорта".
44. <http://www.gost.ru/> - сайт Росстандарт.
45. <http://www.kafspace.com/> - сайт кафедры "Транспортное строительство".
46. <http://trts.esrae.ru/> - сайт журнала "Техническое регулирование в транспортном строительстве".
47. <http://www.rzd.ru> - сайт ОАО "РЖД".
48. <http://www.e.lanbook.com> - сайт Издательство "Лань" электронно-библиотечная система.
49. <http://www.zodchii.ws> - сайт "Библиотека строительства".
50. <http://www.allbeton.ru> - сайт "Весь бетон".
51. <http://www.books.totalarch.com> - сайт "Библиотека: книги по строительству и архитектуре".
52. www.proektanti.ru/library - сайт "Тендерная биржа инженерных работ".
53. <http://www.twirpx.com/> - сайт "Все для студента".
54. <http://www.bibliotekar.ru/> - сайт "Библиотекарь.ру".
55. <http://amost.org/> - сайт журнала "Вестник мостостроения".

Источники ИОС

56. https://portal.sstu.ru/Fakult/SADI/MTS/cpe_010/default.aspx (железобетонные мосты, <https://portal.sstu.ru/> - Информационно-образовательная среда СГТУ (ФГОС). Лекции, ИОС, папка 1.1. Презентации, ИОС, папка 1.2. Учебные пособия, ИОС, папка 1.3. Дополнительные материалы, ИОС, папка 1.9. Учебно-методические материалы, ИОС, папка 2)
57. https://portal.sstu.ru/Fakult/SADI/MTS/cpe_016/default.aspx (металлические мосты, <https://portal.sstu.ru/> - Информационно-образовательная среда СГТУ (ФГОС). Лекции, ИОС, папка 1.1. Презентации, ИОС, папка 1.2. Учебные пособия, ИОС, папка 1.3. Дополнительные материалы, ИОС, папка 1.9. Учебно-методические материалы, ИОС, папка 2)

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

58. <http://window.edu.ru/> Электронная библиотека учебно-методической литературы для общего и профессионального образования.
59. <http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека.

60. <http://www.scholar.ru/> Научные статьи, диссертации и авторефераты из электронных научных библиотек.

Образец оформления титульного листа курсового проекта

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тюменский индустриальный университет»**

СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

Направленность (профиль): **Объекты транспортной инфраструктуры**

Базовая кафедра АО «Мостострой-11»

Пояснительная записка к курсовому проекту на тему:
**«Проект железобетонного путепровода на пересечении
транспортных магистралей»**

по дисциплине:

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ»

Выполнил:
студент группы _____
_____ ФИО.

Проверил:
к.т.н., доцент
Овчинников И.И.

Тюмень, 20__ г

Учебное издание

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Методические указания для обучающихся
направления подготовки 08.03.01 Строительство,
направленность (профиль) Объекты транспортной инфраструктуры
очной формы обучения
по выполнению курсового проекта на тему:
**«Проект железобетонного путепровода на пересечении
транспортных магистралей»**

Составитель
ОВЧИННИКОВ Илья Игоревич

В авторской редакции

Подписано в печать __.__.20__. Формат 60х90 1/16. Усл. печ. л. 6,06.
Тираж 10 экз. Заказ № -_____.

Библиотечно-издательский комплекс
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Тюменский индустриальный университет».
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Типография библиотечно-издательского комплекса.
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.