

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**
филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Самарский государственный университет путей сообщения» в г.Саратове
Филиал СамГУПС в г. Саратове

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению

практических и самостоятельных работ

МДК 03.01 Устройство железнодорожного пути

Саратов 2023

Одобрено цикловой комиссией 08.02.10
«31» августа 2023 г.

Протокол № 1

Председатель

_____ Н.В.Тимохин

Составлена в соответствии с
Государственными требованиями
к минимуму содержания и уров-
ню подготовки выпускников по
специальности 08.02.10

Зам. директора по УР
_____ Крижановский С.А.

Автор: преподаватель филиала СамГУПС в г.Саратове - И.Л.Маликова.

Введение

Методическое пособие составлено в соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ 03 Устройство, надзор и техническое состояние железнодорожного пути и искусственных сооружений.

Методическое пособие содержит рекомендации по выполнению практических, самостоятельных и лабораторной работы по МДК 03.01 Устройство железнодорожного пути для обучающихся по специальности 08.02.10 "Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство".

Состав и содержание практических, самостоятельных занятий и лабораторной работы направлены на реализацию требований к результатам освоения профессионального модуля ПМ 03 Устройство, надзор и техническое состояние железнодорожного пути и искусственных сооружений с целью овладения одного из его разделов, применения знаний по конструкции, устройству и содержанию железнодорожного пути.

Обучающийся в ходе освоения МДК 03.01 Устройство железнодорожного пути должны:

уметь:

- производить осмотр участка железнодорожного пути;
- обеспечивать выполнение требований к основным элементам и конструкции земляного полотна, переездов, путевых и сигнальных знаков, верхнего строения пути.

знать:

- конструкцию, устройство основных элементов железнодорожного пути .

Для закрепления теоретических знаний и приобретения практических навыков по МДК 03.01 Устройство железнодорожного пути предусматривается выполнение одной лабораторной работы, 19 практических и 12 самостоятельных работ.

Занятия проводятся в кабинете "Устройство железнодорожного пути" и на учебном полигоне "Техническая эксплуатация и ремонт пути" после изучения теоретического материала по соответствующей теме.

Оборудование учебного кабинета "Устройство железнодорожного пути":

- посадочные места по количеству обучающихся и рабочее место преподавателя;
- комплект учебно-методической документации;
- мобильный мультимедийный комплект;
- макеты железнодорожного пути;
- элементы стыковых и промежуточных креплений;
- макет стрелочного перевода.

Оборудование учебного полигона "Техническая эксплуатация и ремонт пути" (с различными видами креплений):

- стрелочный перевод;
- фрагмент переезда с резинокордовым покрытием.

Преподаватель заранее информирует обучающихся о предстоящем виде занятия, чтобы дать им возможность подготовиться, повторить соответствующий теоретический материал, понять практический смысл и необходимость выполнения заданий.

Для проведения практических занятий и лабораторной работы на железнодорожном пути учебного полигона с целью отработки отдельных навыков учебную группу делим на подгруппы численностью 8-15 человек. К этим занятиям студенты могут приступать только после изучения и усвоения правил охраны труда, с записью проведенного инструктажа в журнале и с личной подписью каждого обучающегося.

Структура лабораторной работы, практических и самостоятельных занятий:

- организация занятия;
- проверка знаний (методом фронтального или текстового опроса);
- сообщение задания, разъяснение цели;
- инструктаж, разъяснение характера и последовательности выполнения работы, требования к оформлению результатов, контроль, самоконтроль и взаимоконтроль;
- работа по выполнению задания;

- задание на дом(если есть);
- подведение итог.

Лабораторная работа, практические и самостоятельные работы выполняются в рабочих тетрадях.

Отметка о выполнении практического занятия и лабораторной работы проводится в журнале учебных занятий на специально отведенных страницах.

Рабочие тетради сдаются преподавателю по окончании полного курса изучения МДК 03.01 Устройство железнодорожного пути при условии, что все работы должны быть предварительно зачтены.

Правила охраны труда при проведении лабораторной работы, практических и самостоятельных занятий

Изучение вопросов охраны труда и других видов практической деятельности организуется и проводится на всех стадиях образования в образовательной организации с целью формирования у обучающихся сознательного и ответственного отношения к вопросам личной безопасности и безопасности окружающих.

1. Порядок доступа обучающихся к участию в учебном процессе:

1.1 Обучающиеся допускаются к выполнению лабораторной работы, практических и самостоятельных занятий только после прохождения инструктажа по охране труда и пожарной безопасности в установленном порядке с оформлением в Журнале регистрации инструктажей с обязательной подписью лица, получившего инструктаж и лица, проводившего инструктаж.

1.2 Находясь на территории образовательной организации и вне ее, следует выполнять общие требования охраны труда, производственной санитарии, личной гигиены, требования пожарной безопасности, а также правила внутреннего трудового распорядка.

1.3 Обязанность обучающихся соблюдать правила и нормы охраны труда является составной частью каждого междисциплинарного курса (МДК).

1.4 Лица, не выполняющие требования инструкции по охране труда, считаются нарушителями МДК и привлекаются к дисциплинарной или уголовной ответственности в зависимости от характера и последствий нарушения в соответствии с Правилами внутреннего трудового распорядка учреждения и Трудовым кодексом РФ.

1.5 Безопасность учебы в значительной мере зависит от самого обучающегося, которому следует знать и выполнять требования инструкции.

2 Требования охраны труда перед началом занятий.

Осмотреть рабочее место и проверить его чистоту, удалить ненужные и посторонние предметы. Проверить исправность стола. Убедиться, что поверхность стола гладкая, без выбоин, заусенец, трещин и т.п. и исключает возможность травмирования в процессе обучения. Проверить освещенность учебного места: оно должно быть достаточным, без слепящего действия и падать с левой стороны. Недостаточное освещение учебного места является одной из причин утомляемости, снижения зрения, неэффективности учебного процесса. Запрещается приступать к учебе при плохом освещении или его отсутствии. Подготовить необходимые учебные принадлежности. Проверить исправность стула и правильно сесть на стул. Каждый нужный предмет расположить на определенном месте. Все, что необходимо брать левой рукой, должно находиться в зоне ее досягаемости - слева, а правой рукой - справа. Постоянное месторасположение необходимых в учебном процессе предметов вырабатывает автоматизм движения, снижает утомляемость. При обнаружении каких-либо неисправностей в работе оборудования или возникновении каких-либо сомнений по его исправности доложить преподавателю. При мигании света, перегорании ламп, неисправности электророзеток, выключателей, нарушение электропроводки сообщить преподавателю.

Обучающийся должен знать:

- места расположения медицинских аптечек, телефона, средств пожаротушения;
- номера телефонов медицинской службы и пожарной охраны;

- пути эвакуации, а также главных и запасных выходов в случае аварии и пожара и уметь ими пользоваться в случае необходимости.

3. Требования охраны труда во время занятия:

3.1 Содержать в чистоте свое учебное место, не захламлять его посторонними предметами и т.п.

3.2 Обучающиеся должны стараться:

- заниматься при естественном освещении, это вызывает наименьшее утомление глаз;

- во избежании усталости сохранять правильную посадку во время учебного процесса, правильное положение рук, не напрягать плечи.

3.3 Обучающийся должен соблюдать:

- требования стандартов, норм и правил по охране труда, а также приказов, распоряжений, постановлений, инструкций по охране труда и пожарной безопасности, регламентированных для учебного процесса;

- правила личной гигиены;

- режим учебы и отдыха.

4 Требования охраны труда по окончании занятий:

- привести в порядок учебное место;

- сдать полученные во временное пользование методические указания, приборы и инструменты;

- отключить освещение.

Самостоятельное занятие №1

к теме 1.1 Конструкция земляного полотна

Основные параметры поперечного профиля насыпи

Цель: на основании исходных данных вычертить типовой поперечный профиль насыпи.

Оборудование: миллиметровка, линейка, карандаш, микрокалькулятор.

Исходные данные: категория линии, род грунта, рабочая отметка, участок однопутный.

Порядок выполнения работы

На основании исходных данных вывод о ширине ОПЗП и крутизне заложения откосов на соответствующей высоте и наличии сливной призмы

На миллиметровке в масштабе 1:100 вычертить поперечный профиль насыпи.

Практическое занятие №1

к теме 1.1 Конструкция земляного полотна

Расчет и проектирование поперечного профиля насыпи

Цель: на основании исходных данных определить основные параметры насыпи и резерва.

Оборудование: микрокалькулятор.

Исходные данные: категория линии, род грунта, рабочая отметка, участок однопутный, поперечный уклон местности, процент грунта из резерва в насыпь

Порядок выполнения работы

На основании исходных данных вывод о ширине ОПЗП и крутизне заложения откосов на соответствующей высоте и наличии сливной призмы

1. Расчет площади поперечного сечения насыпи

А) Для насыпи с однородной крутизной откосов 1:m (рис.1) высотой Н площадь насыпи определится

$$F_H = F_0 + w_1 + \Delta f, \quad \text{м}^2 \quad (1.1)$$

где F_0 – площадь насыпи заданной высоты при отсутствии поперечного уклона местности, м^2 ;

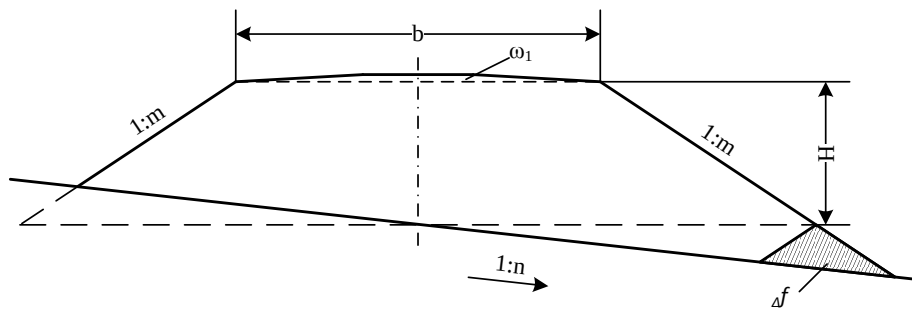


Рисунок 1 – Насыпь с однородной крутизной откосов

$$F_0 = bH + mH^2, \quad (1.2)$$

где b – ширина основной площадки земляного полотна, м;

H – Рабочая отметка, м;

m – Показатель заложения уклона откоса.

w_1 – площадь сливной призмы, м^2

для однопутного участка площадь определится

$$w_1 = \frac{2.3 + b}{2} 0.15, \quad (1.3)$$

Δf – приращение площади поперечного сечения насыпи в связи с косо-горностью (наличием поперечного уклона местности 1:n)

$$\Delta f = k(F_0 + b^2/4m), \quad (1.4)$$

где k – коэффициент ксогогорности, (по таблице 1)

n – показатель поперечного уклона местности

Таблица 1 Коэффициент ксогогорности

1:n	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	1:10
k	0,1636	0,0989	0,0667	0,0481	0,0364	0,0286	0,023
1:n	1:11	1:12	1:13	1:14	1:15	1:16	1:17
k	0,0189	0,0159	0,0135	0,0116	0,0101	0,0089	0,0078

Б) Для насыпи с уположением откосов в ее нижней части (рисунок 2)

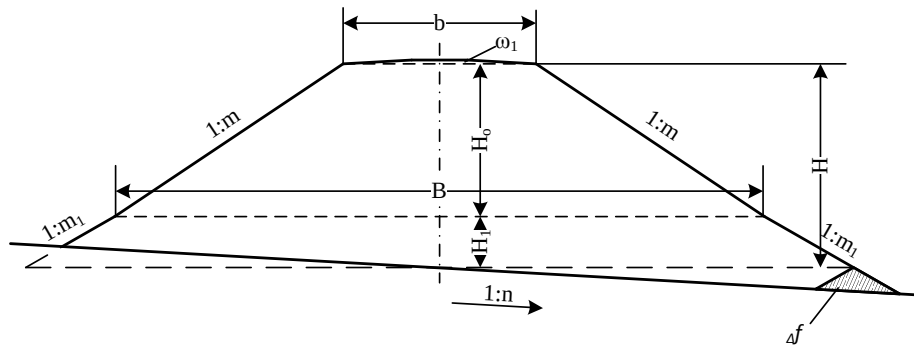


Рисунок 2 – Насыпь с уположением откосов в её нижней части

$$F_H = F_o' + F_o'' + w_1 + \Delta f, \quad (1.5)$$

где F_o' - площадь поперечного сечения верхней части насыпи с крутизной откосов 1:m

$$F_o' = bH_0 + mH_0^2, \quad (1.6)$$

b - ширина основной площадки земляного полотна, м

H_0 - высота насыпи в уровне крутизны откоса 1:m, м

$$F_o'' = BH_1 + m_1H_1^2, \quad (1.7)$$

H_1 - высота нижней части насыпи, $(H-H_0)$ м;

B - ширина основания верхней части насыпи высотой H_0 , м

$$B = b + 2mH_0, \quad (1.8)$$

w_1 - площадь сливной призмы определится по формулам (2.3) или (2.4)

Δf - приращение площади поперечного сечения насыпи в связи с косо-горностью (наличием поперечного уклона местности 1:n)

$$\Delta f = k(F_o'' + B^2/4m_1), \text{ м}^2 \quad (1.9)$$

где k - коэффициент косогорности, (по таблице 1)

Вывод: площадь поперечного сечения насыпи составляет

2. Рассчитать размеры резервов:

а) площадь поперечного сечения резерва определится

$$w_p = \frac{F_H \times P}{t \times 100}, \quad (2.1)$$

где P – процент от массы грунта насыпи, отсыпаемого из резерва;

t – число резервов ($t = 1$, если резерв располагается с одной стороны насыпи и $t = 2$, если резервы располагаются с обеих сторон насыпи)

Число резервов определяется в зависимости от поперечного уклона местности по таблице 2

Таблица 2 - Расположение резервов

Поперечный уклон местности	Оптимальное	Допускаемое
Положе 1/10	С двух сторон	С одной стороны
От 1/10 до 1/5	С нагорной стороны	С двух сторон или с низовой стороны
Круче 1/5	Не проектируется	С нагорной стороны

б) ширина резерва по дну приближенно равна

$$b_2 = \frac{w_p}{h_0} - 1.25 \times h_0 \quad (2.2)$$

где w_p – площадь поперечного сечения резерва, m^2

h_0 - средняя глубина резерва (принимается от 0,6 до 2 м).

Вывод по форме резерва по дну – односкатная, двухскатная (нужное подчеркнуть)

в) глубина резерва определится по следующим формулам:

- для резерва с шириной дна не более 10 м и односторонним поперечным уклоном 0,02 м в полевую сторону (рисунок 3):

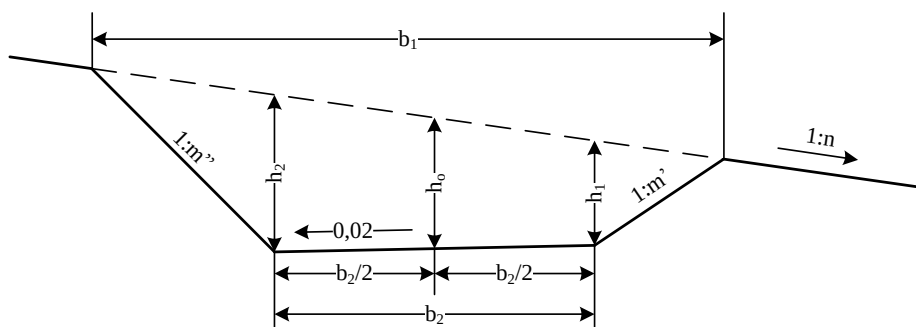


Рисунок 3 - Односкатный резерв

$$h_1 = h_0 - (0,01b_2 + b_2/2n), \quad (2.3)$$

$$h_2 = h_0 + (0,01b_2 + b_2/2n), \quad (2.4)$$

- для резерва с шириной по дну более 10 м, у которого дно планируется с поперечным уклоном 0,02 от краев к середине (рисунок 4):

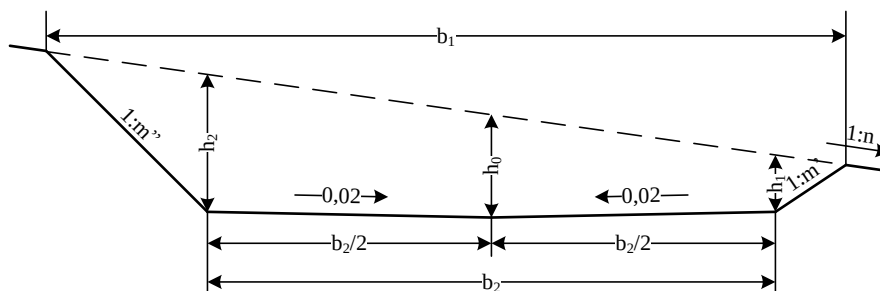


Рисунок 4 - Двухскатный резерв

$$h_1 = h_0 - (0,005b_2 + b_2/2n), \quad (2.5)$$

$$h_2 = h_0 + (0,005b_2 + b_2/2n), \quad (2.6)$$

г) ширина резерва (по горизонтальному направлению) поверху:

$$b_1 = b_2 + \frac{m}{n+m} nh_1 + \frac{m}{n-m} nh_2 \quad (2.7)$$

где m' - показатель крутизны откосов резерва;

3. Контрольные вопросы:

- назначение и требования предъявляемые к ЗП;
- насыпь определение, основные элементы и размеры;
- назначение резервов, конструкции и размеры.

Самостоятельное занятие №2

к теме 1.1 Конструкция земляного полотна

Основные параметры поперечного профиля насыпи на косогорах

Цель: на основании исходных данных вычертить поперечный профиль насыпи на косогоре

Оборудование: миллиметровка, линейка, карандаш, микрокалькулятор

Исходные данные: категория линии, род грунта, рабочая отметка, участок однопутный, поперечный уклон местности, процент грунта из резерва в насыпь

Порядок выполнения работы

На основании исходных данных и результатов расчетов практической работы №1 на миллиметровке в масштабе 1:100 вычертить поперечный профиль насыпи на косогоре.

Самостоятельное занятие №3

к теме 1.1 Конструкция земляного полотна

Основные параметры поперечного профиля выемки

Цель: на основании исходных данных вычертить типовой поперечный профиль выемки.

Оборудование: миллиметровка, линейка, карандаш, микрокалькулятор.

Исходные данные: категория линии, род грунта, рабочая отметка, участок однопутный.

Порядок выполнения работы

На основании исходных данных вывод о ширине ОПЗП и крутизне заложения откосов на соответствующей высоте и наличии сливной призмы

На миллиметровке в масштабе 1:100 вычертить поперечный профиль выемки.

Самостоятельное занятие № 4

к теме 1.1 Конструкция земляного полотна

Расчет и проектирование поперечного профиля выемки

Цель: на основании исходных данных определить основные параметры выемки и кавальера.

Оборудование: микрокалькулятор.

Исходные данные: категория линии, род грунта, рабочая отметка, участок однопутный, поперечный уклон местности, процент грунта из выемки в кавальер

Порядок выполнения работы

На основании исходных данных вывод о ширине ОПЗП и крутизне заложения откосов и наличии сливной призмы

1. Рассчитать размеры поперечного профиля выемки (рисунок 1)

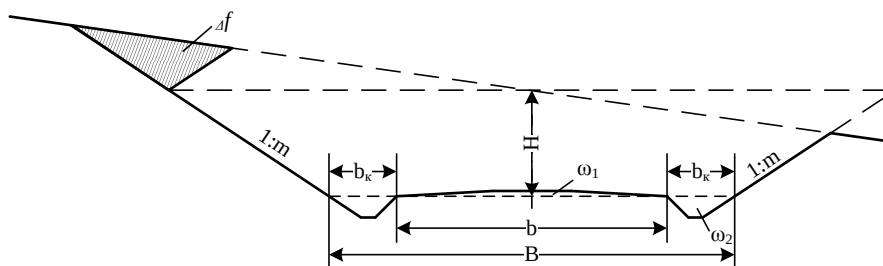


Рисунок 1 - Поперечный профиль выемки

Для определения размеров кавальера необходимо предварительно рассчитать площадь поперечного сечения выемки F_B . Площадь поперечного сечения выемки определится по формуле

$$F_B = F_o - w_1 + \Delta f + 2 w_2 \quad (1.1)$$

где F_o – площадь поперечного сечения выемки при отсутствии косогорности, м^2 ;

$$F_o = BH + mH^2, \quad (1.2)$$

где H – рабочая отметка, м

m – показатель заложения уклона откоса.

B – ширина выемки в уровне бровки основной площадки земляного полотна, м

$$B = b + 2b_k, \quad (1.3)$$

где b – ширина основной площадки земляного полотна, м;

b_k – ширина кювета поверху, м;

$$b_k = a + h * m_1 + 0.6 * m, \quad (1.4)$$

где a – ширина кювета по дну, м

m_1 – показатель заложения путевого откоса кювета;

m – показатель заложения уклона откоса;

h – глубина кювета, м;

w_1 – площадь сливной призмы, м^2

для однопутного участка площадь определится

$$w_1 = \frac{2.3 + b}{2} 0.15, \quad (1.5)$$

Δf – приращение площади поперечного сечения выемки в связи с косогорностью (наличием поперечного уклона местности 1:n)

$$\Delta f = k_1 (F_o + B^2/4m), \quad (1.6)$$

где k_1 – коэффициент косогорности, (по таблице 1)

Таблица 1 - Значение коэффициента косогорности

1:n	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	1:10
k_1	0,2367	0,1396	0,093	0,0667	0,0503	0,0393	0,0316
1:n	1:11	1:12	1:13	1:14	1:15	1:16	1:17
k_1	0,026	0,0217	0,0185	0,0159	0,0138	0,0121	0,0107

n – показатель поперечного уклона местности

w_2 – площадь кювета, м^2

$$w_2 = (a + b_k) * h / 2, \quad (1.7)$$

2. Рассчитать размеры кавальера (рисунок 2).

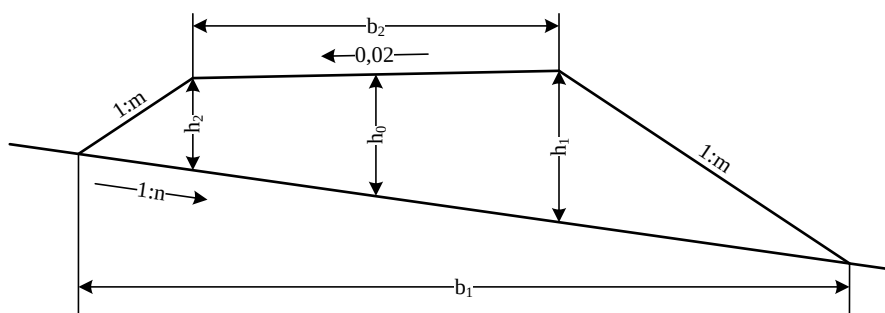


Рисунок 2 - Поперечный профиль кавальера

Размеры кавальера определяются по следующим формулам:

а) площадь поперечного сечения кавальера определится

$$w_K = \frac{F_B \times P}{t \times 100}, \quad (2.1)$$

где P – процент от массы грунта выемки, отсыпаемого в кавальер;

t – число кавальеров ($t = 1$, если кавальер располагается с одной стороны выемки и $t = 2$, если кавальеры располагаются с обеих сторон выемки)

Число кавальеров определяется в зависимости от поперечного уклона местности по таблице 2

Таблица 2 - Расположение кавальеров

Поперечный уклон местности	Оптимальное	Допускаемое
Положе 1/10	С двух сторон	С одной стороны
От 1/10 до 1/5	С нагорной стороны	С двух сторон или с низовой стороны
Круче 1/5	Не проектируется	С нагорной стороны

б) ширина кавальера поверху приблизительно равна

$$b_2 = \frac{w_K}{h_0} - 1.5 \times h_0 \quad (2.2)$$

где w_K – площадь поперечного сечения кавальера, m^2

h_0 – средняя глубина кавальера (принимается не более 3 м).

в) высота кавальера определится по следующим формулам:

$$h_1 = h_0 + (0,01b_2 + b_2/2n), \quad (2.3)$$

$$h_2 = h_0 - (0,01b_2 + b_2/2n), \quad (2.4)$$

г) ширина кавальера (по горизонтальному направлению) понизу:

$$b_1 = b_2 + \frac{m}{n+m} nh_2 + \frac{m}{n-m} nh_1 \quad (2.5)$$

где m - показатель крутизны откосов кавальера;

3. Контрольные вопросы:

- назначение и требования предъявляемые к ЗП;
- выемка определение, основные элементы и размеры;
- назначение кавальеров, конструкции и размеры.

Самостоятельное занятие №5

к теме 1.1 Конструкция земляного полотна

Основные параметры поперечного профиля выемки на косогорах

Цель: на основании исходных данных вычертить поперечный профиль выемки на косогоре

Оборудование: миллиметровка, линейка, карандаш, микрокалькулятор.

Порядок выполнения работы

На основании исходных данных и результатов расчетов самостоятельного занятия №4 на миллиметровке в масштабе 1:100 вычертить поперечный профиль выемки на косогоре.

Самостоятельное занятие №6

к теме 1.1 Конструкция земляного полотна

Гидравлический расчет водоотводной канавы

Цель: на основании исходных данных научиться осуществлять подбор геометрических размеров водоотводной канавы для пропускá заданного расхода воды.

Оборудование: микрокалькулятор, миллиметровка, линейка, карандаш.

Исходные данные: заданный расход воды, продольный уклон канавы, тип укрепления русла канавы.

Порядок выполнения работы

1. Определяем расчетный расход воды в канаве:

Все расчеты выполняются на ЭВМ в Excel задаемся глубиной - h и шириной канавы по дну - a , в первом приближении можно принять

$$a = 0,6 \text{ м}$$

$$H = 0,6 \text{ м}$$

Расчетный расход воды определится

$$Q_p = w \times v, \quad (2.1)$$

где w – площадь живого сечения водоотводной канавы, м^2

$$w = h \times (a + h \times m), \quad (2.2)$$

где h – мощность воды в канаве исходя из условия переполнения воды в канаве (рисунок 1), эта величина должна быть на 0,2 м меньше глубины канавы, м, т.е.,

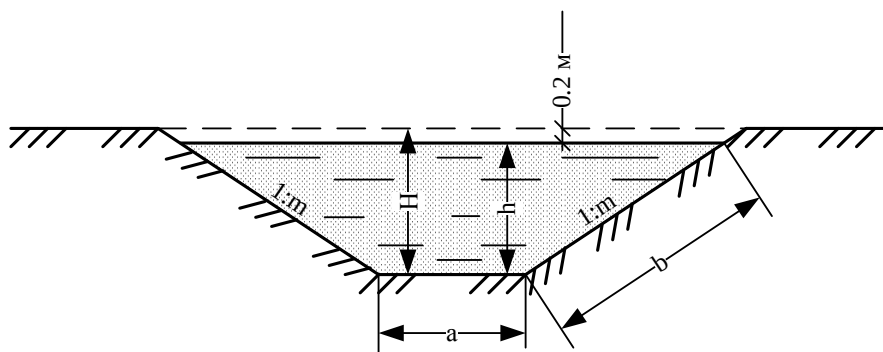


Рисунок 1 - Поперечный профиль канавы

$$h = H - 0,2, \quad (2.3)$$

a – ширина канавы по дну, м

m – показатель заложения откоса канавы.

v – скорость течения воды в канаве, м/с;

$$v = C \times \sqrt{R \times i} \quad (2.4)$$

где i – продольный уклон канавы;

C – коэффициент шероховатости, определяется в зависимости от типа укрепления русла канавы и гидравлического радиуса по таблице 1 (для промежуточных значений определяется методом интерполяции);

Таблица 1 - Значение коэффициента C

Род русла канавы	Гидравлический радиус R, м						
	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00
Очень гладкие стенки (цементная штукатурка, строганные доски)	48,7	54,3	60,4	64,3	67,1	69,5	76,9
Гладкие стенки (нестроганные доски, тесовая кладка, бетон)	41,0	46,2	52,0	55,7	58,4	60,7	67,8
Мощение булыжником, бутовая грубая кладка, хорошо уплотненные стенки в грунте	23,1	27,3	32,2	35,3	37,8	39,7	46,0
Бутовая кладка, грубое бетонирование	18,6	22,4	26,9	29,9	32,2	34,0	40,0
Земляные стенки в обычном состоянии, заросшее мощение	13,9	17,3	21,3	24,0	26,0	27,8	33,3
Одернованные откосы и мощенное дно	10,9	13,8	17,4	19,9	21,8	23,4	26,6

R – гидравлический радиус, м

$$R = w/p, \quad (2.5)$$

где p – смоченный периметр канавы, м

$$p = a + 2 \times h \times \sqrt{1 + m^2}, \quad (2.6)$$

Для обеспечения пропуска фактического расхода воды без переполнения необходимо чтобы выполнялось условие

$$Q_p > Q_{\phi} \text{ но не более чем на } 5\%,$$

из условия экономических затрат

$$\Delta = (Q_p - Q_{\phi}) * 100 / Q_{\phi}, \%$$

Если условие выполняется, то к проектированию принимаем соответствующие размеры, если условие не выполняется, то производим перерасчет, результаты расчетов оформляем в таблицу.

Таблица 2 - Определение параметров водоотводной канавы

a	H	h	w	p	R	c	v	Q _p	Δ

Вывод (необходимые размеры водоотводной канавы для пропуска фактического расхода воды без переполнения)

3. Контрольные вопросы:

- назначение водоотводных канав;
- виды, основные параметры и размеры водоотводных канав;
- условия работы водоотводных канав.

Практическое занятие №2

к теме 1.1 Конструкция земляного полотна

Расчет глубины заложения несовершенного дренажа

Цель: приобрести навыки расчета глубины заложения несовершенного дренажа. научиться проектировать и вычерчивать дренаж в масштабе.

Оборудование: микрокалькулятор, миллиметровка, линейка, карандаш.

Исходные данные: категория линии, род грунта, глубина выемки, глубина промерзания, количество путей, тип дренажа, материал шпал

Порядок выполнения работы

На основании исходных данных сделать вывод о ширине ОПЗП, крутизне откоса, наличие сливной призмы.

1. Определяем глубину заложения дренажа закрытого типа

Глубина траншеи H несовершенного дренажа определяется по формуле

$$H = A + I_0 * L + a_{\text{кп}} + e + h_c - y \quad (1.1)$$

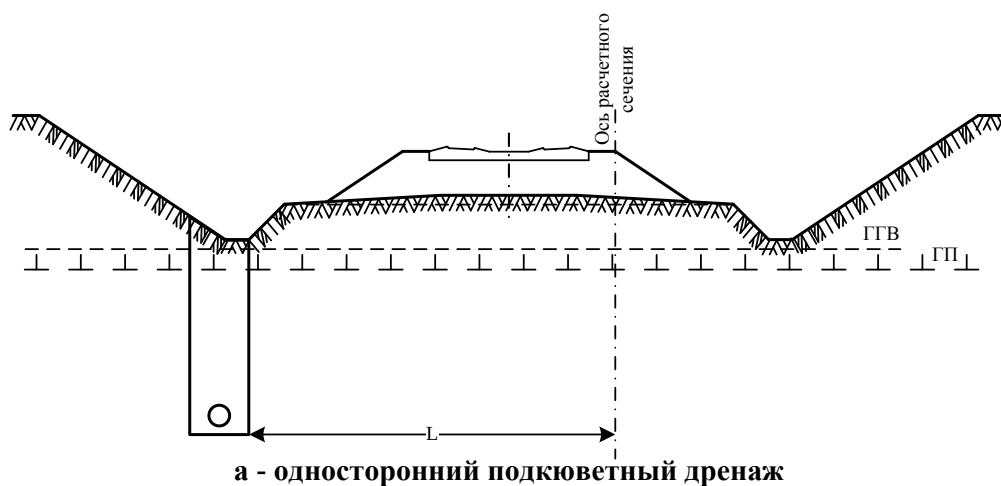
где A – глубина промерзания балластного слоя и грунтов земляного полотна, измеряемая в сечении, проходящем через концы шпал, м;

e – величина возможного колебания уровня капиллярных вод и глубиной промерзания (обычно принимают 0,2 – 0,25 м);

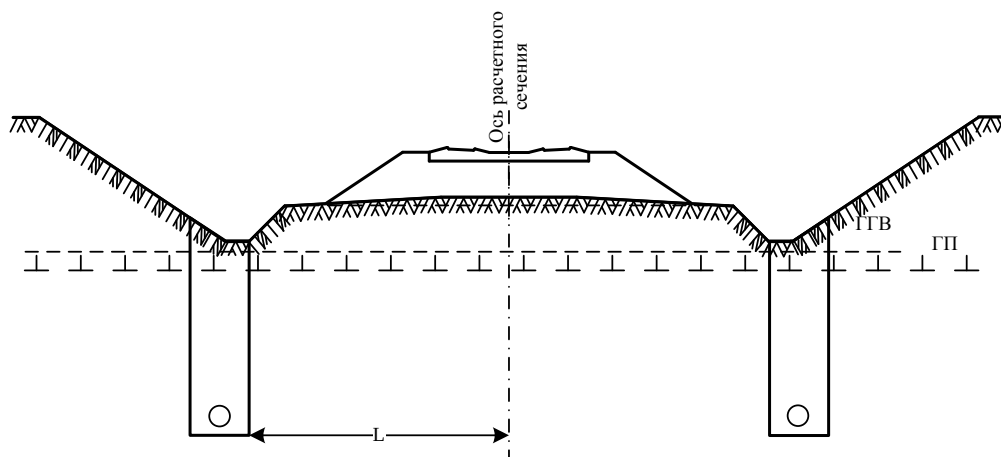
$a_{\text{кп}}$ – высота капиллярного подъема воды над кривой депрессии (может быть принята для песчаных грунтов – 0,3 – 0,4 м, для супесей и суглинков 0,4–0,5 м, для глин 0,6–0,8 м);

h_c – расстояние от верха дренажной трубы до дна дренажа (обычно принимают 0,3 – 0,5 м);

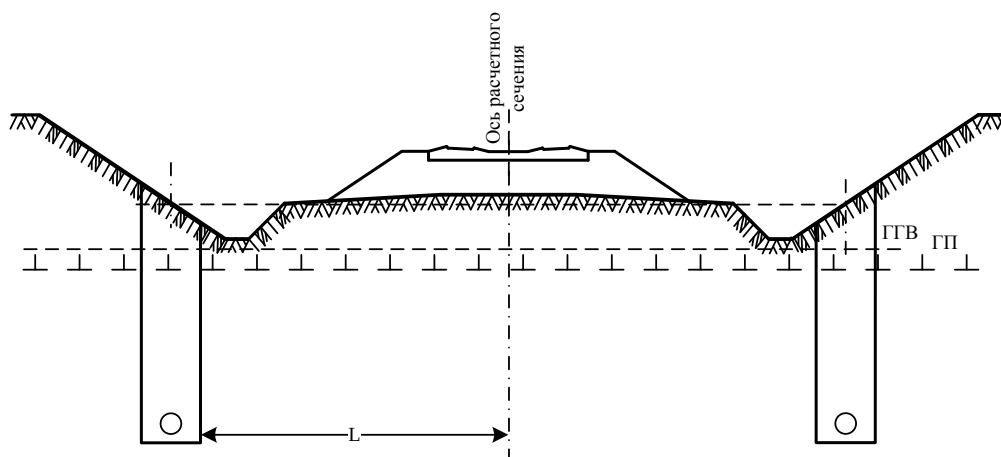
y – расстояние от верха конструкции пути до дна;



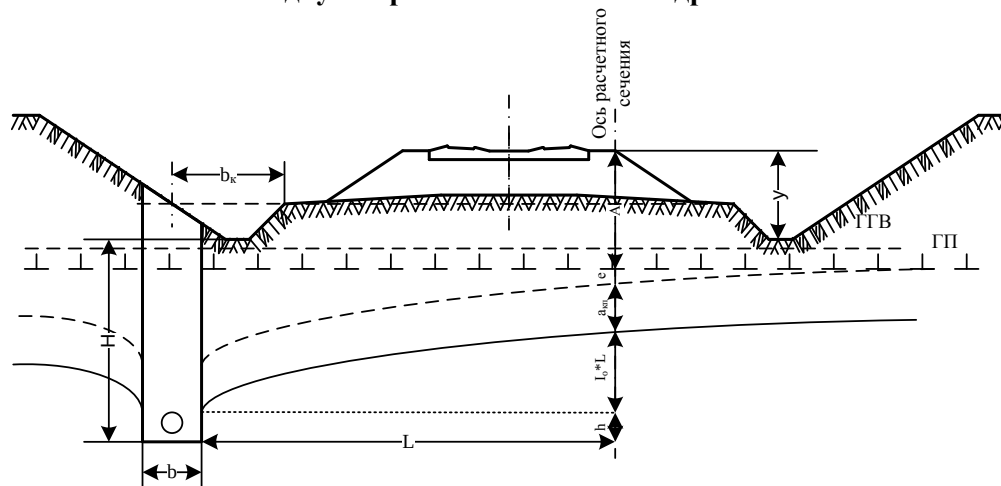
а - односторонний подкюветный дренаж



б - двухсторонний подкюветный дренаж



в - двухсторонний закюветный дренаж



г - односторонний закюветный дренаж

I_0 – уклон кривой депрессии принимается в зависимости от вида грунта (средние уклоны кривых депрессии в песчаных грунтах составляют 0,003 – 0,02, в супесях 0,02 – 0,05, в суглинках 0,05 – 0,1, в глинах 0,1 – 0,2);

L – расстояние от стенки дренажной траншеи до расчетного сечения, м;

- для двухстороннего подкюветного:

$$L = (B/2) + 1 \cdot h, \quad (1.2)$$

- для двухстороннего закюветного:

$$L = (B/2) + b_k - (b/2), \quad (1.3)$$

- для одностороннего подкюветного:

$$L = (B/2) + 1 \cdot h + (L_{\text{шп}}/2) + \pi, \quad (1.4)$$

- для одностороннего закюветного:

$$L = (B/2) + (L_{\text{шп}}/2) + \pi + b_k - (b/2), \quad (1.5)$$

где B – ширина основной площадки земляного полотна, м

h – глубина кювета, м

$L_{\text{шп}}$ – длина шпалы, м (деревянная шпала – 2,75 м, ж.б. шпала – 2,7 м);

π – плечо балластной призмы, м;

b – ширина дренажной траншеи (можно принять 0,8 – 1 м);

b_k – ширина кювета поверху, м;

$$b_k = a + h \cdot m_1 + 0.6 \cdot m, \quad (1.6)$$

где a – ширина кювета по дну, м

m_1 – показатель заложения путевого откоса кювета;

m – показатель заложения уклона откоса;

Вывод (необходимо указать характеристику участка пути, размеры основной площадки и глубины заложения дренажа)

3. Вычертить схему расположения дренажа в масштабе 1:50, указать основные размеры.

Контрольные вопросы:

- назначение и классификация дренажей;

- расчет глубины заложения несовершенного дренажа.

Самостоятельное занятие № 7

к теме 1.2 «Верхнее строение пути»

Определение типа рельсов

Цель: Научиться определять тип верхнего строения пути на основании заданных эксплуатационных параметров, практически ознакомиться с конструкцией, приобрести навыки определения по маркировке, размерам и внешнему виду типа рельсов.

Оборудование: микрокалькулятор.

Исходные данные: грузонапряженность T_0 , мил т бр км/год; максимальная статическая нагрузка на ось P_0 , т; максимальная скорость движения V_0 , км/ч;

Порядок выполнения работы

Вывод на основании исходных данных определить класс пути

1. Определяем вес одного погонного метра рельса q который является обобщенным показателем типа верхнего строения пути в целом.

Предварительно погонный вес рельса определяется по формуле:

$$q \geq a \times \left(1 + 4 \sqrt{\frac{T_0}{\lambda_p}} \right) \times (1 + 0.012 \times V_0)^{2/3} P_0^{2/3} \quad (2.1)$$

где a – коэффициент, равный для вагонов 1,2; для локомотивов 1,13;

λ_p – коэффициент учета качества рельсов, для незакаленных рельсов – 1; для закаленных – 1,5 ... 2.

T_0 – грузонапряженность, мил т бр км/год;

V_0 – максимальная скорость движения, км/ч;

P_0 – максимальная статическая нагрузка на ось.

Вывод (на основании полученного результата округляют до ближайшего стандартного типа)

После определения q уточняем параметры А, В, С по формулам

$$A = \frac{q}{P_o}$$

$$B = \frac{q}{V_o}$$

$$C = \frac{q}{\sqrt[4]{\frac{T_o}{\lambda_p}}}$$

Эти параметры должны находиться в определенных пределах: параметр С должен быть равен или более 24,4, параметр А должен находиться в пределах от 2 до 3, параметр В в пределах от 0,24 до 0,59. Если эти условия не удовлетворяются, то q изменяется так, чтобы все условия были удовлетворены в наибольшей степени. При этом за основу можно принять, например, значение q, полученное из формулы при С = 24,4.

2. Вычертить профиль рельса с указанием размеров в масштабе 1:1

3. Контрольные вопросы:

- Назначение, типы и размеры рельсов;

Лабораторная работа №1

Тема 1.2 «Верхнее строение пути»

«Измерение и определение износа рельсов»

Цель: Практически ознакомиться с конструкцией, приобрести навыки определения по маркировке, размерам и внешнему виду - типа рельсов, приобрести навыки по определению износа рельсов.

Оборудование: рулетка, штангенциркули ПШВ-1, ПШВ-2

Исходные данные: грузонапряженность - 24 мил.т. бр/км год

Порядок выполнения работы

1. Промерить длину рельса и записать результаты в таблицу №1
2. В пределах выбранного рельса определить и записать основную маркировку и плавки в таблицу №1
3. Записать в таблицу №1 значения размеров нового рельса по высоте и ширине головки

4. Выполнить промеры по высоте и ширине головки рельса шаблоном ПШВ, записать в таблицу №1 (старогодные)

Таблица №1

Тип рельса	Длина рельса	Маркировка рельсов	Год укладки	Рельс, мм		Износ рельса, мм		
				новый	старогодный	вертикальный	горизонтальный	Приведенный

5. Определение износа с занесение в таблицу

6. Расшифровать маркировки рельсов

7. Контрольные вопросы:

- основная маркировка рельсов;
- расположение маркировки на профиле рельса;

Самостоятельное занятие №8

К теме 1.2 «Верхнее строение пути»

Документация ПУ-2, ПУ-2а

Цель: научиться заполнять соответствующую документацию

Исходные данные: на основании лабораторной работы №1 заполнить ПУ-2 и ПУ-2а

Порядок выполнения работы

1. Заполнить журнал ПУ-2 и ПУ-2а

2. Вычертить маркировку дефектного рельса в соответствии с рисунком

Контрольные вопросы:

- дополнительная маркировка рельсов;
- маркировка дефектных, остродефектных и старогодных рельсов;
- расположение маркировки на профиле рельса;
-

5. Заполнить журнал формы ПУ-2 и ПУ-2а													
Таблица № 2 - Рельсовая книга (ПУ-2)													
Место, где лежит рельс		Мар-ка заво-да	Год про-катки	№ плавки	Год ук-ладки	Тип и длина		Износ головки, снятие и прови-сание стыка, мм			Дефекты рельсов (№ рисунка де-фектности)	Изоли-рующие стыки в т.ч. клееболто-вые	
								Даты промеров					
№ пути № ки-лометра	№ пикета № звена	Правая или левая	50	65	20 ____ г.	Вертик. износ	Боковой износ	Смят. и пров. ст	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Таблица №3 – Журнал учета дефектных рельсов, лежащих в главных и приемо-отправочных путях (ПУ-2а)

№ п/п	Дата обнаружения	Кто произвел осмотр	Место, где лежит обнаруженный рельс				Марка завода	Год прокатки		№ планки	Тип рельса	Длина рельса	Пропущенный тоннаж	№ рисунка дефекта рельса или характеристика рельса	Срок замены дефектного рельса	Дата замены дефектного рельса
			Км, номер пути или название станции	№ пикета	№ звена	Правая или левая										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	

Самостоятельное занятие № 9

к теме 1.2 «Верхнее строение пути»

Типы шпал

Цель: Практически ознакомиться с конструкцией шпал, приобрести навыки определения по внешнему виду типа шпал.

Оборудование, инструмент: рулетка, измерительные линейки.

Исходные данные: класс пути, план линии

Порядок выполнения работы

1. Определить вид и тип шпал, год их изготовления или укладки. Описать маркировку железобетонных шпал. Результаты осмотра занести в таблицу 1.

Таблица 1

Вид шпалы	Эпюра укладки		Длина шпалы	Тип шпалы	Расстояние между осями		
	на 1 км	на 1 зве- но			стыковых шпал	стыковых и при-стыковых шпал	промежуточ- ных шпал
1	2	3	4	5	6	7	8

2. Вычертить деревянную и железобетонную шпалы и проставить размеры.

3. Заполнить журнал формы ПУ-5

Таблица 2 – Книга учета шпал, лежащих в пути (ПУ-5)

Перегон _____ путь

№№ км гл. путей; №№ парков, дробь, №№ станционных путей; №№ специальных путей; наименование подъездных путей	Род материала, срок службы шпал: Д - деревянные, железобетонные ЖБ – 1-го срока службы, ЖБП - переложенные	Годы	Наличие на начало года		Изъято за год, шт	Уложено за год, шт		Наличие на конец года			
			шт	км		новых	старогодных	Всего		В том числе	
								шт	км	негодные, шт	требующие ремонта, шт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Контрольные вопросы

- Назначение и требования, предъявляемые к подрельсовому основанию
- Виды и типы подрельсового основания;
- Основные размеры и эпюра шпал.

Самостоятельное занятие № 10

к теме 1.2 «Верхнее строение пути»

Определение конструкции промежуточного и стыкового скрепления

Цель: Практически ознакомиться с конструкцией скреплений .

Оборудование, инструмент: рулетка, уровень, складные измерительные линейки, штангенциркули ПШВ-1, ПШВ-2.

Порядок выполнения работы

1. Определить тип промежуточного скрепления и перечислить их элементы. Результаты осмотра занести в таблицу 1

Таблица 1

Вид шпал	Вид скреплений	Вид прикрепителя	Количество прикрепителей
1	2	3	4
дерево	ДО		
дерево	КД		
ж.б.	КБ		
ж.б.	ЖБР		
ж.б.	АРС		

2. Определить вид стыков и перечислить элементы стыковых скреплений.

Результаты осмотра занести в таблицу 2 из расчета на стык нити пути.

Таблица 2

Вид скрепления	Вид накладок	количество			
		болтов	гаек	шайб	изоляция
1	2	3	4	5	6
токопроводящий					
изолирующий					

Контрольные вопросы

- Назначение промежуточных и стыковых скреплений;
- Устройство токопроводящих, изолирующих стыков и промежуточных скреплений;
- Назначение и место установки;
- Нормы и допуски по содержанию стыков

Самостоятельное занятие № 11

к теме 1.2 «Верхнее строение пути»

Поперечный профиль балластной призмы

Цель: Практически определить материал балластной призмы, измерить ее размеры, крутизну откосов, начертить поперечный профиль.

Оборудование, инструмент: рулетка уровень, складные измерительные линейки.

Исходные данные: насыпь, рабочая отметка 2 м, род грунта, количество путей, класс пути, тип ВСП: рельсы, шпалы

Порядок выполнения работы

1. Определить материал балластной призмы и основные размеры результаты осмотра занести в таблицу №1

Таблица 1

Вид балласта	Толщина балласта под шпалой	Толщина песчаной подушки	Ширина плеча балластной призмы	Ширина обочины	крутизна откосов
1	2	3	4	5	6

2. В масштабе 1:50 вычертить поперечный профиль балластной призмы на основании исходных данных.

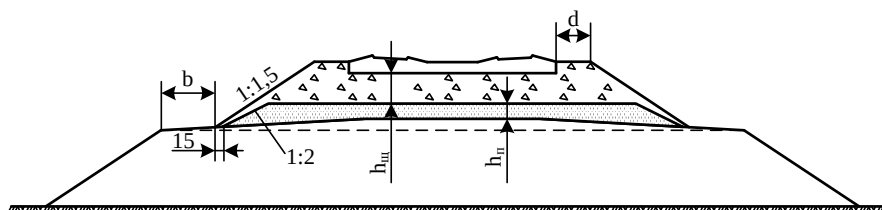


Рисунок 1 - поперечный профиль балластной призмы

Контрольные вопросы:

- Назначение, требования и виды балластного слоя;
- Основные размеры балластной призмы в соответствии с классом пути.

Самостоятельное занятие № 12

к теме 1.2 «Верхнее строение пути»

Расчет количества элементов верхнего строения пути

Цель: научиться производить подсчет количества элементов ВСП на заданном участке

Оборудование: микрокалькулятор.

Исходные данные: класс пути, протяженность участка, в том числе кривые радиусом менее 1200 м и менее 650 м, тип и длина рельсов, тип шпал, тип промежуточного скрепления, количество изостыков и тип.

Порядок выполнения работы

На основании исходных данных сделать вывод о эюре шпал, параметры балластной призмы

1. Определяем количество элементов:

Кол-во рельсов:

$$N_p = \frac{L}{l_{cm}} \times 2, \text{ шт} \quad (1.1)$$

где L – общая протяженность участка, м

l_{cm} – стандартная длина рельса, м

2 – по двум рельсовым нитям.

Количество стыков пути

$$N_{cm} = \frac{L}{l_{cm}} + 1, \text{ ст} \quad (1.2)$$

где 1 – крайний стык.

В зависимости от количества стыков пути определяется расход элементов стыковым скреплениям.

Количество шпал

$$N_{ш} = L_{п} \times \Theta_{п} + L_{к} \times \Theta_{к}, \text{ шт} \quad (1.3)$$

где $L_{п}$ – протяженность в пределах которого действует эюра прямого участка, км;

$\mathcal{E}_{\text{п}}$ – эюра прямого участка, шт/км;

$L_{\text{к}}$ – протяженность в пределах которой применяется эюра кривого участка, км;

$\mathcal{E}_{\text{к}}$ – эюра кривого участка, шт/км.

В зависимости от количества шпал определяется расход элементов промежуточных креплений.

На основании поперечного профиля балластной призмы (самостоятельная работа №11)

Объем песчаной подушки

$$W_{\text{п}} = F_{\text{п}} \times L, \text{ м}^3 \quad (1.4)$$

где L – общая протяженность участка, м

$F_{\text{п}}$ – площадь поперечного сечения песчаной подушки, м^2

$$F_{\text{п}} = \frac{a + \text{в}}{2} \times h_{\text{п}}, \text{ м}^2 \quad (1.5)$$

где a – ширина песчаной подушки по верху, м;

в – ширина песчаной подушки по низу, м

$h_{\text{п}}$ – толщина песчаной подушки, м

Объем щебня

$$W_{\text{щ}} = W - W_{\text{сл. пр.}} - W_{\text{п}} - W_{\text{шп}} \quad (1.6)$$

где $W_{\text{сл. пр.}}$ – объем сливной призмы, м^3

$$W_{\text{сл. пр.}} = F_{\text{сл. пр.}} \times L \quad (1.7)$$

где $F_{\text{сл. пр.}}$ – площадь сливной призмы, м^2

$$F_{\text{сл. пр.}} = \frac{2,3 + d}{2} \times 0,15, \text{ м}^2 \quad (1.8)$$

где d – ширина сливной призмы в уровне подошвы балластной призмы, м

$W_{\text{шп}}$ – объем занимаемый шпалами, м^3

$$W_{\text{шп}} = N_{\text{ш}} \times l_{\text{ш}} \times h_{\text{ш}} \times k, \text{ м}^3 \quad (1.9)$$

где $N_{\text{ш}}$ – количество шпал, шт;

$l_{\text{ш}}$ – длина шпалы, м;

$h_{\text{ш}}$ – величина заглубления шпалы в балласт, м;

k – ширина шпалы, м

W – общий объем балластной призмы, м^3

$$W = \frac{c+d}{2} \times (h_{сл.пр} + h_{н.} + h_{щ} + h_{ш}) \times L, \text{ м}^3 \quad (1.10)$$

где c – ширина балластной призмы по верху, м

$h_{сл.пр.}$ – высота сливной призмы, м

$h_{щ}$ – толщина щебня под шпалой, м

Все расчеты свести в таблицу 1

Таблица 1

Наименование элементов	изм.	Количество

Контрольные вопросы:

- Порядок расчета элементов ВСП

Практическое занятие № 3-4

К теме 1.2 «Верхнее строение пути»

Определение условий укладки бесстыкового пути

Определение изменения длины плети

Цель: научиться производить расчеты при закреплении рельсовых плетей бесстыкового пути на постоянный режим работы.

Оборудование: калькулятор.

Исходные данные: рельсы – Р65, шпалы – ж.б., балласт – щебень, радиус кривой, длина плети при температуре 20⁰С , температура укладки , тип подвижного состава , скорость, район.

Порядок выполнения работы

1. Определение интервалов закрепления плети

Расчетная амплитуда колебаний температур рельса T_a :

$$T_a = t_{\max} - t_{\min} \quad (1.1)$$

где $t_{\max}$, $t_{\min}$ – максимальная и минимальная температура в рельсах для данного региона, $^{\circ}\text{C}$ (из таблиц ТУ-2000)

Определяем возможность укладки бесстыкового пути

Укладка возможна при выполнении условия $T_a \leq T$

где T – допускаемая температурная амплитуда для данных условий;

$$T = \Delta t_y + \Delta t_p - \Delta t_3 \quad (1.2)$$

где Δt_y , Δt_p – допускаемое повышение и понижение температуры в рельсах по сравнению с температурой закрепления (ТУ-2000)

Δt_3 – минимальный интервал изменения температуры рельсов, в котором допускается производить закрепление рельсовых плетей ($\Delta t_3 = 10^0$)

Вывод о условии и возможности укладки плети

Определяем границы расчетного интервала закрепления по формулам:

$$\min t_3 = t_{\max \max} - [\Delta t_y] \quad (1.3)$$

$$\max t_3 = t_{\min \min} + [\Delta t_p] \quad (1.4)$$

Оптимальным интервалом закрепления плети считается вторая треть расчетного интервала и дороги, на основании полученных результатов строится диаграмма температур

Принимаем температуру закрепления на постоянный режим работы равной

2. Определение удлинения плети при вводе в расчетный интервал

Определим температуру выброса

$$t_{\text{выбр}} = t_y + [\Delta t_y] \quad (2.1)$$

где t_y – температура укладки, $^{\circ}\text{C}$

Ввод плети в расчетный интервал возможен либо:

- разрядка температурных напряжений, когда $t_{\text{выбр}} \gg t_{\text{зак}}$
- принудительный ввод, $t_{\text{выбр}} \ll t_{\text{зак}}$

Вывод (способ производства работ по вводу плети в расчетный интервал).

При вводе плети в расчетный интервал произойдет изменение длины плети, эта величина определится по формуле

$$\Delta l = L \times 0,0000118 \times \Delta t \quad (2.2)$$

где L – длина плети, м

0,0000118 – коэффициент расширения рельсовой стали;

Δt – разница температур,

Определить изменение длины плети при укладке

Определить изменение длины плети при закреплении на постоянный режим работы

Подобрать соответствующее укорочение в уравнительных пролетах

3. Вычертить схемы раскладки плети с указанием длин уравнительных пролетов и зазоров

При укладке

При закреплении на постоянный режим работы

4. Произвести маркировку: рельсов, плети: с РСП, при укладке, при закреплении на постоянный режим работы

1. Заполнитель журнал температурного режима рельсовых плетей.

2. Нанести подвижки на заданную плеть и заполнить журнал подвижек

Контрольные вопросы

- Конструкция бесстыкового пути
- Температурный режим работы
- Маркировка плети
- Назначение уравнительных рельсов
- Изменение длины плети
- Температура выброса
- Назначение и место установки «маячных» шпал
- Контроль по подвижкам

ЖУРНАЛ

УЧЕТА СЛУЖБЫ И ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА

РЕЛЬСОВЫХ ПЛЕТЕЙ

_____ ж.д. _____ дистанция пути _____ околотов

Перегон _____ путь _____

Минимальный радиус в пределах плети, м _____

Наибольший спуск (подъем) в пределах плети, ‰ _____

Номер плети по укладочному плану (по проекту) _____

Начало плети _____ км, _____ пикет, + _____ м

Конец плети _____ км, _____ пикет, + _____ м

Длина плети _____ м

Рельсы: тип Р65, новые, старогодные (подчеркнуть). Способ термообработки: объемнозакаленные. Завод изготовитель _____. Дата выпуска рельсов _____. Тоннаж, пропущенный до сварки рельсов в плети (для старогодных рельсов) или повторной укладки плетей _____ млн т брутто. Место сварки плети – РСП _____. Дата сварки _____. Номер плети по ведомости РСП - _____. Наличие в плети стыков, сваренных в пути _____

Оптимальный интервал температур закрепления плети: от _____ до _____ °С,

Расчетный интервал температур закрепления от _____ до _____

Тип подвижного состава _____, скорость движения _____

Дата	Температура рельса, °С	Наименование работ	Длина участка ослабления плети, м	Длина уравни-тельных или временных рельсов, м		зазоры в стыках уравни-тельных или временных рельсов, мм		Должность и подпись руководителя работ	Примечание
				перед началом плети	за концом плети	в начале	в конце		

Практическое занятие № 6 - 7

К теме 1.3 «Соединения и пересечения путей»

«Изучение конструкции одиночного стрелочного перевода»

«Расчет основных параметров стрелочного перевода»

Цель: научиться определять требуемую марку стрелочного перевода и основные его параметры

Оборудование: микрокалькулятор, эпюры стрелочных переводов.

Исходные данные: общие конструктивные особенности стрелочного перевода - остряки секущего типа, крестовина сборная типа общей отливки сердечника с изнашиваемой частью усовиков; тип рельса; скорости по прямому направлению – V_n , км/ч; скорости по ответвлению – V_6 , км/ч; допускаемая величина внезапно возникающего ускорения при набегании колеса на остряк при движении экипажа в противошерстном направлении на ответвление – j_o , м/с²; допускаемая величина непогашенного ускорения при движении по стрелочной кривой – γ_o , м/с²; допускаемая величина параметра, характеризующего потерю кинетической энергии при набегании колеса на остряк ответвленного пути – W_o , м/с.

Порядок выполнения работы

1. Определение основных параметров стрелки

К основным параметрам стрелки с остряками секущего типа относятся:

- начальный стрелочный угол остряка ответвленного направления – β_n ;
- радиус остряка ответвленного пути в зоне возможных набеганий на него гребней колес экипажей – R_1 ;
- радиус остряка вне этой зоны – R_2 ;
- длина зоны примыкания остряка к боковой грани рамного рельса (длина строжки головки остряка – λ_n);
- угол, соответствующий концу зоны острожки остряка – ν_n ;
- длина переднего выступа рамного рельса – m_1 .

Начальный стрелочный угол остряков секущего типа и их радиусы определяются из соотношения кинематики движения экипажа при входе на стрелку (рис. 1.1):

$$\sin \beta_n \leq \frac{1}{V_6} \sqrt{W_o^2 - 2j_o}, \quad (1.1)$$

$$R_1 = \frac{V_6^2}{j_o}, \quad (1.2)$$

$$R_2 = \frac{V_6^2}{\gamma_o}, \quad (1.3)$$

где δ – расчетный наибольший зазор между гребнем колеса и рамным рельсом.
Для стрелочных переводов колеи 1520 зазор $\delta = 36$ мм.

Полученные величины округляем для дальнейших расчетов:

Остальные параметры стрелки определяются по формулам (рис. 1.1.)

$$A = R_1 \sin \beta_H, \quad (1.4)$$

$$B = R_1 \cos \beta_H, \quad (1.5)$$

$$\cos \xi_D = \frac{B}{R_1 + v_0}, \quad (1.6)$$

$$\lambda_D = (R_1 + v_0) \sin \xi_D - A, \quad (1.7)$$

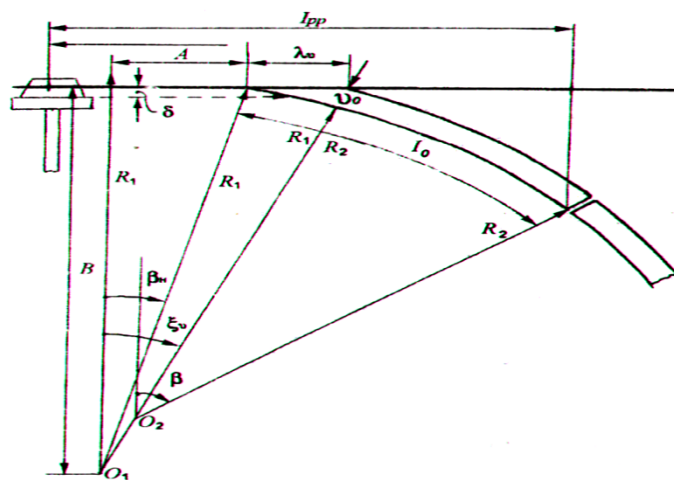


Рис. 1.1. Схема для определения основных параметров стрелки

где v_0 – ширина головки острья на расчетном уровне (Р65 – 68,4 мм, Р50 – 65,1 мм).

Получим:

Передний выступ рамного рельса определяется по формуле:

$$m_1 = \frac{c - \delta}{2} + n \times a - m_0, \quad (1.8)$$

где c – расстояние между осями брусьев в стыке (Р65 – 420 мм, Р50 – 440 мм);

δ – стыковой зазор, $\delta = 8$ мм;

a – пролет между осями брусьев ($a = 520$ мм);

n – число пролетов (принимается от 3 до 9, в зависимости от марки перевода);

m_0 – расстояние от острья острья до оси первого бруса ($m_0 = 41$ мм).

Примем $n = 5$, тогда получим

2. Определение основных параметров «жесткой» крестовины

Основными параметрами крестовины являются:

- угол крестовины – α (марка – N);
- передний вылет крестовины – h;
- задний вылет крестовины – p.

Для определения основных параметров крестовины используется уравнение проекций контура стрелочной кривой на ось, перпендикулярную оси основного пути (рис. 1.2).

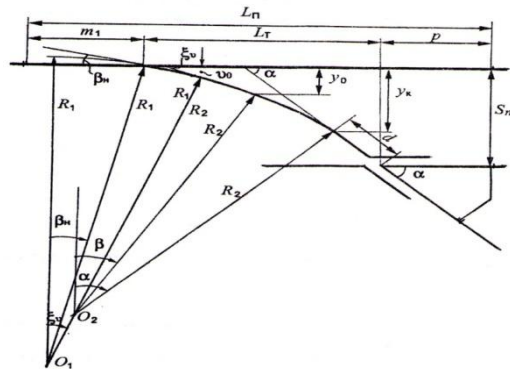


Рис. 1.2. Схема для определения угла и марки крестовины

где S_n – расчетная ширина колеи на крестовинном узле;

α – угол крестовины;

d – длина прямой вставки между концом стрелочной кривой и математическим центром крестовины.

$$c_1 = R_1 \times (\cos \beta_n - \cos \xi_v) + R_2 \times \cos \xi_v' - S_n, \quad (2.1)$$

где S_n – расчетная ширина колеи на крестовинном узле;

Длина прямой вставки между концом стрелочной кривой и математическим центром крестовины определится

$$d = \frac{R_2 \times \cos \alpha - c_1}{\sin \alpha}, \quad (2.2)$$

где α – угол крестовины;

Проведем необходимые расчеты, зададимся $d=0$

$$\cos \alpha_1 = \frac{c_1}{R_2}, \quad (2.3)$$

Марка крестовины:

$$N_1 = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha_1}, \quad (2.4)$$

Марку крестовины округляем в большую сторону, кратно 0,5. При $d=0$ участок крестовины от переднего стыка до ее математического центра будет криволинейным. Для массовых стрелочных переводов это неудобно.

При практическом проектировании целесообразно принимать длину прямой вставки $d=1,5 - 3,5$ м

3. Определение длины контррельса

Контррельсы крестовинных узлов стрелочных переводов предназначены для обеспечения безопасности прохождения экипажей через вредное пространство «жестких крестовин».

Конструктивно контррельсы состоят (рис. 1.4) из основной части $l_{к0}$, перекрывающей вредное пространство, двух отводов $l_{к1}$, направляющих колесные пары в желоб крестовины соответствующего пути, и двух нерабочих улавливающих частей $l_{к2}$, предназначенных для обеспечения безопасности движения в экстраординарных случаях.

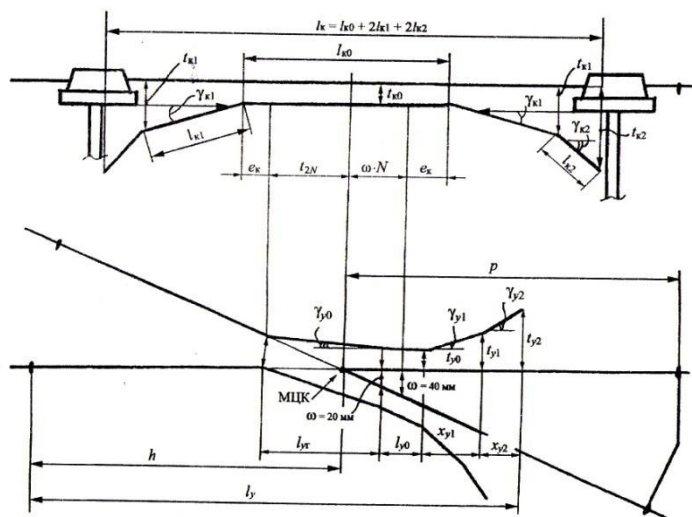


Рис. 1.4. Расчет длин контррельсов и усювиков

Длины частей контррельсов определяются следующим образом:

$$l_{к0} = (t_{\Gamma} + \omega_c) \times N + 2 \times e_k, \quad (3.1)$$

$$l_{к1} = \frac{t_{к1} - t_{к0}}{\sin \gamma_{к1}}, \quad (3.2)$$

$$l_{k2} = 150 \text{ мм}$$

$$l_k = l_{ko} + 2 \times l_{k1} + 2 \times l_{k2}, \quad (3.3)$$

где γ_{k1} – угол отвода контррельса;

t_r – желоб в горле крестовины мм;

t_{ko} – желоб в основной части крестовины мм;

t_{k1} – желоб в конце отогнутой части крестовины мм;

ω_c – ширина сердечника в сечении, где колесо полностью опирается на него – 40 мм;

e_k – запас – 100 мм.

Угол отвода контррельса не должен превышать допустимого угла удара в отведенную часть контррельса, которая определяется допускаемой величиной эффекта удара $W_k = 0,6 \text{ м/с}$ по формуле

$$\sin \gamma_{k1} = \frac{W_k}{V_n}, \quad (3.4)$$

где V_n – расчетная скорость движения по основному пути.

4 Определение длины острия

Принимая наиболее распространенную конструкцию корня острия, определим длину острия с учетом ординаты в корне y_o мм (у типовых переводов марки).

Полный стрелочный угол и длина острия из условий проекции острия на ось перпендикулярную оси пути:

$$\cos \beta = \frac{R_1 \times \cos \beta_H - (R_1 - R_2) \times \cos \xi_v - y_o}{R_2}, \quad (4.1)$$

$$l_o = R_1 \times (\xi_v - \beta_H) + R_2 \times (\beta - \xi_v), \quad (4.2)$$

5 На миллиметровой бумаге в масштабе 1:100 вычертить эпюру полученного стрелочного перевода

Контрольные вопросы

- Назначение СП
- Конструкция обыкновенного одиночного СП

- Содержание СП по шаблону и ординатам
- Неисправности с которыми запрещается эксплуатировать СП

Практическое занятие № 8

К теме «Соединения и пересечения путей»

«Разбивка закрестовинной кривой»

Цель: научиться осуществлять разбивку закрестовинной кривой»

Оборудование: калькулятор, линейка, карандаш, миллиметровка, нормативные документы.

Исходные данные: тип и марка стрелочного перевода; радиус закрестовинной кривой; ширина междупутья.

Порядок выполнения работы

На основании исходных данных по таблицам принять расстояния от МЦК до начала (Ан), середины (Ас) и конца (Ак) закрестовинной кривой и значения соответствующих ординат.

На миллиметровке в масштабе 1:100 вычертить левую и правую рельсовую нить прямого направления, отложить ширину междупутья и вычертить левую и правую рельсовую нить по прямому направлению бокового пути.

Показать место положения МЦК и от него отложить Ан, Ас, Ак. Выставить соответствующие ординаты и плавно соединить их, по обеим рельсовым нитям.

Установить предельный столбик.

Контрольные вопросы:

- Назначение и разбивка закрестовинных кривых.

Практическое занятие № 9

к теме – Соединение и пересечение путей

«Измерение параметров стрелочного перевода»

Цель: Приобрести навыки работы с измерительным инструментом

Оборудование: ПШВ, ПШ-1520, рулетка.

Порядок выполнения работы

Все работы ведутся на полегоне: осуществляется разбивка переводной кривой по ординатам и промер этих ординат с помощью рулетки и ПШ-1520, промеряются желоба в крестовине и контррельсах с помощью ПШВ. Полученные измерения анализируются с нормативными значениями и делаются соответствующие выводы.

Контрольные вопросы

- Содержание СП по ординатам, желоба

Практическое занятие № 10

к теме – Соединение и пересечение путей

«Обследование стрелочного перевода на наличие неисправностей»

Цель: Приобрести навыки работы с измерительным инструментом

Оборудование: ПШВ, ПШ-1520, рулетка

Порядок выполнения работы

Все работы ведутся на полегоне: осуществляется обследование стрелочного перевода по всем видам неисправностей. Полученные измерения анализируются с нормативными значениями и делаются соответствующие выводы.

Контрольные вопросы

- Неисправности с которыми запрещается эксплуатировать СП

Практическое занятие № 11

к теме – Соединение и пересечение путей

Расчет длины стрелочного съезда

Цель: Ознакомиться с конструкцией нормального съезда, определить длину стрелочного съезда. Приобрести навыки построения схемы стрелочного съезда.

Оборудование: калькулятор, линейка, карандаш, миллиметровка, нормативные документы.

Исходные данные: тип и марка СП; ширина междупутья; a_0 ; b_0 ; m ; q ; α

Порядок выполнения работы

1 Произвести расчет и разбивку нормального стрелочного съезда.

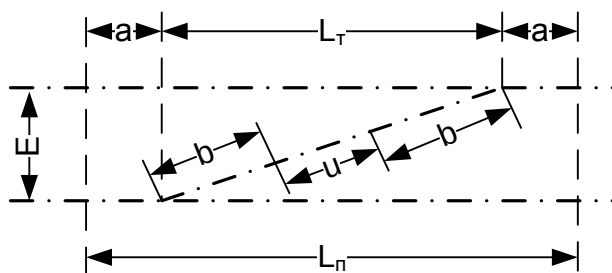


Рисунок 1 - Схема нормального съезда

Определить теоретическую длину съезда

$$L_T = E * N, \quad (1.1)$$

где E – ширина междопутья, мм

N – показатель марки крестовины

Определить полную длину съезда

$$L_П = L_T + 2a, \quad (1.2)$$

Где a – расстояние от переднего стыка рамного рельса до центра СП

$$a = a_0 + m, \quad (1.3)$$

где a_0 – расстояние от острия остряка до центра СП, мм

m – расстояние от стыка рамного рельса до острия остряка, мм

Определим величину прямой вставки

$$U = \frac{E}{\sin \alpha} - 2 \times b, \quad (1.4)$$

где α – угол крестовины

b – расстояние от центра СП до хвостового стыка крестовины

$$b = b_0 + q, \quad (1.5)$$

где b_0 – расстояние от центра СП до МЦК, мм

q – расстояние от МЦК до хвостового стыка крестовины, мм

2 На миллиметровке в масштабе 1:200 вычертить в осях схему нормального съезда с указанием соответствующих размеров

Контрольные вопросы

- Назначение и виды съездов
- Основные элементы съезда
- Порядок расчета элементов стрелочного съезда

Практическое занятие № 12

к теме 3.2 – Соединение и пересечение путей

Расчет длины стрелочной улицы

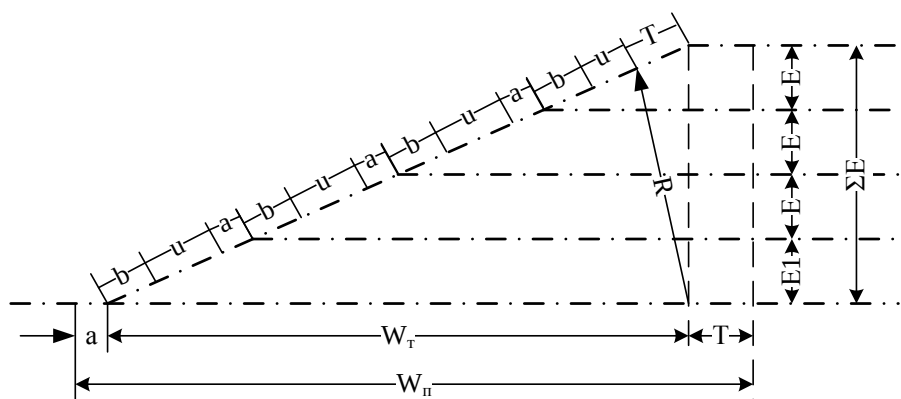
Цель: Ознакомиться с конструкцией стрелочной улицы, определить ее теоретическую и полную длину. Приобрести навыки построения схемы стрелочной улицы.

Оборудование: калькулятор, линейка, карандаш, миллиметровка, нормативные документы.

Исходные данные: тип и марка СП; ширина междупутья у основного и первого пути; ширина междупутья у боковых путей; радиус закрестовинной кривой; количество путей включая основной.

Порядок выполнения работы

1 Произвести расчет и разбивку стрелочной улицы.



Определить теоретическую длину улицы

$$W_T = N \times \Sigma E, \quad (1.1)$$

где ΣE – суммарная ширина междупутья, мм

N – показатель марки крестовины

Определить полную длину улицы

$$W_{\Pi} = W_T + a + T, \quad (1.2)$$

где a – расстояние от переднего стыка рамного рельса до центра СП

$$a = a_0 + m, \quad (1.3)$$

где a_0 – расстояние от острия остряка до центра СП, мм

m – расстояние от стыка рамного рельса до острия остряка, мм

T – тангенс закрестовинной кривой последнего пути стрелочной улицы

$$T = R_3 \times \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad (1.4)$$

где R_3 – радиус закрестовинной кривой, мм

α – угол крестовины

Определим величину прямой вставки между основным и первым путем

$$U_1 = \frac{E_1}{\sin \alpha} - a - b, \quad (1.5)$$

где E_1 – ширина междопутья у основного и первого пути, мм

b – расстояние от центра СП до хвостового стыка крестовины

$$b = b_0 + q, \quad (1.6)$$

где b_0 – расстояние от центра СП до МЦК, мм

q – расстояние от МЦК до хвостового стыка крестовины, мм

Определим величину прямой вставки между боковыми путями

$$U = \frac{E}{\sin \alpha} - a - b, \quad (1.7)$$

где E – ширина междопутья у боковых путей, мм

Определим величину прямой вставки между последними путями

$$U_3 = \frac{E}{\sin \alpha} - b - T, \quad (1.8)$$

где E – ширина междопутья у боковых путей, мм

2 На миллиметровке в масштабе горизонтальный 1:200 вертикальный 1:100 вычертить в осях схему стрелочной улицы с указанием соответствующих размеров/

Контрольные вопросы

- Назначение и виды ст. улиц
- Основные элементы стр. улицы
- Порядок расчета элементов стр. улицы

Практическое занятие № 13

к теме 1.4 – Переезды и приборы путевого заграждения

Определение соответствия обустройства переезда требованиям инструкции

Цель: Ознакомиться с конструкцией переездного настила. Приобрести навыки промеров желобов на переезде и расстановки сигнальных знаков.

Оборудование: калькулятор, линейка, карандаш, миллиметровка, нормативные документы.

Порядок выполнения работы

1 На полегоне произвести замеры желобов и оценить содержание габаритной планки

2 Вычертить схему переездного настила

Контрольные вопросы

- Назначение переездов и их место расположение
- Классификация переездов
- Условия видимости на переезде, расстановка сигнальных знаков
- Содержание переездного настила
- Назначение и место установки габаритной планки
- Обязанности дежурного по переезду

Практическое занятие №14

к теме – Устройство рельсовой колеи в кривых участках пути и на стрелочных переводах

Определение ширины колеи в кривой

Цель: научиться производить расчеты ширины колеи для конкретных эксплуатационных условий

Оборудование: калькулятор, нормативные документы

Исходные данные: радиус кривой; тип подвижной единицы.

Порядок выполнения работы

Оптимальная ширина рельсовой колеи $S_{\text{опт}}$ на кривой радиусом R из условия вписывания тележки с трехосной жесткой базой L_0 определится следующим образом рисунок 1.

O – центр вращения экипажа; λ – расстояние от центра вращения экипажа до геометрической оси первого колеса (в данном случае $\lambda = L_0$); b_1 – расстояние от геометрической оси первой колесной пары до точки касания гребня колеса с рельсом; f_n – стрела изгиба наружного рельса (при хорде AB); $\Sigma\eta$ – сумма поперечных разбегов соответствующих колесных пар заданного экипажа.

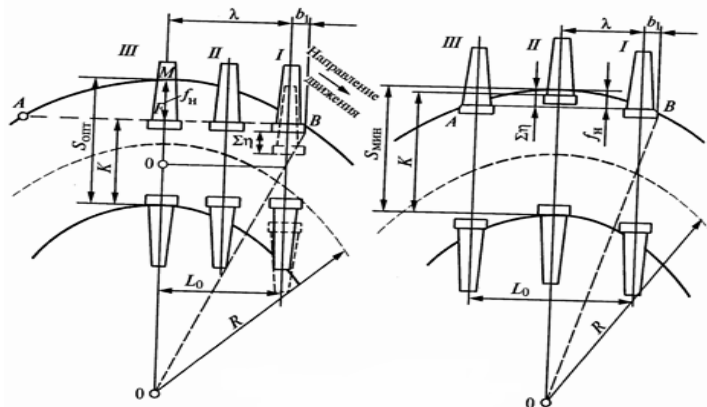


Рисунок 1 – Расчетные схемы вписывания трехосной жесткой базы

1 Определим ширину колесной колеи

$$K_{\text{max}} = (T + 2q + 2 \times \mu), \quad (1.1)$$

где T – ширина насадки колесной пары, мм;

q – Толщина гребня колеса, мм

μ – утолщение гребня выше расчетной плоскости, равное для вагонных колес 1 мм, для локомотивных колес 0.

2 Определим оптимальную ширину рельсовой колеи

Поскольку экипажам требуется большая ширина колеи тогда

$$S_{opt} = K_{max} + f_n - \Sigma\eta + 4 \quad , \quad (2.1)$$

где $\Sigma\eta$ – разбеги, мм (из таблицы 3.1);

f_n - стрела изгиба наружного рельса, мм

Таблица 3.1 – Некоторые расчетные параметры локомотивов и вагонов

Единица подвижного состава	База тележки, L_o , мм	Разбеги $\Sigma\eta$, мм	Радиус колеса r , мм
ВЛ23	4400	6	600
ВЛ60	4600	17	625
ЧС4	4600	10	625
ТЭ3	4200	12	525
2ТЭ10Л	4200	12	525
Тележка ЦНИИ – ХЗ	1850	0	475
Тележка ЦМВ	2700	0	475
Тележка КВЗ	2400	0	475

$$f_n = \frac{(\lambda + b_1)^2}{2 \times R} \quad , \quad (2.2)$$

где λ – расстояние от центра вращения экипажа до геометрической оси первого колеса (в данном случае $\lambda = L_o$);

R – Радиус кривой, мм

b_1 – расстояние от геометрической оси первой колесной пары до точки касания гребня колеса с рельсом

$$b_1 = \lambda \times \frac{r}{R} \times \operatorname{tg} \tau \quad , \quad (2.3)$$

где r – радиус качения колеса (таблица 3.1), мм

τ – угол наклона образующей гребня колеса к горизонту (для вагонного колеса 60° , для локомотивного 70°)

3 Определим минимальную ширину колеи

За расчетную принимается схема заклиненного вписывания экипажа, при которой наружные колеса крайних осей жесткой базы ребордами упираются в наружный рельс кривой, а внутренние колеса средней оси – в рельс внутренней нити.

К полученной на основании такой расчетной схемы ширине колеи прибавляются $\delta_{\min}$ – минимальный зазор между боковой рабочей гранью рельса и гребнем рельса на прямом участке пути:

$$S_{\min} = K_{\max} + f_n - \Sigma \eta + 4 + \delta_{\min}, \quad (4.1)$$

где f_n - стрела изгиба наружного рельса, мм при $\lambda = L_0/2$

$\delta_{\min}$ – минимальный зазор (таблица 3.2);

Таблица 3.2 – Размеры колесных пар подвижного состава

Скорость движения, км/ч	Наименование колес	q+μ, мм	T, мм	K, мм	δ, мм
до 120	Локомотивные	33/25	1443/1437	1509/1487	39/7
	Вагонные	34/26	1443/1437	1511/1489	37/5
121-140	Локомотивные	33/28	1443/1439	1509/1495	31/7
	Вагонные	34/29	1443/1439	1511/1497	29/5

Примечание: в числителе – максимальные значения, в знаменателе - минимальные

Вывод (на основании исходных данных прописать нормативные значения ширины колеи для пути на деревянных и ж.б. шпалах с нормами по I степени и на закрытие, сравнить с полученными результатами).

Контрольные вопросы

- Ширина колеи – определение, формула (пояснить все составляющие)
- Чему равна ширина насадки колесной пары
- От чего зависит ширина колеи
- Виды вписывания
- Нормы и допуски по содержанию ширины колеи в зависимости от плана линии

Практическое занятие № 15

к теме – Устройство рельсовой колеи в кривых участках пути и на стрелочных переводах

Выполнение измерений стрелочных переводов по шаблону

Цель: Приобрести навыки работы с измерительным инструментом

Оборудование: ПШ-1520.

Порядок выполнения работы

Все работы ведутся на полегоне: осуществляется промер стрелочного перевода по шаблону. Полученные измерения анализируются с нормативными значениями и делаются соответствующие выводы

Контрольные вопросы

- Содержание СП по шаблону

Практическое занятие №16

к теме – Устройство рельсовой колеи в кривых участках пути и на стрелочных переводах

Расчет величины возвышения наружного рельса в кривой

Цель: научиться производить расчеты величины возвышения и ограничения скорости

Оборудование: калькулятор, линейка, карандаш, миллиметровка, нормативные документы.

Исходные данные: радиус кривой, м; пропускная способность

Грузовые поезда			Пассажирские поезда		
Количество, N, шт,	Вес, Q, т	Скорость, V, км/ч	Количество, N, шт,	Вес, Q, т	Скорость, V, км/ч

Порядок выполнения работы

1 Определить возвышение для пассажирских поездов

Возвышение определится по формуле

$$h_{nac} = 12,5 \times \frac{V_{nac\max}^2}{R} - 115 \quad (1.1)$$

где $V_{\text{пас max}}$ – максимальная скорость пассажирских поездов обращающихся на заданном участке, км/ч;

R – радиус кривой, м

115 – коэффициент, учитывающий величину непогашенного ускорения $0,7 \text{ м/с}^2$

2 Определим возвышение для грузовых поездов

Возвышение определится по формуле

$$h_{nac} = 12,5 \times \frac{V_{gp \max}^2}{R} - 50 \quad (2.1)$$

где $V_{gp \max}$ – максимальная скорость грузовых поездов обращающихся на заданном участке, км/ч;

3 Определим возвышение для потока поездов (приведенное)

Таблица 1 – Допускаемые значения возвышения в зависимости от радиуса кривой

Радиус кривой, м	200	250	300	400
Возвышение, мм	60	80	100	120

4 Определим ограничение скорости

Для пассажирских поездов

$$V_{nac} = \sqrt{\frac{h_{\phi} + 115}{12,5} \times R} \quad , \quad (4.1)$$

Для грузовых поездов

$$V_{gp} = \sqrt{\frac{h_{\phi} + 50}{12,5} \times R} \quad , \quad (4.2)$$

Вывод (о фактически реализуемых скоростях в кривой заданного радиуса с принятым возвышением)

5 На миллиметровой бумаге формат А4 в масштабе 1:50 вычертить поперечный профиль пути в кривой с принятым возвышением.

Контрольные вопросы

- Что такое положение по уровню
- Где и для чего устраивается возвышение
- Какая рельсовая нить возвышается
- От чего зависит возвышение
- Допускаемое значение непогашенного ускорения
- Максимально допустимое возвышение одной рельсовой нити относительно другой
- Какие неисправности могут возникать при неправильном расположении рельсовых нитей в продольном профиле
- Уровень – определение, нормы и допуски по содержанию
- Просадка - определение, нормы и допуски по содержанию
- Перекос - определение, нормы и допуски по содержанию
- За счет чего обеспечивается возвышение.

Практическое занятие № 17

к теме 3.2 – Устройство рельсовой колеи в кривых участках пути и на стрелочных переводах

Расчет параметров переходной и круговой кривой

Цель: на основании исходных данных определить длину переходной и круговой кривой.

Оборудование: калькулятор, линейка, карандаш, миллиметровка, нормативные документы.

Исходные данные: радиус кривой, м; возвышение наружного рельса, мм; скорость движения пас./гр, км/ч; стандартная длина рельса, м; угол поворота °.

Порядок выполнения работы

На основании исходных данных произвести запись уклона отвода по уровню, подобрать соответствующее стандартное укорочение

Стандартная длина рельсов	Предельные значения радиусов кривых в м при данном стандартном укорочении			
	40 мм	80 мм	120 мм	160 мм
12,5	≥ 500	≥ 250	≥ 250	-
25	-	≥ 500	-	≥ 250

1 Определение длин переходной и круговой кривых

Длина переходной кривой в метрах определяется по формуле

$$l_{нк} = \frac{h}{i} \quad (1.1)$$

где h – величина возвышения, мм;

i – уклон отвода по уровню, мм/м

Вывод (фактическая длина переходной кривой)

Определение угла наклона переходной кривой в ее конце

Угол наклона в радианах, определится

$$\varphi_0 = \frac{l_{нк}}{2R} \quad (1.2)$$

где R – радиус кривой, м

Определение возможности разбивки переходных кривых

$$2\varphi_0^o \leq \beta^o \quad (1.3)$$

где β – угол поворота кривой в градусах

Вывод (о возможности разбивки переходной кривой)

Определение длины круговой кривой

$$l_{кр} = \frac{\pi \times R}{180} (\beta - 2 \times \varphi_0) \quad (1.4)$$

Определение полной длины кривой

$$l = l_{кр} + 2 \times l_{нк} \quad (1.5)$$

Определение количества рельсов нормальной длины, укладываемых по наружной рельсовой нити:

$$N_{норм} = \frac{l}{l_{см}} \quad (1.6)$$

где $l_{см}$ – стандартная длина рельсов, м

2 Расчет количества укороченных рельсов

Определение укорочения внутренней рельсовой нити на протяжении круговой кривой

$$\varepsilon_{кк} = \frac{\pi \times S}{180} (\beta - 2\varphi_0) \quad (2.1)$$

где S – расстояние между осями рельсов, мм

Определение укорочения внутренней рельсовой нити на протяжении переходной кривой

$$\varepsilon_{нк} = \frac{S \times l_{нк}}{2 \times R} \quad (2.2)$$

Определение полного укорочения внутренней рельсовой нити

$$\varepsilon = \varepsilon_{кк} + 2\varepsilon_{нк} \quad (2.3)$$

Определение количества укороченных рельсов по внутренней рельсовой нити

$$N_y = \frac{\varepsilon}{k} \quad (2.4)$$

где k – величина стандартного укорочения, мм

Полученное по расчету количество рельсов округляется до ближайшего целого числа

Вывод (количество укороченных рельсов на протяжении всей кривой)

3 На миллиметровой бумаге вычертить план линии с разбивкой параметров, построить график отображающий изменение ширины колеи и положения по уровню, практические занятия №14 и 16

Контрольные вопросы

- Где устраивается переходная кривая
- Назначение переходной кривой

- Определение длины переходной кривой
- Минимальная длина переходной кривой
- Максимально допустимый уклон отвода по уровню
- Максимально допустимый уклон отвода по шаблону

Практическое занятие № 18

к теме 3.2 – Устройство рельсовой колеи в кривых участках пути и на стрелочных переводах

Расчет укладки укороченных рельсов

Цель: определить место расположение укороченных рельсов в кривой

Оборудование: калькулятор, линейка, карандаш, миллиметровка, нормативные документы.

Исходных данные: радиус кривой, м; длина круговой кривой, м; длина переходной кривой, м; стандартная длина рельса, м; часть рельса находящаяся в прямом участке пути, м.

Порядок выполнения работы

1 Разбивка рельсов нормальной длины по наружной рельсовой нити

Определим часть рельса находящуюся в пределах переходной кривой

$$a_2 = l_{cm} - a_1 \quad (1.1)$$

где a_1 – часть рельса находящаяся в прямом участке пути, м

l_{cm} – стандартная длина рельса, м

Определим количество рельсов нормальной длины по наружной нити, укладываемых в пределах первой переходной кривой

$$N_{пк} = \frac{l_{пк} - a_2}{l_{cm}} \quad (1.2)$$

где $l_{пк}$ – длина переходной кривой, м

Полученное значение округляем до целого в меньшую сторону $N_{пк}^1$

Определяем часть рельса располагающуюся в конце переходной кривой

$$b_1 = l_{нк} - a_2 - N_{нк}^1 \times l_{см} \quad (1.3)$$

Определяем часть рельса располагающегося в начале круговой кривой

$$b_2 = l_{см} - b_1 \quad (1.4)$$

Определяем количество рельсов нормальной длины в пределах круговой кривой

$$N_{кк} = \frac{l_{кк} - b_2}{l_{см}} \quad (1.5)$$

Полученное значение округляем до целого в меньшую сторону

Определяем часть рельса располагающегося в конце круговой кривой

$$c_1 = l_{кк} - b_2 - N_{кк} \times l_{см} \quad (1.6)$$

Определяем часть рельса располагающегося в начале второй переходной кривой

$$c_2 = l_{см} - c_1 \quad (1.7)$$

Определяем количество рельсов нормальной длины располагающихся в пределах второй переходной кривой

$$N_{нк} = \frac{l_{нк} - c_2}{l_{см}} \quad (1.8)$$

Полученное значение округляем до целого в меньшую сторону

Определяем часть рельса располагающегося в конце второй переходной кривой

$$d_1 = l_{нк} - c_2 - N_{нк}^2 \times l_{см} \quad (1.9)$$

Определяем часть рельса располагающегося в пределах прямого участка пути

$$d_2 = l_{см} - d_1 \quad (1.10)$$

Проверка правильности расчета и укладки укороченных рельсов, при правильности расчетов должно получиться целое число.

$$N_{см} = \frac{(a_1 + l_{нк} + l_{кк} + l_{нк} + d_2)}{l_{см}} \quad (1.11)$$

2 Разбивка рельсов нормальной длины по наружной рельсовой нити

Для размещения стыков по наугольнику по внутренней рельсовой нити укладываются укороченные рельсы, допускаются забеги стыков в зависимости от принятого типа укорочения.

Определим параметр переходной кривой

$$C = l_{нк} \times R \quad (2.1)$$

где R – радиус кривой, м

Расчет укладки укороченных рельсов ведем в табличной форме

Таблица 1 – Методика расчета укладки укороченных рельсов

Гра- ница эле- мен- тов пла- на	№ рел- ьса или его час- ти	Длина рельса или его части, м	Расчетное укорочение ε_i , на длине рельса или его части, мм	Забеги стыков 3_i , мм	На- име- нова- ние укла- ды- вае- мого рель- са
1	2	3	4	5	6
Пря- мая	1 ₁	$a_1 = 6,00$			
НПК	1 ₂	$a_2 = 19,01$	$\varepsilon_1 = \frac{S_1}{2C} a_2^2 = 4,8$	$3_1 = 4,8 < k/2 = 80$	норм
	2	25,01	$\varepsilon_2 = \frac{S}{2C} \left[\left(a_2 + l_{cm} \right)^2 - a_2^2 \right] = 21$	$3_2 = 4,8 + 21 = 25,8 < k/2$	Норм
	3	25,01	$\varepsilon_3 = \frac{S}{2C} \left\{ \left[a_2 + 2 \times l_{cm} \right]^2 - \left(a_2 + l_{cm} \right)^2 \right\} = 37,6$	$3_3 = 25,8 + 37,6 = 63,4 < k/2$	норм
	4	25,01	$\varepsilon_4 = \frac{S}{2C} \left\{ \left[a_2 + 3 \times l_{cm} \right]^2 - \left(a_2 + 2 \times l_{cm} \right)^2 \right\} = 54,2$	$3_4^I = 63,4 + 54,2 = 117,6 > k/2$ $3_4 = 117,6 - 160 = -42,4$	уко- роч
КПК	5 ₁	$b_1 = 5,96$	$\varepsilon_5 = \frac{S}{2C} \left[l_{нк}^2 - (l_{нк} - b_1)^2 \right] = 15,4$	$3_5 = -42,4 + 66,2 = 23,8 < k/2$	норм
НKK	5 ₂	$b_2 = 19,05$	$\varepsilon_5 = \frac{S}{R} b_2 = 51,8$ $\varepsilon_5 = 15,4 + 50,8 = 66,2$		
	6	25,01	$\varepsilon_6 = \frac{S}{R} l_{cm} = 66,7$	$3_6^I = 23,8 + 66,7 = 90,5 > k/2$ $3_6 = 90,5 - 160 = -69,5$	уко- роч
	7	25,01	$\varepsilon_7 = \frac{S}{R} l_{cm} = 66,7$	$3_7 = -69,5 + 66,7 = -2,8 < k/2$	норм
KKK	8 ₁	$c_1 = 19,38$	$\varepsilon_8 = \frac{S}{R} c_1 = 51,7$	$3_8 = -2,8 + 66,3 = 63,5 < k/2$	норм
НПК	8 ₂	$c_2 = 5,63$	$\varepsilon_8 = \frac{S}{2C} \left[l_{нк}^2 - (l_{нк} - c_2)^2 \right] = 14,6$ $\varepsilon_8 = 51,7 + 14,6 = 66,3$		

	9	25,01	$\varepsilon_9 = \frac{S}{2C} [(l_{нк} - c_2)^2 - (l_{нк} - c_2 - l_{ст})^2] = 54,5$	$3_9 = 63,5 + 54,5 = 118$ $8 > k/2 \quad 3_9 = 118 - 160 = -42$	укороч
	10	25,01	$\varepsilon_{10} = \frac{S}{2C} [(l_{нк} - c_2 - l_{ст})^2 - (l_{нк} - c_2 - 2 * l_{ст})^2] = 37,8$	$3_{10} = -42 + 37,8 = -4,2 < k/2$	норм
	11	25,01	$\varepsilon_{11} = \frac{S}{2C} [(l_{нк} - c_2 - 2 * l_{ст})^2 - (l_{нк} - c_2 - 3 * l_{ст})^2] = 20,8$	$3_{11} = -4,2 + 20,8 = 16,6$	норм
КПК	12 ₁	$d_1 = 19,34$	$\varepsilon_{12} = \frac{S}{2C} d_1^2 = 4,9$	$3_{12} = 16,6 + 4,9 = 21,5 < k/2$	норм
прямая	12 ₂	5,67			
Проверка: $\Sigma \varepsilon = 501,5$ мм; $3_{12} = \Sigma \varepsilon - k * N$, $3_{12} = 501,5 - 3 * 160 = 21,5$ мм					

На основании представленной методике произвести расчет своих данных и построить схему раскладки рельсов по наружной и внутренней рельсовым нитям.

Контрольные вопросы

- Где и для чего укладываются укороченные рельсы
- Величины стандартного укорочения – значения и от чего зависят
- Допуски по забегам стыков.

Практическое занятие № 19

к теме – Устройство рельсовой колеи в кривых участках пути и на стрелочных переводах

Положение в плане

Цель: научиться определять проектную стрелу изгиба, фактический радиус кривой на основании натуральных стрел изгиба

Оборудование: калькулятор, линейка, карандаш, миллиметровка, нормативные документы.

Исходные данные: радиус кривой, м

Номер точки N _т	1	2	3	4	5	6
Натурная стрела изгиба, f _н						

Порядок выполнения работы

1 Определение проектной стрелы изгиба

Стрела изгиба в мм определится

$$f = \frac{a^2}{8 \times R} \times 1000 \quad (1.1)$$

где a – длина хорды, 20 м;

R – радиус кривой, м

На формате А4 миллиметровой бумаги практического занятия №17 вычертить график накопления стрел изгиба.

2 Определение радиуса кривой по натурным стрелам изгиба

Радиус кривой в м, определится

$$R = \frac{a^2}{8 \times f_n^{cp}} \times 1000 \quad (2.1)$$

где f_n^{cp} – среднее значение натурных стрел изгиба, мм

$$f_n^{cp} = \frac{\sum f_n}{N} \quad (2.2)$$

где f_n - натурные стрелы изгиба, мм

N – количество точек;

На формате А4 миллиметровой бумаги вычертить порядок промеров стрел изгиба.

Контрольные вопросы

- Чем характеризуется положение в плане
- Значение стрелы изгиба в прямом участке
- Значение стрелы изгиба в переходной кривой
- Значение стрелы изгиба в круговой кривой
- Максимально допустимое отклонение в плане

Практическое занятие № 20

к теме – Устройство рельсовой колеи в кривых участках пути и на стрелочных переводах

Определение ширины междупутья, расстояний до линии приближения строения и размеров платформ в кривом участке пути

Цель: научиться определять габаритные размеры в кривых

Оборудование: калькулятор, линейка, карандаш, миллиметровка, нормативные документы.

Исходные данные: радиус кривой, м; возвышение наружного рельса, мм.

Порядок выполнения работы

1 Определение ширины междупутья

Ширина междупутья в мм определится по формуле

$$E_{кр} = E_{пр} + d_{ш} \quad (1.1)$$

где $E_{пр}$ – проектная ширина междупутья, мм

$d_{ш}$ – увеличение ширины междупутья, принимается по таблице 3.18 [9]

2 Определим расстояние до линии приближения строения

Для наружной стороны

$$d_{кр.нар} = d_{пр} + d_{нар} \quad (2.1)$$

где $d_{пр}$ – проектное расстояние до линии приближения строения, мм

$d_{нар}$ – увеличение горизонтальных расстояний с наружной стороны, принимается по таблице 3.7 [9]

Для внутренней стороны

$$d_{кр.вн} = d_{пр} + d_{вн} \quad (2.2)$$

где $d_{нар}$ – увеличение горизонтальных расстояний с внутренней стороны, принимается по таблице 3.7 [9]

3 Определим размеры платформ

Высокая платформа имеет проектные значения в прямом участке:

От оси пути _____ от УГР _____

Размеры в кривой определяются по таблице 3.13 [9]

С наружной стороны

От оси пути _____ от УГР _____

С внутренней стороны

От оси пути _____ от УГР _____

Низкая платформа имеет проектные значения в прямом участке

От оси пути _____ от УГР _____

Размеры в кривой определяются по таблице 3.13 [9]

С наружной стороны

От оси пути _____ от УГР _____

С внутренней стороны

От оси пути _____ от УГР _____

4 Графически на формате А4 совместить габаритные значения для прямого и кривого участка пути

Контрольные вопросы

- Габарит приближения строения – определение
- Ширина междупутья – нормы и допуски по содержанию
- Расстояние до линии приближения строения
- Высокие и низкие платформы – нормы и допуски по содержанию
- Размещение элементов ВСП в пути