

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта -
филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»
(УУКЖТ ИрГУПС)



И.Н. Соседенко, Г.В. Мурзина

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических работ

дисциплины ОП.13 Железнодорожные станции и узлы

для специальности

23.02.01 Организация перевозок и управление на транспорте

(по видам)

*Базовая подготовка
среднего профессионального образования*

*Очная форма обучения на базе
основного общего образования / среднего общего образования*

Заочная форма обучения на базе среднего общего образования

Улан-Удэ 2022

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



УДК 656.21

ББК 39.213

С 66

И.Н. Соседенко, Г.В. Мурзина.

С 66 ОП.13 Железнодорожные станции и узлы [Текст]: Методические указания по выполнению практических работ для обучающихся очной и заочной формы обучения специальности 23.02.01 Организация перевозок и управление на транспорте (по видам)/ И.Н. Соседенко, Г.В. Мурзина; Улан-Удэнский колледж железнодорожного транспорта ИрГУПС. – Улан-Удэ: Сектор информационного обеспечения учебного процесса УУКЖТ ИрГУПС, 2022. – 72 с.

Данные методические указания содержат примеры и последовательность выполнения практических работ. Перед каждым заданием приведены содержание и подробные методические рекомендации по его выполнению.

Методические указания по выполнению практических работ предназначены для обучающихся специальности 23.02.01 «Организация перевозок и управление на транспорте (по видам)», для преподавателей данной специальности.

УДК 656.21

ББК 39.213

Рассмотрено на заседании ЦМК протокол №8 от 18.04.22 и одобрено на заседании Методического совета колледжа протокол №5 от 20.04.22

© И.Н. Соседенко, Г.В. Мурзина, 2022

©УУКЖТ ИРГУПС, 2022

Содержание

	Стр.
Пояснительная записка	4
Практическая работа 1 Расчет и построение продольного профиля земляного полотна железнодорожной линии.	8
Практическая работа 2 Построение поперечного профиля земляного полотна на станции	13
Практическая работа 3 Определение расстояний между центрами стрелочных переводов.	18
Практическая работа 4 Расчет и построение конечного соединения путей, съездов и стрелочных улиц.	22
Практическая работа 5 Определение расстояний до предельных столбиков и светофоров (по таблицам).	26
Практическая работа 6 Разработка схемы промежуточной станции.	29
Практическая работа 7 Расчет грузовых и пассажирских устройств на промежуточной станции.	34
Практическая работа 8 Организация поездной и маневровой работы на промежуточной станции.	39
Практическая работа 9 Расчет основных элементов промежуточных станций	42
Практическая работа 10 Составление ведомостей путей и стрелочных переводов на промежуточной станции	45
Практическая работа 11 Разработка схемы участковой станции.	48
Практическая работа 12 Расчет необходимого числа путевого развития участковой станции.	53
Практическая работа 13 Определение перерабатывающей способности сортировочной горки.	58
Практическая работа 14 Расчет высоты сортировочной горки и мощности тормозных позиций.	62
Практическая работа 15 Определение пропускной и перерабатывающей способности станций.	68

Пояснительная записка

Методические указания по выполнению практических работ разработаны в соответствии с рабочей учебной программой дисциплины ОП.13 Железнодорожные станции и узлы специальности 23.02.01 Организация перевозок и управление на транспорте (по видам) и требованиями к результатам освоения программы подготовки специалистов среднего звена ФГОС СПО по данной специальности.

Цель данных методических указаний - оказать помощь обучающимся при выполнении практических работ и закреплении теоретических знаний по основным разделам дисциплины ОП.13 Железнодорожные станции и узлы.

Практические работы проводятся в специально оборудованном кабинете «Управления движением», индивидуально, в форме практической подготовки.

Выполнение практических работ направлено на формирование общих и профессиональных компетенций:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 1.1 Выполнять операции по осуществлению перевозочного процесса с применением современных информационных технологий управления перевозками.

ПК 1.2 Организовывать работу персонала по обеспечению безопасности перевозок и выбору оптимальных решений при работах в условиях нестандартных и аварийных ситуаций.

ПК 2.1 Организовывать работу персонала по планированию и организации перевозочного процесса.

ПК 2.2 Обеспечивать безопасность движения и решать профессиональные задачи посредством применения нормативно-правовых документов.

ПК 2.3 Организовывать работу персонала по техническому обслуживанию перевозочного процесса.

ПК 3.2 Обеспечивать осуществление процесса управления перевозками на основе логистической концепции и организовывать рациональную переработку грузов.

В результате выполнения практических работ обучающийся должен: **иметь практический опыт:**

построения продольного профиля пути и поперечного профиля земляного полотна, разработки схем железнодорожных станций.

уметь:

анализировать и проектировать схемы всех типов станций;

выбирать оптимальные варианты расположения станционных устройств.

знать:

устройство, общие принципы содержания и ремонта железнодорожного пути;

требования к проектированию и устройству железнодорожных станций и узлов;

методы расчета пропускной и перерабатывающей способности.

Каждая практическая работа завершается составлением письменного отчета с последующей его защитой и получением оценки. В отчете следует указать номер работы, тему, цель, содержание в соответствии с методическими указаниями. Отчет на листах формата А4 оформляется в соответствии с Положением «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль».

С учетом материальной базы практические занятия могут проводиться фронтально на реальном оборудовании, либо виртуально.

Все виды работ должны проводиться с соблюдением действующих правил охраны труда, санитарных норм и пожарной безопасности. К практическим занятиям допускаются обучающиеся, прошедшие обучение и инструктаж по охране труда.

Критерии оценок:

«отлично» выставляется, если обучающийся умеет самостоятельно решать практические задачи, свободно использует справочную литературу, делает обоснованные выводы из результатов расчетов;

«хорошо» выставляется, если обучающийся умеет самостоятельно решать практические задачи с некоторыми недочетами, ориентироваться в справочной литературе, правильно оценивать полученные результаты и делать выводы;

«удовлетворительно» выставляется, если обучающийся с помощью преподавателя показал умения получить правильные решения конкретной практической задачи, пользоваться справочной литературой, правильно оценить полученные результаты отчетов и сделать выводы или самостоятельно с допущением ошибок;

«неудовлетворительно» выставляется, если студент не выполнил практическую задачу, не умеет пользоваться справочной литературой, делать выводы.

Перечень практических работ для очной/заочной формы обучения	Коды формируемых компетенций	Кол-во часов для очной/заочной формы обучения
Практическая работа 1 Расчет и построение продольного профиля земляного полотна железнодорожной линии.	ОК 2. ОК 6. ПК 1.1.	4
Практическая работа 2 Построение поперечного профиля земляного полотна на станции	ОК 6. ОК 8. ПК 2.2.	4
Практическая работа 3/1 Определение расстояний между центрами стрелочных переводов.	ОК 2. ОК 3. ПК 1.1.	4/2
Практическая работа 4 Расчет и построение конечного соединения путей, съездов и стрелочных улиц.	ОК 1. ОК 5. ПК 2.2.	4
Практическая работа 5/2 Определение расстояний до предельных столбиков и светофоров (по таблицам).	ОК 4. ОК 9. ПК 2.2.	4/2
Практическая работа 6/3 Разработка схемы промежуточной станции.	ОК 3. ОК 8. ПК 1.1.	4/2
Практическая работа 7 Расчет грузовых и пассажирских устройств на промежуточной станции.	ОК 5. ОК 8. ПК 3.2.	4
Практическая работа 8 Организация поездной и маневровой работы на промежуточной стан-	ОК 2. ОК 7. ПК 1.2.	4

ции.		
Практическая работа 9 Расчет основных элементов промежуточных станций	ОК 5. ОК 8. ПК 2.3.	4
Практическая работа 10 Составление ведомостей путей и стрелочных переводов на промежуточной станции	ОК 1. ОК 7. ПК 2.1.	4
Практическая работа 11/4 Разработка схемы участковой станции.	ОК 3. ОК 8. ПК 1.1.	4/2
Практическая работа 12/5 Расчет потребного числа путевого развития участковой станции.	ОК 4. ОК 7. ПК 2.3.	4/2
Практическая работа 13/6 Определение перерабатывающей способности сортировочной горки.	ОК 2. ОК 6. ПК 2.2.	4/2
Практическая работа 14/7 Расчет высоты сортировочной горки и мощности тормозных позиций.	ОК 7. ОК 4. ПК 1.1.	4/2
Практическая работа 15/8 Определение пропускной и перерабатывающей способности станций.	ОК 3. ОК 9. ПК 1.1.	4/2
	Всего:	60/16

Практическая работа 1

Тема: Расчет и построение продольного профиля земляного полотна железнодорожной линии.

Цель: Научиться рассчитывать и строить по заданному плану местности в горизонталях и отметки головки рельса продольный профиль железнодорожного пути.

Перечень учебно-наглядных пособий:

1. План местности в горизонталях.
2. Продольный профиль линии.

Рекомендуемая литература:

1. Правдин Н.В. и Вакуленко С.П. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты). - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2015
2. Червотенко Е.Э. и Калинина А.Р. Учебное пособие (электронная версия) "Основы проектирования отдельных пунктов. Разъезды. Обгонные пункты. Промежуточные станции". ДвГУПС.

Краткие теоретические сведения

До начала строительства земляного полотна поверхность земли вдоль ее оси нивелируют, т.е. с помощью геодезического прибора – нивелира определяют высоту отдельных мест земной поверхности и вычисляют, на сколько одни из них расположены выше других. По результатам нивелирования составляют **продольный профиль** земляного полотна, т. е. вертикальный разрез по продольной оси, развернутый на плоскость. Земляному полотну стараются придать плавное очертание разнообразными продольными уклонами и площадками.

Продольный профиль характеризуется крутизной уклонов и их длиной. Крутизна – частное от деления разности отметок конечных точек элемента профиля, на его длину; измеряется в тысячных долях ($^0/_{00}$).

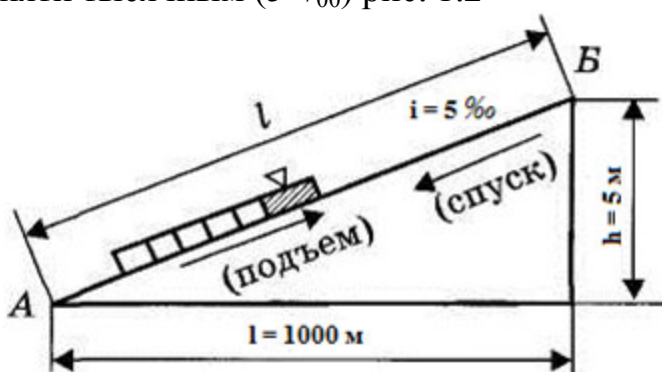
Уклон – это элемент продольного профиля железнодорожного пути, наклоненного к горизонтальной линии. Уклон в направлении от низшей точки к высшей называется **подъемом**, а в обратном – **спуском**. Наибольший продольный уклон, который придают земляному полотну и который может преодолеть грузовой поезд с одним локомотивом, называется **руководящим** или **расчетным**.

Спуск руководящий – это наибольший по крутизне спуск (с учетом сопротивления кривых) протяжением, не менее тормозного пути. Профиль железнодорожной линии выполняется в виде горизонтальных участков называемых **площадками** и наклонных, именуемых **уклонами** (рис. 1.1)



Рис. 1.1

Например, при расстоянии между точками А и В равном 1000 м, и превышении точки В над точкой А на 5 м, крутизна уклона i линии АВ будет равна пяти тысячным (5 ‰) рис. 1.2



$$i = \frac{5}{1000} = 0,005 = 5‰$$

Рис. 1.2

Преодоление подъема вызывает дополнительное сопротивление движению поезда. При расчете массы поезда, который может пройти по участку пути, должно учитываться влияние наиболее крутых подъемов имеющих на данном участке. Наибольший затяжной подъем на участке, по величине которого устанавливается расчетная масса грузового поезда при одиночной тяге и расчетно-минимальной скорости для данного локомотива, называется **руководящим уклоном**.

Руководящий уклон в грузовом направлении не должен превышать:

- 9 ‰ – на особогрузонапряженных линиях;
- 12 ‰ – на линиях 1 категории;
- 15 ‰ – на линиях 2 категории и
- 20 ‰ – на линиях 3 категории и т.д.

Крутизна **спусков** и их протяженность должны обеспечивать безопасность движения, исходя из условий работы тормозных средств поезда.

Продольный профиль следует проектировать элементами, длина которых не должна быть меньше половины длины обращающихся на участке поездов. При этом **под поездом может располагаться одновременно не более двух пе-**

реломов профиля. При расположении поезда одновременно на выпуклом и на выгнутом участке профиля, между ними **обязательно должна быть разделительная площадка.**

Пример построения участка продольного профиля линии приведен на рис. 1.3

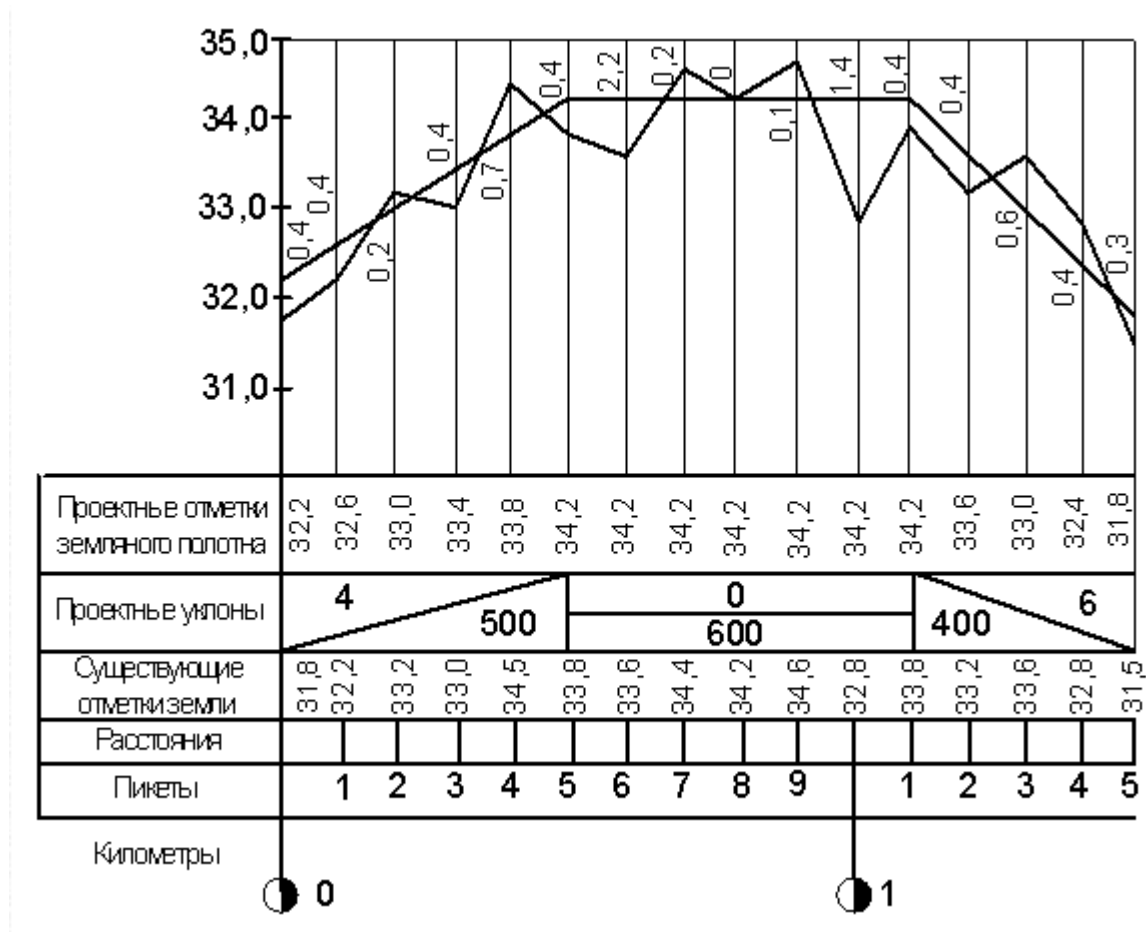


Рис. 1.3

Порядок выполнения работы:

1. По выбранному варианту задания рассчитать отметки земли для каждого пикета участка проектируемого продольного профиля линии (Приложение 1).

2. Рассчитать проектные отметки для каждого пикета, по заданной отметке бровки земляного полотна, нанесенной на один из уклоноуказателей и проектным уклонам.

3. Вычертить, красным цветом, проектный продольный профиль земляного полотна железнодорожной линии с указанием высоты насыпи (цифры над линией проектного профиля) и глубины выемки (цифры под линией проектного профиля).

Для построения продольного профиля железнодорожной линии используют данные технических изысканий и геодезических съёмки.

Продольный профиль железнодорожной линии выполняется в масштабах:
– для горизонтальных расстояний 1: 10 000 (1 см- 100 м);

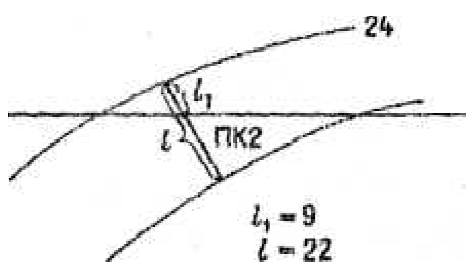
– для вертикальных расстояний 1: 1 000 (1 см-10 м).

Нижняя часть продольного профиля называется сеткой, на которой следует указать километры и пикеты. В каждом километре пути содержится 10 пикетов по 100 м. Верхняя часть представляет собой собственно профиль. (рис.1.3).

1. Расчет отметок земли. Отметки земли рассчитываются методом интерполяции на каждом пикете (рис. 1.4)

Через точку пикета проводят перпендикуляр между соседними горизонталями. Измеряют его длину $L_{(мм)}$ и расстояние от пикета до горизонтали L_1 (мм);

Определение отметки по горизонтали



$$H_{ПК2} = 24 + L_1/L$$

где, $H_{ПК2}$ - отметка земли на пикете №2 (ПК2);
 L - расстояние между горизонталями;
 L_1 - расстояние от горизонтали до пикета.

Рис. 1.4

2. Проектные отметки бровки земляного полотна рассчитываются по заданной отметке головки рельса и проектным уклонам по формуле:

$$H_{ПК} = H_n \pm i l, (м)$$

где, $H_{ПК}$ –отметка искомой точки;

H_n – отметка начальной точки (на уклоноуказателе);

i – уклон в тысячных, выраженный десятичной дробью;

l – расстояние от начальной до искомой точки;

« + » - ставится, если уклон направлен вверх (подъем);

« - » - ставится, если уклон направлен вниз (спуск).

3. Построение продольного профиля пути.

Полученные результаты отметок земля и проектные отметки земляного полотна записываются в соответствующую графу сетки продольного профиля. В дальнейшем в вертикальном масштабе откладывают отметки точек земля. Смежные концы отложенных на сетке отметок соединяют. Полученная ломаная линия и будет *профилем местности по оси трассы*. На профиль наносят проектную линию, представляющую собой *профиль бровки земляного полотна железной дороги*

Для того, чтобы знать глубину выемки и высоту насыпи находят рабочие отметки. *Рабочими отметками* называют разности между проектными (красными) и отметками земли (черными). Они показывают величину срезок и до-

сыпок земли, а также высоту насыпей и глубину выемок на каждом пикете и в характерных точках, т.е. объем земляных работ при возведении земляного полотна. Если *черные отметки* выше проектных, то в этой точке будет выемка, а если наоборот – насыпь. Высоту насыпи указывают на продольном профиле над проектной линией, а глубину выемок – под ней. (рис 1.5)

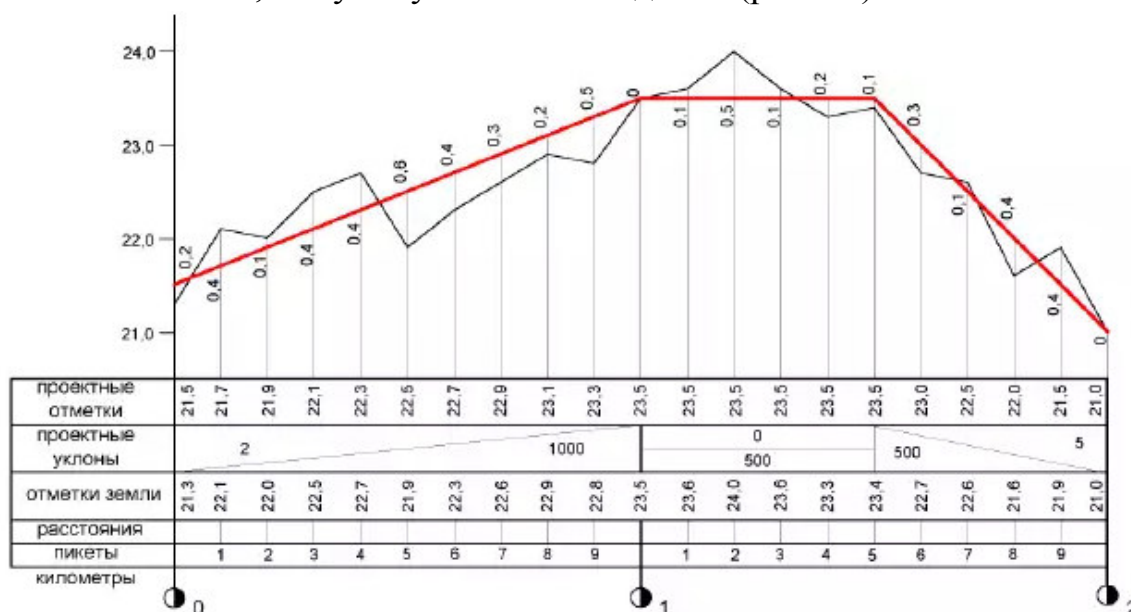


Рис.1.5 Пример построения продольного профиля пути

Содержание отчета:

1. Расчет отметок земли.
2. Расчет проектных отметок земляного полотна.
3. Продольный профиль, с указанием рабочих отметок.

Контрольные вопросы:

1. Что называют продольным профилем линии.
2. В чем измеряется крутизна уклона.
3. Что называют черными отметками.
4. Что называют красными отметками.
5. Что показывают рабочие отметки.

Практическая работа 2

Тема: Построение поперечного профиля земляного полотна на станции.

Цель: Научиться строить по отметке бровки и отметке земли поперечный профиль земляного полотна.

Перечень учебно-наглядных пособий:

1. Поперечные профили насыпи, выемки и станционной площадки.
2. Исходные данные для построения поперечных профилей.

Рекомендуемая литература:

1. Правдин Н.В. и Вакуленко С.П. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты). - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2015
2. Червотенко Е.Э. и Калинина А.Р. Учебное пособие (электронная версия) "Основы проектирования отдельных пунктов. Разъезды. Обгонные пункты. Промежуточные станции". ДвГУПС.

Краткие теоретические сведения:

Поперечный профиль земляного полотна - это очертание земляного полотна в плоскости, перпендикулярной оси трассы (поперечный разрез вертикальной плоскостью, перпендикулярной оси пути).

Поперечный профиль выбирается так, чтобы обеспечить стабильность земляного полотна и создать нормальные условия для движения поездов.

Поперечные профили земляного полотна характеризуются шириной основной площадки (табл.2.1), крутизной откосов, высотой насыпи и глубиной выемки, расположением водоотводных устройств.

Таблица 2.1

Ширина основной площадки земляного полотна

Категория железнодорожных линий	Число главных путей	Ширина земляного полотна на прямых участках при использовании грунтов, м	
		Глинистых, крупно-обломчатых, скальных выветривающихся, неденирующих песков	Скальных слабовыветривающихся, крупно-обломчатых, денирующих песков
Скоростные и особо грузонапряженные	2	11.7	10.7
I и II	1	7.6	6.6
III	1	7.3	6.4
IV	1	7.1	6.2

В зависимости от положения основной площадки (относительно поверхности земли) различают *виды поперечных профилей*- насыпь, выемка, полунасыпь, полувыемка, полунасыпь-полувыемка, нулевое место (Рис.2.1)

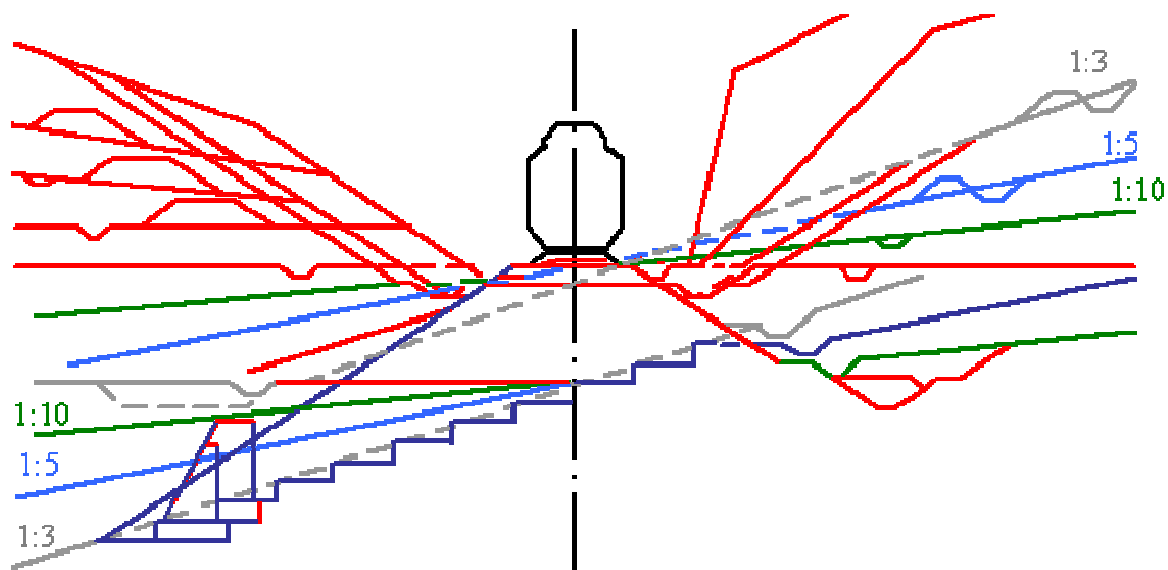


Рис. 2.1 Виды поперечных профилей земляного полотна

Порядок выполнения работы:

1. По выбранному варианту задания, рассчитать один из поперечных профилей земляного полотна. (Приложение 2)
2. Построить рассчитанный поперечный профиль земляного полотна: насыпи (рис.2.2), выемки (рис.2.3) или станционной площадки (рис.2.4)

Поперечные профили земляного полотна вычерчиваются на миллиметровой бумаге формата А4 в масштабах:

- для горизонтальных расстояний 1: 200 (1 см -2 м);
- для вертикальных расстояний 1: 100 (1 см- 1 м).

Разработку профиля начинают с вычерчивания сетки (табл.2.2) и нанесения существующих отметок земли (практическая работа №1)

Таблица 2.2

Проектные отметки	
Отметки земли	
Проектные расстояния	

При построении поперечного профиля насыпи (рис.2.2) следует учесть, что на двухпутном перегоне основная площадка имеет форму треугольника с высотой 0.2 м, междупутье - 4.1 м, а на однопутном перегоне - форму трапеции шириной поверху 2.3 м.

Рис 2.3 Пример построения поперечного профиля выемки.

При построении поперечного профиля выемки (рис.2.2) с обоих ее концов устраиваются кюветы, шириной по дню не менее 0.60м, глубиной 0.60м и откосом крутизной 1:1.5м

При построении поперечного профиля станционной площадки, следует учесть, что ширина основной площадки зависит от количества путей и ширины междупутий, расстояний от оси крайнего пути до бровки земляного полотна равно 3.5м.

Различают следующие **виды поперечных профилей станционных площадок**:

- *односкатный* - для разъездов, обгонных пунктов, промежуточных станций с небольшим числом путей;
- *двускатный* - для больших парков станционных путей;
- *пилообразный* - для крупных станций, где требуется развитая система водоотводно-водосборных устройств.

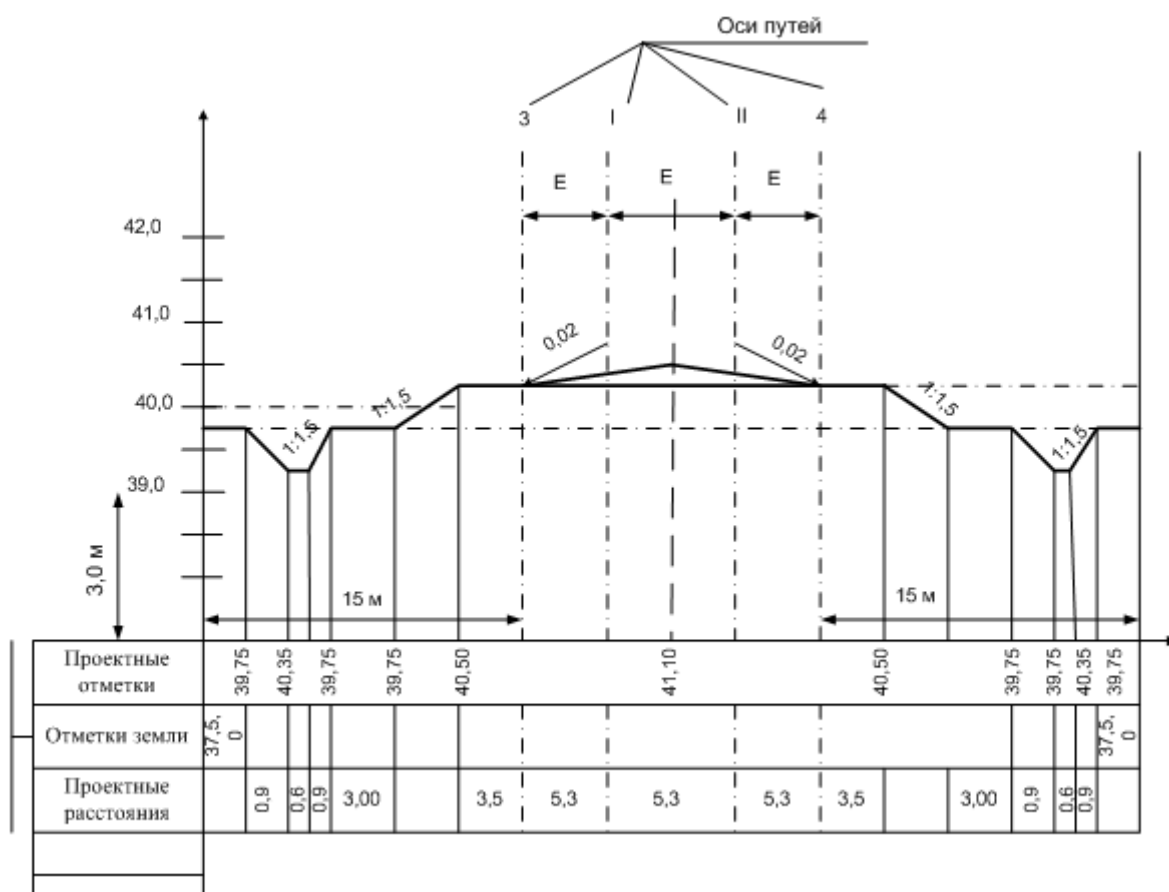


Рис.2.4 Пример построения поперечного профиля станционной площадки.

Расчет проектных отметок земляного полотна должен производиться не только по осям путей, но и по элементам канав, кюветов, откосов. Построение

поперечного профиля земляного полотна завершается откладыванием проектных отметок от основания профиля и соединением этих точек.

Содержание отчета: Расчеты и построение поперечного профиля земляного полотна.

Контрольные вопросы:

1. Что называют поперечным профилем земляного полотна.
2. Какую форму имеет основная площадка на однопутных и двухпутных линиях.
3. Какие существуют виды поперечных профилей станционных площадок.
4. Перечислите и охарактеризуйте конструктивные элементы насыпи.
5. Перечислите и охарактеризуйте конструктивные элементы выемки.

Практическая работа 3

Тема: Определение расстояний между центрами стрелочных переводов.

Цель: Научиться определять расстояния между центрами смежных стрелочных переводов и величины прямых вставок при различном расположении в горловинах станции.

Перечень учебно-наглядных пособий:

1. Таблица основных размеров обыкновенных стрелочных переводов. (Приложение 3.1)
2. Схема горловины промежуточной станции.

Рекомендуемая литература:

1. Правдин Н.В. и Вакуленко С.П. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты). - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2015
2. В. И. Апатцев и Ю.И. Ефименко Железнодорожные станции и узлы. - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2014
3. Червотенко Е.Э. и Калинина А.Р. Учебное пособие (электронная версия) "Основы проектирования отдельных пунктов. Разъезды. Обгонные пункты. Промежуточные станции". ДвГУПС.

Краткие теоретические сведения:

Стрелочные переводы, укладываемые рядом на одном пути, могут иметь различное взаимное расположение. Основными геометрическими элементами стрелочного перевода являются следующие его размеры (рис.3): где

центр стрелочного перевода (ЦП) - точка пересечения осей стрелочного перевода, математический центр перевода (МЦ) - точка пересечения рабочих граней сердечника, угол крестовины α , радиус переводной кривой (R), a - расстояние от передних стыков рамного рельса до ЦП, b - расстояние от ЦП до заднего стыка крестовины, m - расстояние от передних стыков рамного рельса до начала остряков, a_0 - расстояние от начала остряков до ЦП, b_0 - расстояние от ЦП до МЦ, q - расстояние от МЦ до заднего стыка крестовины.

$$a = a_0 + m; \quad b = b_0 + q;$$

Полная длина стрелочного перевода ($L_{пер}$) - расстояние от передних стыков рамного рельса до заднего стыка крестовины.

$$L_{пер} = a + b$$

Полная длина стрелочного перевода зависит от марки крестовины, угла крестовины и радиуса переводной кривой.

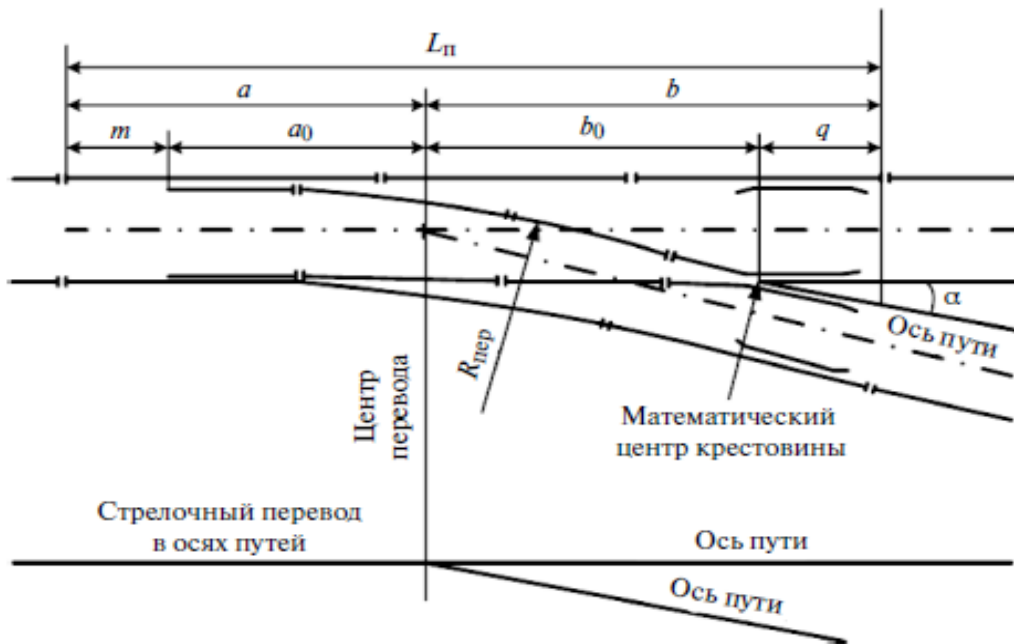


Рис.3 Обыкновенный одиночный стрелочный перевод

Порядок выполнения работы:

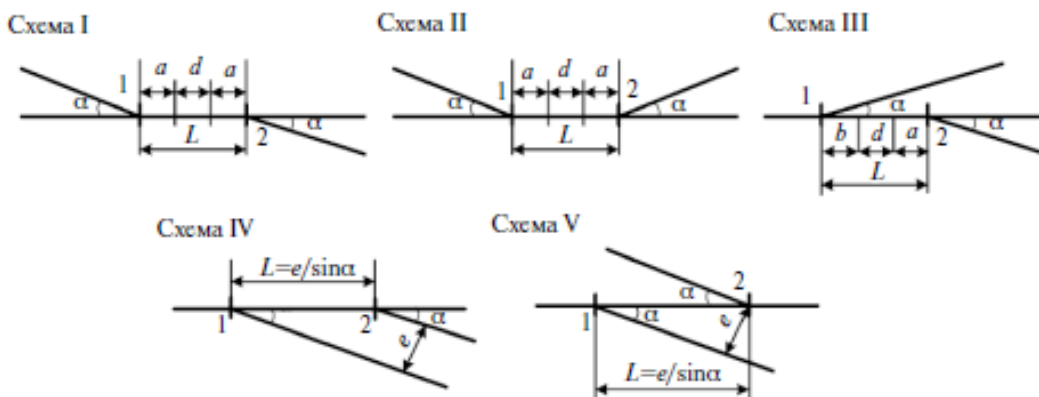
1. По выбранному варианту задания вычертить на миллиметровой бумаге форматом А4 схему горловины станции (Приложение 3.1)

2. Определить виды укладок и занести их в таблицу взаимного размещения (табл.3.1).

3. Выполнить расчет расстояний между центрами стрелочных переводов.

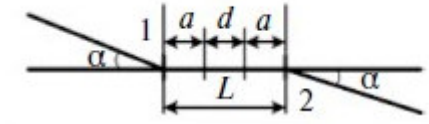
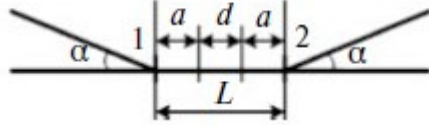
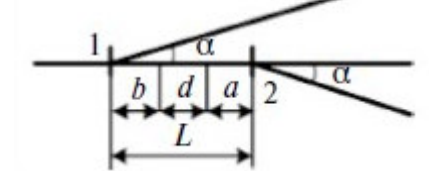
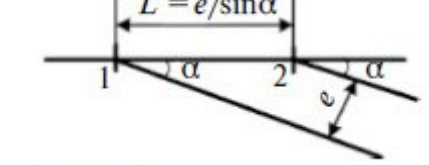
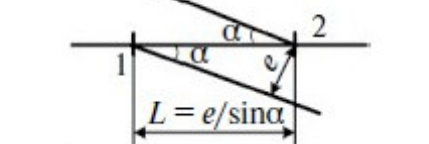
На основе исходные данных выбранного варианта задания, определить расстояние между центрами стрелочных переводов:

- при встречной кладке по разные стороны от основного пути (схема I);
- при встречной укладке по одну сторону от основного пути (схема II);
- при попутной укладке по разные стороны от основного пути (схема III);
- при попутной укладке по одну сторону от основного пути (схема IV);
- при укладке торцами крестовин навстречу друг другу (схема V).



Расстояния между центрами стрелочных переводов, для всех возможных вариантов взаимного размещения их в горловинах станций, определяются по формулам, приведенным в таблице №3.1

Таблица 3.1

№ п/п	Схемы укладки смежных стрелочных переводов	Формулы расчета
1	<p>Схема I</p> 	$L = a_1 + d + a_2$
2	<p>Схема II</p> 	$L = a_1 + d + a_2$
3	<p>Схема III</p> 	$L = b_1 + d + a_2$
4	<p>Схема IV</p> 	$L = \frac{e}{\sin \alpha}$
5	<p>Схема V</p> 	$L = \frac{e}{\sin \alpha}$

Для схем укладки 1-3 между смежными стрелочными переводами необходимо предусматривать **прямую вставку d** для всех путей, включая главные пути, которая необходима для плавного и безопасного движения поездов и зависит от скоростей движения поездов и условий укладки (табл.3.2)

Для схем 4-5 наименьшее расстояние между центрами стрелочных переводов определяется из условия: расстояние между осями параллельных путей **e** должно быть не менее величины, установленной ПТЭ, а для приемо-отправочных путей - не менее 4.80 м (табл.3.3)

Таблица 3.2

Величины прямой вставки d при укладке стрелочных переводов, м

Скорость движения и пути укладки	Условия укладки, величина вставки d , м	
	нормальные	стесненные
При движении поездов со скоростью $v > 140$ км/ч		
- на главных путях	25	12.5
- приемо-отправочных путях (кроме главных)	12.5	12.5
- на прочих путях	12.5	6.25
При движении поездов со скоростью $v > 120$ км/ч		
- на главных путях	12.5	6.25
- приемо-отправочных путях (кроме главных)	12.5	6.25
- на прочих путях	6.25	4.5

Таблица 3.3

Взаимное расположение стрелочных переводов	Условия укладки, величина вставки d , м	
	нормальные	стесненные
схема IV	$d = \frac{e}{\sin\alpha} - b_1 - a_1$	
схема V	$d = \frac{e}{\sin\alpha} - b_1 - b_2$	

Содержание отчета: задание с исходными данными; величины a и b для всех стрелочных переводов; прямая вставка d ; расчет расстояния L для случаев взаимной укладки на схеме горловины станции.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите виды стрелочных переводов, поясните их назначение.
2. Перечислите основные части одиночного обыкновенного стрелочного перевода.
3. Как определяется марка стрелочных переводов.
4. Какие геометрические элементы содержит стрелочный перевод.
5. Перечислите виды взаимной укладки смежных стрелочных переводов.

Практическая работа 4

Тема: Расчет и построение конечного соединения путей, съездов и стрелочных улиц.

Цель: Научиться рассчитывать и вычерчивать конечные соединения путей, съезды и стрелочные улицы.

Перечень учебно-методических пособий:

1. Схема горловины станции с различными видами конечных соединений путей, съездов и стрелочных улиц.

2. Таблица основных размеров обыкновенных стрелочных переводов. (пр.р.№3)

Рекомендуемая литература:

1. Правдин Н.В. и Вакуленко С.П. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты). - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2015

2. В. И. Апатцев и Ю.И. Ефименко Железнодорожные станции и узлы. - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2014

3. Червотенко Е.Э. и Калинина А.Р. Учебное пособие (электронная версия) "Основы проектирования отдельных пунктов. Разъезды. Обгонные пункты. Промежуточные станции". ДвГУПС, 2008

Краткие теоретические сведения:

К соединениям и пересечениям путей относятся:

1. Конечное соединение;
2. Съезды (обыкновенный, перекрестный и сокращенный);
3. Стрелочные улицы:
 - простые (под углом крестовины α , на основном пути, веерные);
 - сложные (под углом 2α , пучкообразные, сокращенные).

Конечное соединение - соединение двух параллельных путей с помощью одиночного стрелочного перевода и закрестовинной кривой (рис.4.1)

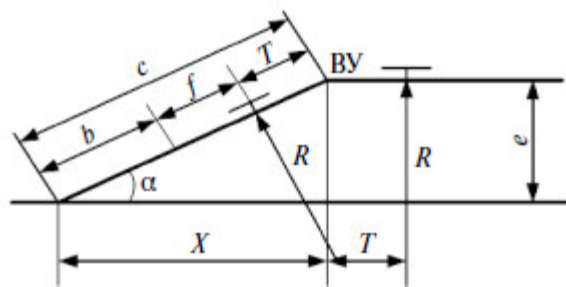


Рис. 4.1 Конечное соединение

где b - расстояние от ЦП до заднего стыка крестовины, T - тангенс закрестовинной кривой, f - прямая вставка (d), X - расстояние от центра стрелочного перевода до тангенса кривой, R - радиус переводной кривой, e - междупутье, c - длина конечного соединения (l), α - угол крестовины, BV - вершина угла.

Съезд - путевое устройство, предназначенное для соединения путей с помощью двух обыкновенных стрелочных переводов. (рис.4.2)

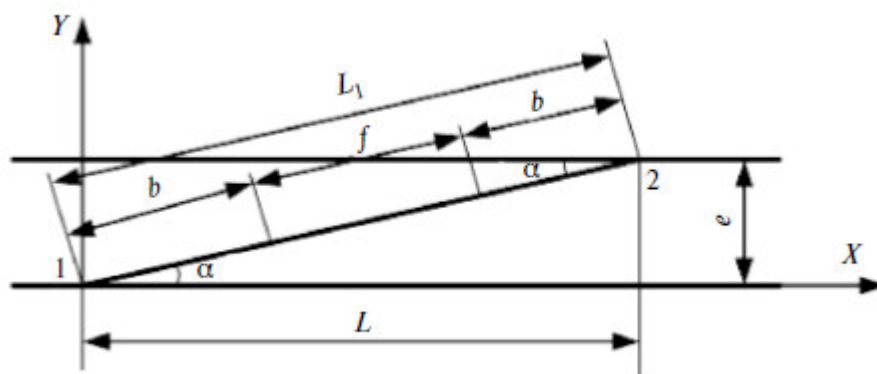


Рис. 4.2 Обыкновенный съезд

где b - расстояние от ЦП до заднего стыка крестовины, f - прямая вставка (d), X - расстояние от центра стрелочного перевода до тангенса кривой, R - радиус переводной кривой, e - междупутье, L - длина обыкновенного съезда, α - угол крестовины.

Стрелочная улица - путь на котором расположены стрелочные переводы ведущие на последовательно ответвляющиеся параллельные пути. Стрелочные улицы позволяют принимать поезда с главного пути на любой путь парка, отправлять поездов с любого пути парка на главный, а также перестановки составов или групп вагонов с одного пути на другой:

- стрелочная улица под углом крестовины (рис. 4.3);
- стрелочная улица на основном пути (рис.4.4.)

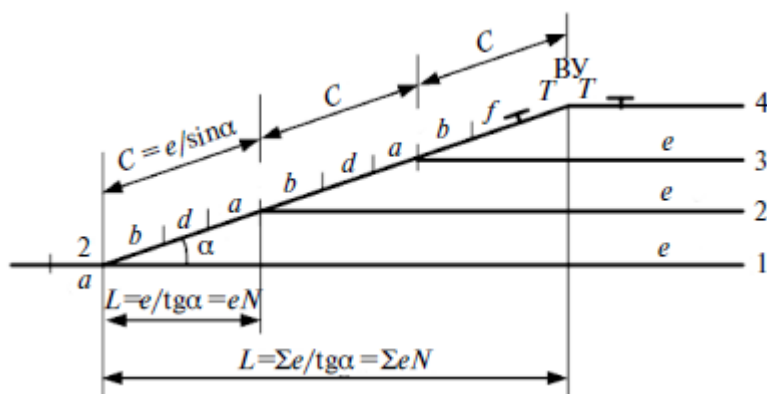


Рис. 4.3 Стрелочная улица под углом крестовины

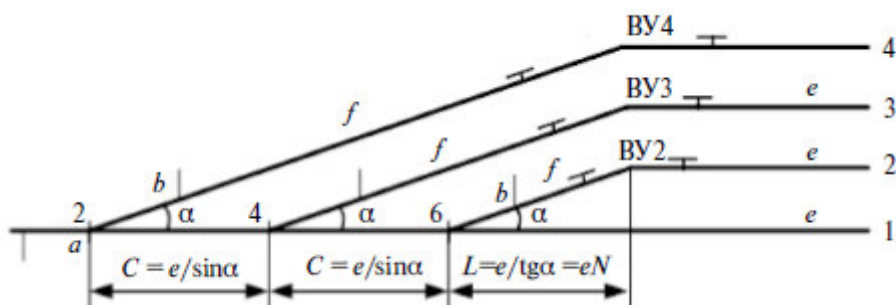


Рис. 4.4 Стрелочная улица на основном пути

Порядок выполнения работы:

1. Расчет и построение конечного соединения.
2. Расчет и построение обыкновенного съезда.
3. Расчет и построение стрелочных улиц: улицы под углом крестовины и на основном пути.

1. При расчете *конечного соединения* известными величинами являются: тип рельсов, радиус закрестовинной кривой, марка крестовины и ширина междупутья.

Полная длина конечного соединения, прямая вставка и тангенс кривой рассчитываются по формулам:

$$L = a + X + T; \quad (4.1)$$

$$L = \frac{e}{\sin \alpha} = b + d + T; \quad (4.2)$$

$$d = L - (b + T); \quad (4.3)$$

$$T = \frac{R}{2N}; \quad (4.4)$$

$$x = E * N. \quad (4.5)$$

Основные размеры стрелочных переводов приведены в Приложении 3.1 - (пр.р.№3).

2. При расчете *съезда* известными величинами являются тип рельсов, ширина междупутья; марка крестовины (оба перевода одной марки).

Полная длина съезда (L) рассчитывается по формулам:

$$L = X + 2a; \quad (4.6)$$

$$x = E * N; \quad (4.7)$$

$$d = L - 2b. \quad (4.8)$$

3. При расчете *стрелочной улицы под углом крестовины* известными величинами являются тип рельсов, ширина междупутья; марки крестовины всех переводов.

Длина стрелочной улицы определяется по формулам:

$$x = \sum E * N; \quad (4.9)$$

$$T = \frac{R}{2N}; \quad (4.10)$$

4. При расчете *стрелочной улицы на основном пути* известными величинами являются тип рельсов, ширина междупутья; марки крестовины всех переводов.

Длина стрелочной улицы определяется по формулам:

$$L = a + x_1 + x_2 + T; \quad (4.11)$$

$$x_1 = \sum E * \sin \alpha; \quad (4.12)$$

$$x_2 = E * N; \quad (4.13)$$

$$T = \frac{R}{2N}; \quad (4.14)$$

Содержание отчета:

1. Расчет и вычерчивание конечного соединения.
2. Расчет и вычерчивание обыкновенного съезда.
3. Расчет и вычерчивание стрелочной улицы под углом крестовины.
4. Расчет и вычерчивание стрелочной улицы на основном пути.

Контрольные вопросы:

1. Что называется конечным соединением.
2. Что такое съезд. Перечислите виды съездов.
3. Дайте определение стрелочной улицы. Перечислите виды стрелочных улиц.

Практическая работа 5

Тема: Определение расстояний до предельных столбиков и светофоров (по таблицам).

Цель: Научиться определять по таблицам расстояние от центров стрелочных переводов до предельных столбиков и сигналов.

Перечень учебно-наглядных пособий:

1. Таблица расстояний от центров стрелочных переводов до предельных столбиков и светофоров, установленных между сходящимися путями.
2. Схема горловины станции с входными и выходными сигналами.

Рекомендуемая литература:

1. Правдин Н.В. и Вакуленко С.П. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты). - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2015
2. В. И. Апатцев и Ю.И. Ефименко Железнодорожные станции и узлы. - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2014
3. Червотенко Е.Э. и Калинина А.Р. Учебное пособие (электронная версия) "Основы проектирования отдельных пунктов. Разъезды. Обгонные пункты. Промежуточные станции". ДвГУПС.

Краткие теоретические сведения:

При стоянке на путях станции поездов, отдельных вагонов и локомотивов необходимо обеспечивать беспрепятственный проход подвижного состава по соседнему ответвляющемуся пути. Указанные требования обеспечивают установкой предельного столбика в местах слияния путей.

Предельный столбик – это сигнальный знак, обозначающий место, далее которого не допускается установка подвижного состава в сторону стрелочного перевода. Его устанавливают посередине междупутья, где расстояние между осями расходящихся путей равно 4100 мм. (рис 1)

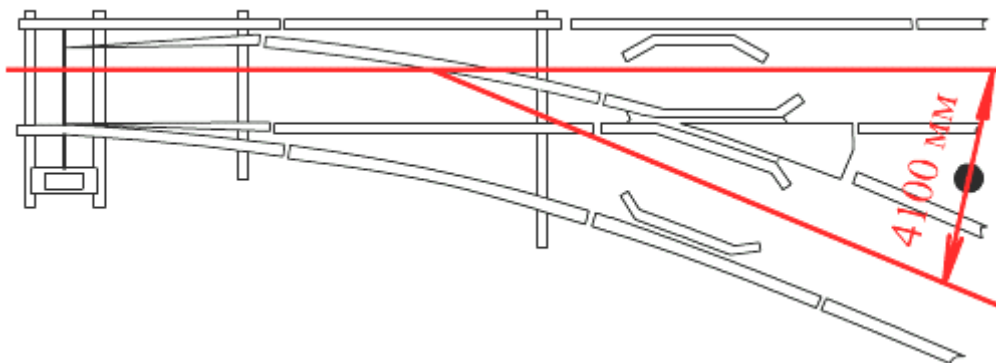


Рис.1 Установка предельного столбика

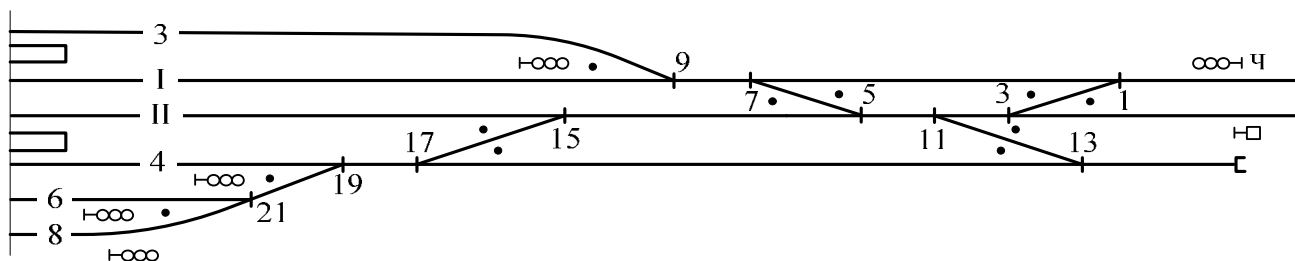
Расстояние от центра стрелочного перевода до места установки предельного столбика или сигнала зависит от марки крестовины, радиуса закрестовинной кривой, размера междупутья и ширины стойки светофора.

Порядок выполнения работы:

1. По выбранному варианту задания, в котором указаны марка крестовины стрелочного перевода, ширина междупутья и радиус кривой, составить таблицу по форме таблицы 5 (исходные данные вносятся во 2, 3 и 4 графы табл.5);

2. На основании исходных данных таблицы расстояний от центров стрелочных переводов до предельных столбиков и светофоров, установленных между сходящимися путями (Приложение 5) определить расстояние до предельных столбиков и сигналов и внести в графы 5, 6, 7, 8 и 9 табл.5.

3. Вычертить схему горловины станции на миллиметровой бумаге формате А4.



На выполненной схеме горловины станции указать:

- места установки предельных столбиков;
- расстояний от центров стрелочных переводов до предельных столбиков и сигналов.

и сигналов.

Таблица 5

№ варианта	Ширина междупутья, d (м)	Марка крестовины	Радиус кривой, R (м)	Расст. до пред. столб	Расстояние до светофора, (м)				a ₀
					мачтового		карликового		
					с накл. лестн.	без лестн.	сдвоенного	одиночного	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Исходные данные				Определить				

Содержание отчета: определить места установки предельных столбиков, определить расстояния от центров стрелочных переводов до входных, выходных светофоров, знаков «Граница станции» (по таблицам), вычертить схему горловины станции с нанесенными обозначениями входных и выходных сигналами.

лов, расстояний от центров стрелочных переводов до предельных столбиков и сигналов.

Контрольные вопросы:

1. Что такое предельный столбик, укажите место его установки.
2. Как обозначается и где устанавливаются входные и выходные сигналы.
3. Перечислить случаи установки выходных, маршрутных и маневровых сигналов.

Практическая работа 6¹

Тема: Разработка схемы промежуточной станции.

Цель: Научиться по заданной длине станционной площадки и полезной длине приемоотправочного пути выбирать тип промежуточной станции и разрабатывать ее схему.

Перечень учебно-наглядных пособий:

1. Схемы промежуточных станций на однопутных и двухпутных линиях.
2. Правила установки входных и выходных сигналов.

Рекомендуемая литература:

1. Правдин Н.В. и Вакуленко С.П. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты). - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2015
2. В. И. Апатцев и Ю.И. Ефименко Железнодорожные станции и узлы. - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2014
3. Червотенко Е.Э. и Калинина А.Р. Учебное пособие (электронная версия) "Основы проектирования отдельных пунктов. Разъезды. Обгонные пункты. Промежуточные станции". ДвГУПС.

Краткие теоретические сведения

Промежуточные станции сооружаются на однопутных, двухпутных и многопутных линиях и предназначены для:

- обеспечения пропуска, обгона и скрещения грузовых и пассажирских поездов;
- организации при соответствующем путем развития безостановочного скрещения;
- посадки-высадки пассажиров;
- погрузки, выгрузки, приема, выдачи и хранения груза и багажа;
- маневровой работы по прицепке вагонов от сборных поездов и подачи их к грузовым фронтам для погрузки-выгрузки;
- формирования в необходимых случаях отправительских маршрутов;
- других технических, грузовых и коммерческих операций.

Для безопасного и своевременного выполнения операций на промежуточных станциях предусматриваются:

¹ Примечание - Практические работы №6, 7, 8, 9 и 10 выполняются по одному общему заданию, оформляются как единое целое и имеют общее название "Проектирование промежуточной станции"

- путевое развитие, включая главные, приемоотправочные, вытяжные, погрузочно-выгрузочные, а в необходимых случаях, примыкания подъездных путей, предохранительные тупики и др.;
- пассажирские здания с платформами и переходами между ними;
- грузовые склады и площадки, стрелочные посты или пост ЭЦ, устройства СЦБ и связи, освещения, теплоснабжения, водоснабжения, канализации и другие здания и сооружения.

В зависимости от расположения приемоотправочных путей различают *три основных типа станций: с продольным, полупродольным и поперечным расположением приемоотправочных путей.* Дополнительно станции различаются по количеству главных и приемоотправочных путей, размещению и развитию грузовых устройств, наличию и месту примыканий подъездных путей.

Основное *требование к схемам промежуточных станций* – обеспечение одновременного приема поездов противоположных направлений по каждому главному пути на двухпутных и многопутных линиях, а на однопутных одновременный прием и отправление поездов одного направления.

Порядок выполнения работы

По выбранному варианту задания необходимо:

1. Выбрать тип промежуточной станции, описать достоинства и недостатки данного типа станции;
2. Установить место расположения грузовых устройств;
3. Разработать схему промежуточной станции.

Выполнение данной работы следует начать с детального изучения исходных данных задания. Особое внимание при этом надо обратить на следующие вопросы: какая необходимая по заданию длина приемо – отправочных путей; какова длина станционной площадки. В зависимости от длины станционной площадки и полезной длины путей устанавливается тип промежуточной станции: продольный, полупродольный или поперечный.

Затем в зависимости от числа главных путей расположения пункта и грузовых устройств разрабатывается схема станции, при этом число приемо-отправочных путей может быть принято:

- для однопутных линий – два пути;
- для двухпутных линий – три пути.

При разработке схемы станции используются типовые схемы, приведенные в рекомендуемой литературе.

1. Выбор типа промежуточной станции.

После изучения и анализа задания необходимо принять тип промежуточной станции и проверить достаточность путевого развития станции.

Тип промежуточной станции устанавливается на основании типовой длины станционной площадки ($L_{пл}$) и полезной длины приемоотправочных путей ($L_{по}$).

Минимальная длина площадки для определения типа промежуточной станции определяется, исходя из следующих нормативов:

- поперечный тип станции

$$L_{пл} = L_{по} + 600 \text{ м};$$

- полупродольный тип станции

$$L_{пл} = L_{по} + 1150 \text{ м};$$

- продольный тип станции

$$L_{пл} = 2 L_{по} + 800 \text{ м};$$

Зная минимальную длину площадки соответствующего типа промежуточной станции и сравнивая ее с заданной длиной площадки ($L_{зад} \geq L_{min}$), окончательно устанавливается тип промежуточной станции для дальнейших расчетов. Описать достоинства и недостатки данного типа станции.

2. Установка место расположения грузовых устройств.

Если по заданию подвоз груза с противоположной стороны, от населенного пункта, то принимаем схему станции с грузовыми устройствами со стороны, противоположному пассажирскому зданию. Если подвоз груза осуществляется со стороны пассажирского здания, то принимаем соответствующую схему.

3. Разработка схемы промежуточной станции.

Принятая схема вычерчивается без масштаба на листе формата А4. На немасштабной схеме показывается:

- специализация путей и направление движения по путям;
- нумерация путей, стрелочных переводов;
- предельные столбики;
- входные и выходные сигналы и их номера;
- марки стрелочных переводов;
- ширина междупутий.

Специализация путей дает возможность наилучшим способом использовать путевое развитие станции, уменьшить до минимума враждебные маршруты и наиболее рационально распределять маневровую работу. На промежуточных станциях, как правило, главные пути предназначены для безостановочного пропуска поездов, приемоотправочные - для пассажирских и грузовых поездов с остановкой, прочие пути - используют для маневровых операций. Направление движения на главных и приемоотправочных путях устанавливается исходя,

что поезда, идущие с востока на запад (с севера на юг) имеют нечетную нумерацию, а с запада на восток (с юга на север) - четную. Обозначение путей производят с учетом направления движения, т.е. если путь специализирован в четном направлении, то он обозначается четными цифрами, а если в нечетном - нечетными цифрами.

Нумерация путей и стрелок осуществляется по "Правилам нумерации станционных путей и стрелочных переводов": главные пути нумеруются римскими цифрами, остальные - арабскими. Стрелочные переводы нумеруются соответственно четными и нечетными номерами, начиная с первого стрелочного перевода по ходу движения поездов и нумеруются до оси пассажирского здания. Стрелки одного съезда, стрелочной улицы должны иметь непрерывную нумерацию. [2, стр 95-98].

Предельные столбики устанавливаются на станциях по середине между путями на расстоянии между осями сходящихся путей 4100 мм (4.1 м). Предельные столбики нумеруются по номеру стрелки при конечном соединении, съездов и стрелочных улиц.

Входные и выходные сигналы нумеруются по "Правилам установки входных и выходных сигналов":

- входные светофоры обозначаются со стороны прибытия поездов - "Ч", со стороны прибытия нечетных поездов - "Н".

- выходные светофоры обозначаются также буквами "Ч₂" и "Н₅" с присвоением индекса пути с которого он установлен. [2, стр 87-88].

При указании марки крестовины стрелочных переводов необходимо учесть, что на станциях, где максимальная скорость движения поездов не превышает 120 км/ч, стрелочные переводы по которым пассажирские поезда отклоняются с главного пути на боковой при приеме к пассажирской платформе и с бокового пути выходят на главный при отправлении, должны иметь марку крестовины 1/11 (включая диспетчерские съезды), все остальные стрелочные переводы - марку крестовины 1/9. При максимальной скорости движения поездов 140 км/ч, то все стрелочные переводы расположенные на главных путях, должны иметь марку крестовины 1/18, все остальные - 1/11.

Ширина междупутий приемо-отправочных и главных путей принимаем - 5,3 м, между погрузочным и выставочным путями – 4,8 м, между выставочным и соседним с ним приемо-отправочным – 11.8 м.

Тип рельсов принимается на главных путях линий:

- I категории – Р75, Р65;
- II категории – Р65.

На приемо – отправочных путях допускается укладка рельсами на один тип легче, чем на главных, но не ниже Р50; на других станционных путях следует укладывать старогодные рельсы типа не ниже Р50.

Содержание отчета:

1. Определить тип промежуточной станции.
2. Установить место расположения грузовых устройств.
3. Вычертить немасштабную схему промежуточной станции на листе формата А4 и указать следующие данные:
 - специализация путей и направление движения по путям;
 - нумерация путей, стрелочных переводов;
 - расположение предельных столбиков, входных и выходных сигналов;
 - марки стрелочных переводов;
 - ширина междупутий.

Контрольные вопросы:

1. Что влияет на выбор типа промежуточной станции?
2. Что дает специализация путей на станции?
3. Как нумеруются пути и стрелочные переводы на станции?
4. Правила установки входных и выходных сигналов.
5. От чего зависит ширина междупутий?

Практическая работа 7

Тема: Расчет грузовых и пассажирских устройств на промежуточной станции.

Цель: Научиться по заданным размерам местной работы устанавливать тип грузовых устройств и выполнять расчет грузовых и пассажирских устройств.

Перечень учебно-наглядных пособий:

1. Схемы грузовых и пассажирских устройств на промежуточных станциях.
2. Варианты размещения грузовых и пассажирских устройств на промежуточных станциях.

Рекомендуемая литература:

1. Правдин Н.В. и Вакуленко С.П. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты). - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2015
2. В. И. Апатцев и Ю.И. Ефименко Железнодорожные станции и узлы. - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2014
3. Червотенко Е.Э. и Калинина А.Р. Учебное пособие (электронная версия) "Основы проектирования отдельных пунктов. Разъезды. Обгонные пункты. Промежуточные станции". ДвГУПС.

Краткие теоретические сведения

1. Грузовые устройства (грузовые дворы) располагают на станциях, как со стороны пассажирского здания (населенного пункта), так и с противоположной стороны. (рис.7)

В первом случае имеется удобная связь с населенным пунктом, уменьшаются затраты на строительство автодорог и вывоз грузов. Однако дальнейшее развитие грузового двора затруднено, как правило, застройкой территории, что вызывает необходимость строительства новых складов и площадок с противоположной относительно главных путей стороны. Это приводит к задержкам в маневровой работе при подаче-уборке вагонов, так как требуется пересекать главные пути.

Во втором случае ухудшается связь с населенным пунктом, увеличиваются затраты на строительство автодорог и вывоз грузов, однако складываются более благоприятные условия развития грузового двора и концентрации манев-

ровой работы в одном районе станции. Поэтому такое расположение грузового двора более целесообразно.

На промежуточных станциях для выполнения грузовых операций сооружают склады общего пользования, крытые и открытые платформы, контейнерные и навалочные площадки и другие сооружения. Перечисленные устройства располагают обычно на отдельной территории, называемой грузовым районом (грузовым двором), который включает также путевое развитие, служебно-технические здания, контрольный пропускной пост, площадку для стоянки автотранспорта, помещения для грузчиков, автопроезды и т.д.

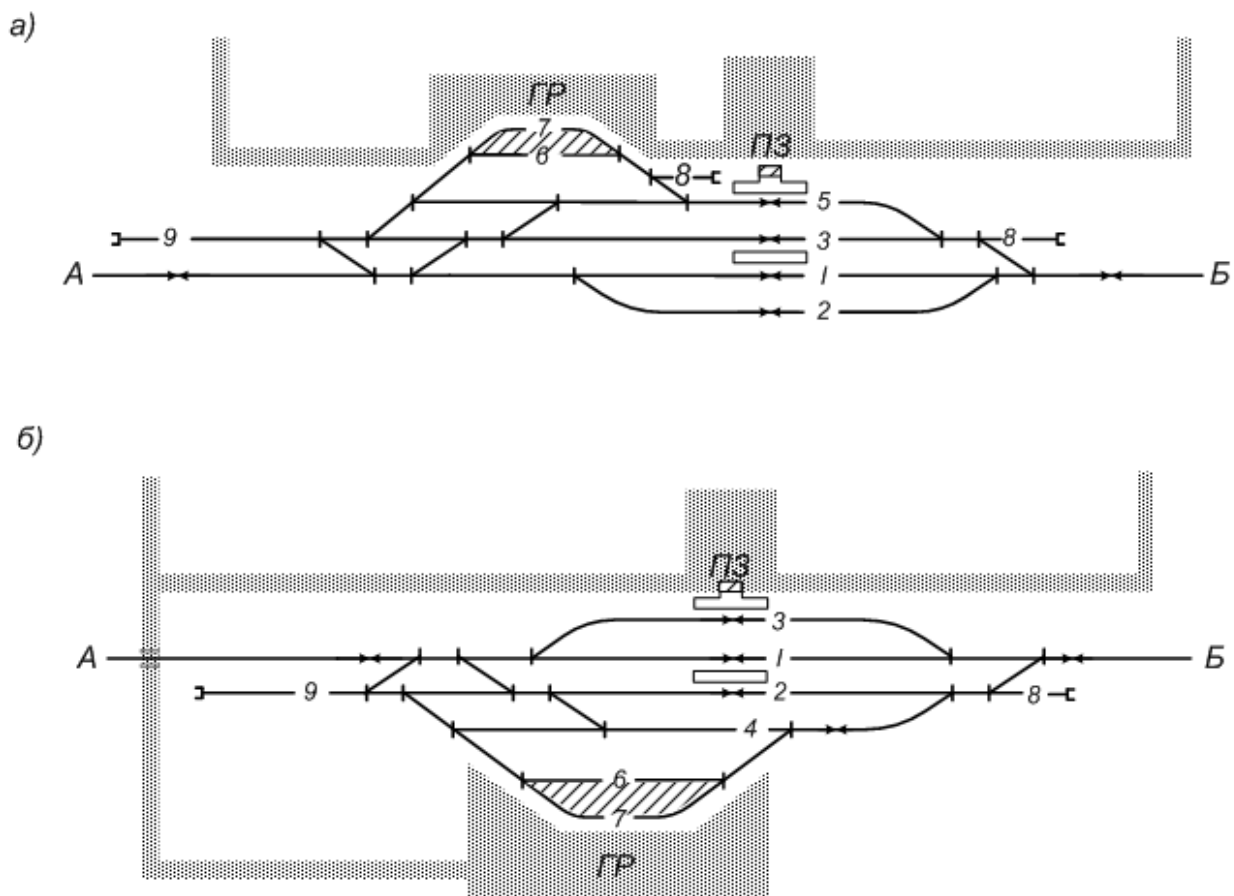


Рис.7 Варианты размещения грузовых устройств

а - со стороны пассажирского здания; б - с противоположной стороны пассажирскому зданию

В зависимости от схемы грузовые дворы подразделяются на:

- сквозные;
- тупиковые;
- комбинированные (где имеются как сквозные так тупиковые пути).

Грузовые устройства специализируются:

- по виду грузов

- по роду операций – прибытию и отправлению.

Грузовые устройства общего и не общего пользования, по возможности, следует располагать в одном районе станции, с целью сосредоточения выполнения маневров на вытяжном пути.

2. К пассажирским устройствам на промежуточных станциях относятся пассажирское здание, пассажирские платформы, переходы, привокзальные площади.

Пассажирское здание строят по типовому проекту размерами: 6*18; 12*18; 12*42 или 24*42м, в зависимости от вместимости. Оно располагается со стороны населенного пункта на расстоянии не менее 20м от оси крайнего пути (при скоростном движении - 25 м).

Размеры привокзальной площади принимают не менее 500 м².

Пассажирские платформы проектируют низкими, высотой 20 мм от уровня головки рельсов (УГР). Высокие платформы устраивают на скоростных участках, при обращении пригородного моторвагонного подвижного состава, высотой 1100 мм от УГР.

Длина платформ должна быть не менее 500 м с учетом возможности удлинения их до 650 м.

Ширина платформ на промежуточных станциях: основной - не менее 6 м, промежуточной - не менее 4 м. Ширина высоких платформ увеличивается до 8 м за счет ширины сходов с пешеходных мостов или выходов с тоннелей.

Переходы к платформам устраивают в виде настилов высотой на уровне головки рельса, шириной не менее 3м через каждые 100 м длины платформы.

Порядок выполнения работы

1. Тип грузовых устройств устанавливается на основании характера и свойства груза. Для хранения тарно-штучных грузов выбирается крытый склад, для контейнеров - контейнерная площадка, а для навалочных грузов - навалочная площадка.

Расчет площади каждого склада производится отдельно для погрузки и выгрузки по формулам:

$$F = F_{\text{погр}} + F_{\text{выгр}}; \quad (7.1)$$

$$F = \frac{Q_{\text{год}} * \alpha * T_{\text{хр}} * K}{365 * P} \quad (7.2)$$

где, $Q_{\text{год}}$ - годовой грузооборот (в тыс. тонн);

α - коэффициент неравномерности поступления грузов (1.1 - 1.2);

$T_{\text{хр}}$ - установленный срок хранения грузов а складе (в сутках);

K - коэффициент, учитывающий дополнительную площадь для прохода работников и проезда механизмов;

P - нагрузка на 1 м^2 площади ($\text{т}/\text{м}^2$).

При расчете площадей складов величины (P , $T_{\text{хр}}$, K) принимаются по таблицам 7.1; 7.2.

Таблица 7.1

Величина коэффициентов P и K

Род груза	Наименование грузовых устройств	P ($\text{т}/\text{м}^2$)	K
Тарноштучный	Крытый склад	0.85	1.7
Контейнеры	Контейнерная площадка	0.50	1.9
Навалочный	Навалочная площадка	1.1	1.6

Таблица 7.2

Продолжительность хранения груза на складе

Род груза	Продолжительность хранения в сутках ($T_{\text{хр}}$)	
	по прибытии	по отправлении
Тарноштучный	2.2	1.5
Контейнеры	2.2	1.0
Навалочный	3.0	2.5

Ширина складов ($B_{\text{скл}}$) принимается:

- крытого - 18 м;
- контейнерной площадки - 14м;
- навалочной площадки - 18 м.

Длина складов определяется по формуле:

$$L = F_{\text{скл}} / B_{\text{скл}}, \quad (7.3)$$

где, $F_{\text{скл}}$ - площадь склада;

$B_{\text{скл}}$ - ширина склада.

2. Площадь пассажирской платформы ($F_{\text{пл}}$) определяется по формуле:

$$F_{\text{пл}} = L_{\text{пл}} / B_{\text{пл}}, \quad (7.4)$$

где, $L_{\text{пл}}$ - длина платформы;

$V_{пл}$ - ширина платформы.

Ширина междупутья при размещении на нем пассажирской платформы (или других устройств) рассчитывается в соответствии с установленным габаритом приближения строений для – низких или высоких платформ по формуле:

$$e = 2b + q, \quad (7.4)$$

где, b – габарит приближения строения, мм. (принимается для низких платформ – 1745 мм, для высоких – 1920 мм) - согласно ПТЭ.

q – ширина платформы, мм

Промежуточная пассажирская платформа должна располагаться на станциях двухпутных линий между II и 4 путями, на станциях однопутных линий – между I и соседним с ним нижним путем.

Содержание отчета:

1. Определить тип грузовых устройств и выполнить их расчет.
2. Описать пассажирские устройства на станции и выполнить их расчет.
3. Нанести грузовые и пассажирские устройства на схему промежуточной станции.

Контрольные вопросы:

1. Назовите устройства для грузовых операций на промежуточных станциях.
2. Назовите устройства для обслуживания пассажирского движения на промежуточных станциях.
3. Виды пассажирских платформ и габаритные расстояния от оси пути и уровня головки рельса (УГР)

Практическая работа 8

Тема: Организация работы промежуточной станции.

Цель: Научиться основам технологии работы промежуточной станции по приему и отправлению поездов, обгону и скрещению, организации работы сборного поезда, подаче вагонов на пункты погрузки-выгрузки, уборки вагонов из-под погрузки и выгрузки.

Перечень учебно-наглядных пособий:

1. Схемы промежуточных станций
2. Анимация работы промежуточной станции.

Рекомендуемая литература:

1. Правдин Н.В. и Вакуленко С.П. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты). - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2015
2. В. И. Апатцев и Ю.И. Ефименко Железнодорожные станции и узлы. - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2014
3. Червотенко Е.Э. и Калинина А.Р. Учебное пособие (электронная версия) "Основы проектирования отдельных пунктов. Разъезды. Обгонные пункты. Промежуточные станции". ДвГУПС.

Краткие теоретические сведения

Основы технологии работы промежуточной станции. Промежуточные станции осуществляет работу:

с пассажирскими поездами:

- по пропуску их без остановки через станцию по главным путям;
- с остановкой на приемоотправочных путях, возле которых размещены пассажирские платформы для посадки – высадки пассажиров, погрузки – выгрузки почты и багажа;

с грузовыми транзитными поездами

- поездами по пропуску их через станцию по главным путям;
- остановке их под обгон на приемоотправочных путях;

с грузовыми сборными поездами

- с остановкой их на приемоотправочных путях для прицепки – отцепки групп вагонов, назначением на грузовой двор и подъездные пути.

Следует учитывать, что при остановке поезда на одном из главных путей, второй главный путь должен быть обязательно свободен, по условиям безопасности движения поездов.

Сборные поезда любого направления принимаются на приемоотправочные пути, непосредственно примыкающие к вытяжному пути.

Маневровая работа по перецепке вагонов, подаче – уборке к грузовым фронтам, осуществляется на вытяжном пути. *При производстве маневров выезды на главный путь запрещены.*

В зависимости от месторасположения грузовых фронтов, наличия на подъездных путях и грузовом дворе обгонных путей, необходимо учитывать способ подачи – уборки вагонов (*вагонами или локомотивом впереди*).

Наличие выставочных путей рекомендуется при удалении грузового района от станции на расстояние более 2 км и количестве грузовых фронтов более трех. При разработке маршрутов маневровых полурейсов необходимо стремиться к сокращению их длины и количества, что значительно скажется на экономии топлива, энергоресурсов и техническом состоянии подвижного состава.

Технологический процесс работы промежуточной станции должен удовлетворять основному требованию по обеспечению одновременного приема поездов противоположных направлений на двухпутной линии, одновременному приему и отправлению поездов на однопутной линии и изолированности маневровой работы.

Порядок выполнения работы

Для принятой схемы станции устанавливается организация работы промежуточной станции. Порядок приема и отправления поездов, обгон и скрещение, организации работы сборного поезда, подача вагонов на пункты погрузки-выгрузки, уборка вагонов из-под погрузки и выгрузки.

1. Произвести описание технологии работы станции:

а) для станций однопутных линий:

- обгон нечетного поезда;
- обгон четного поезда;
- скрещение с остановкой четного поезда;
- скрещение с остановкой нечетного поезда;
- обгон и скрещение одновременно.

б) для станций двухпутных линий;

- обгон нечетного поезда;
- обгон четного поезда;
- прием и отправление нечетного пассажирского поезда;
- прием и отправление четного пассажирского поезда.

2. Произвести описание работы сборного поезда:

а) работа выполняется поездным локомотивом.

- вагоны в адрес станции находятся при локомотиве;
- вагоны в адрес станции находятся в середине состава;

- вагоны в адрес станции находятся в хвосте состава.
- б) работа выполняется маневровым локомотивом.
- вагоны в адрес станции находятся при локомотиве;
- вагоны в адрес станции находятся в середине состава;
- вагоны в адрес станции находятся в хвосте состава.

Содержание отчета: Выполнить описание организации работы промежуточной станции с чертежами схем станции, на которых цветными линиями показать прием, отправление поездов, обгон, скрещение (на однопутных линиях), работу сборного поезда поездным и маневровым локомотивом.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятиям "обгон" и "скрещение" поездов.
2. На схеме станции показать пропуск, прием и отправление поездов.
3. Дайте описание работы сборного поезда на промежуточной станции.
4. Опишите маневровую работу по подаче и уборке вагонов на пункты погрузки-выгрузки поездным локомотивом.
5. Опишите маневровую работу по подаче и уборке вагонов на пункты погрузки-выгрузки маневровым локомотивом.

Практическая работа 9

Тема: Расчет основных элементов промежуточной станции.

Цель: Научиться рассчитывать основные элементы промежуточной станции: расстояний между центрами стрелочных переводов, до предельных столбиков, сигналов, конечных соединений, съездов и стрелочных улиц.

Перечень учебно-наглядных пособий:

1. Схемы промежуточных станций.
2. Таблица основных размеров обыкновенных стрелочных переводов.

(Практическая работа №3).

3. Таблицы расстояний от центра стрелочного перевода до предельного столбика и светофоров.

4. Пример оформления немасштабной схемы промежуточной станции.

Рекомендуемая литература:

1. Правдин Н.В. и Вакуленко С.П. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты). - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2015

2. В. И. Апатцев и Ю.И. Ефименко Железнодорожные станции и узлы. - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2014

3. Червотенко Е.Э. и Калинина А.Р. Учебное пособие (электронная версия) "Основы проектирования отдельных пунктов. Разъезды. Обгонные пункты. Промежуточные станции". ДвГУПС.

Краткие теоретические сведения

Основанием для выполнения данной работы является разработка немасштабной схемы промежуточной станции с нанесенными на нее основными элементами (Приложение 9). В первую очередь наносится ось первого главного пути, далее через установленные ранее междупутья наносится оси второго главного и четных приемоотправочных путей. На следующем этапе вычерчивается четная горловина станции, после этого расставляются предельные столбики и сигналы, а затем на чертеже указываются номера путей, стрелочных переводов и наименование светофоров. После завершения описанных операций можно начинать построение противоположной горловины станции, для этого необходимо выдержать полезную длину по самому короткому приемоотправочному пути.

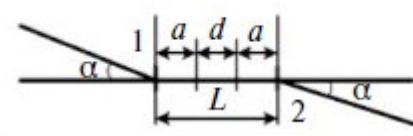
Для точного определения положения местности стрелочных переводов, предельных столбиков, светофоров, конечных соединений и стрелочных улиц выполняется их расчет.

Порядок выполнения работы

Расчет основных элементов промежуточной станции произвести в следующем порядке:

1. Стрелочные переводы укладываемые рядом на одном пути могут иметь различное взаимное расположение (Практическая работа №3). Определить количество укладок в горловинах станции и выполнить расчет расстояний между центрами стрелочных переводов, расположенных на одном пути. Результаты данных занести отдельно для четной и нечетной горловин в табл. 9.

Таблица №9

Нечетная горловина промежуточной станции		Четная горловина промежуточной станции	
Вид укладки	Формула расчета	Вид укладки	Формула расчета
<p>(пример)</p> <p>Схема I</p> 	$L = a_1 + d + a_2$	<p>(пример)</p> <p>Схема III</p> 	$L = b_1 + d + a_2$

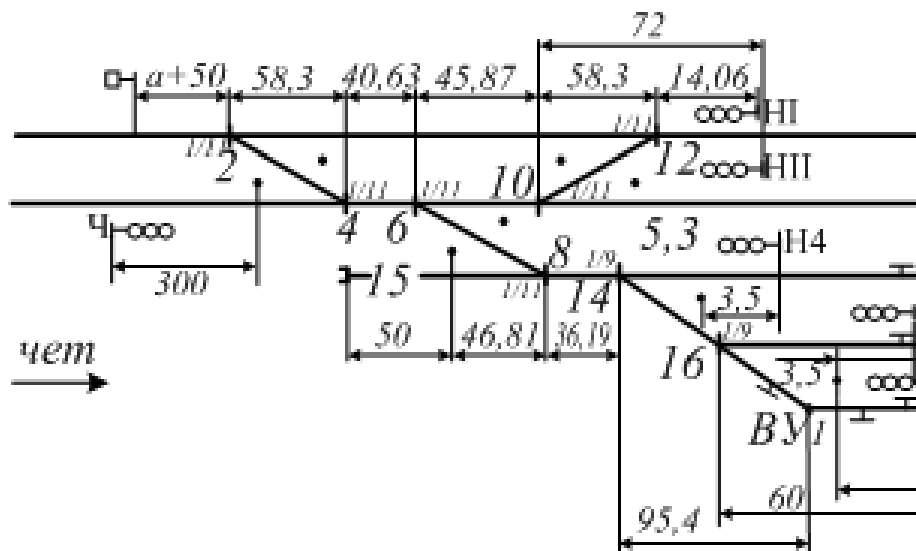
2. Выполнить расчет расстояний до предельных столбиков и сигналов (Практическая работа №5)

Расчет расстояний до предельных столбиков и сигналов выполнить по Таблице расстояний от центров стрелочных переводов до предельных столбиков, установленных между сходящимися путями и Таблицам расстояний от центра стрелочного перевода до светофора.

3. Выполнить расчет проекции расстояний от центров стрелочных переводов до конечных соединений путей, проекции расстояний съездов и стрелочных улиц (Практическая работа №4)

Результаты расчета расстояний и проекций нанести на схему промежуточной станции.

Пример оформления четной горловины станции



Содержание отчета: На ранее² вычерченной схеме промежуточной станции указать рассчитанные расстояния и проекции основных элементов станции: расстояний между центрами стрелочных переводов, до предельных столбиков, сигналов, конечных соединений, съездов и стрелочных улиц.

Контрольные вопросы:

1. Что должно быть указано на немасштабной схеме промежуточной станции?
2. С чего начинается разработка схемы станции?
3. Как после укладки входной горловины станции перейти к другой?
4. Для чего выполняется расчет элементов станции?
5. Опишите принципы нанесения основных элементов на схему станции.

² Примечание. Данная схема станции была вычерчена на практической работе №6

Практическая работа 10

Тема: Составление ведомостей путей и стрелочных переводов на промежуточной станции.

Цель: Научиться определять полную и полезную длины путей, составлять ведомости путей и стрелочных переводов.

Перечень учебно-наглядных пособий:

1. Основные схемы для определения полной и полезной длин путей;
2. Ведомость полной и полезной длин путей;
3. Ведомость стрелочных переводов.

Рекомендуемая литература:

1. Правдин Н.В. и Вакуленко С.П. Железнодорожные станции и узлы. - М: Маршрут, 2015
2. В. И. Апатцев и Ю.И. Ефименко Железнодорожные станции и узлы. - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2014
3. Червотенко Е.Э. и Калинина А.Р. Учебное пособие (электронная версия) "Основы проектирования отдельных пунктов. Разъезды. Обгонные пункты. Промежуточные станции". ДвГУПС.

Краткие теоретические сведения

При проектировании станций различают *полную, полезную и строительную* длины путей.

Полной длиной сквозного пути называется расстояние между остриями крайних стрелочных переводов, ведущих на него, а тупикового пути – расстояние от остриев до упора.

Полезной называется часть полной длины пути, в пределах которой может устанавливаться подвижной состав, не нарушая безопасности движения по соседним путям. Границами полезной длины могут быть предельные столбики, выходные, маршрутные или маневровые светофоры, изолирующие стыки, остриями стрелочных переводов и упоры тупиковых путей.

Строительной длиной пути называется часть полной длины за вычетом суммарной длины стрелочных переводов, расположенных на этом пути. Строительная длина необходима при определении потребности в рельсах и шпалах для сооружения станционных путей.

Основные схемы определения полной и полезной длины путей представлены в табл. 10. Для практического определения полезных длин необходимо знать расстояния от центров стрелочных переводов до предельных столбиков, сигналов и изолирующих стыков. Полезная длина пути является одним из важ-

нейших параметров при проектировании станций. На железных дорогах России установлены стандартные полезные длины путей 850, 1050, 1250, 1700 и 2100 м.

Таблица 10

Основные схемы для определения полной и полезной длины путей

Рассматриваемые случаи	Схемы	Длина пути	
		полная L	полезная l
<p><u>Сквозные пути:</u></p> <p>а) при отсутствии выходных сигналов</p> <p>б) при наличии выходных сигналов</p>	<p>1 случай</p>	Между острьяками переводов	Между предельными столбиками
	То же	То же	Между предельными столбиками и выходным сигналом
<p><u>Тупиковые пути:</u></p> <p>а) стрелка противощерстная</p> <p>б) стрелка пошерстная</p>	<p>2 случай</p>	От упора до начала острьяков перевода	От упора до начала острьяков перевода
	То же	То же	От упора до предельного столбика
Сквозные и тупиковые пути	<p>3 случай</p>	См. случаи 1, 2	Для пути № 1 между изолированными стыками (ИС), для остальных см. случаи 1, 2

Полезные длины станционных путей промышленных и грузовых станций могут быть меньше указанной длины, но не менее длины передачи. Полезная длина приемоотправочных и отстойных путей для пассажирских поездов должна соответствовать длинам составов этих поездов с учетом возможности увеличения в перспективе.

Порядок выполнения работы

1. Определить полную и полезные длины путей.

2. Составить ведомости путей и стрелочных переводов по следующим формам (Табл.10-12)

Таблица 10

Ведомость полной длины путей

№ пути	Наименование пути	Тип рельсов	Граница пути		Длина пути, м
			от стрелки	до стрелки или упора	
I	Главный	P75	Н	знак ГС	...
3	Приемоотправочный	P65	ЦП 15	ЦП 4	...
...

Таблица 11

Ведомость полезной длины путей

№ пути	Наименование пути	Тип рельсов	Граница пути		Длина пути, м
			от сигнала	до сигнала или упора	
I	Главный	P75	Н ₁	Ч ₁	...
3	Приемоотправочный	P65	Н ₃	Ч ₃	1250
...

Таблица 12

Ведомость стрелочных переводов

Тип рельсов	Марка крестовины	Номер стрелочного перевода		Количество
		левая	правая	
P65	1/11	2, 6, 11	3, 8, 10, 15	7
...
Всего				...

Содержание отчета: На ранее³ вычерченной схеме промежуточной станции указать полные и полезные длины путей станции. Заполнить ведомости путей и стрелочных переводов.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение полной, полезной и строительной длинам пути?
2. Как определяется полная длина главных путей на однопутных и двухпутных линиях?
3. Как определяется полная и полезная длины путей сквозных и тупиковых путей.?
4. Как определить сторонность стрелочного перевода и съезда.
5. Дайте понятие "пошерстному и противощерстному" стрелочному переводу.

³ Примечание. Данная схема станции была вычерчена на практической работе №6

Тема: Разработка схемы участковой станции.

Цель: Научиться по исходным и расчетным данным разрабатывать немасштабную схему участковой станции.

Перечень учебно-наглядных пособий:

1. Основные схемы горловин приемоотправочных и сортировочных парков.
2. Основные схемы участковых станций (продольного, полупродольного и поперечного типов)

Рекомендуемая литература:

1. Правдин Н.В. и Вакуленко С.П. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты). - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2015
2. В. И. Апатцев и Ю.И. Ефименко Железнодорожные станции и узлы. - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2014
3. Правдин Н.В. и Вакуленко С.П. Проектирование инфраструктуры железнодорожного транспорта (станции, железнодорожные и транспортные узлы). - М.: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2012

Краткие теоретические сведения

В зависимости от характера выполняемой работы на участковых станциях проектируют путевое развитие и другие устройства для выполнения всех или части следующих основных операций:

- посадка, высадка пассажиров, прием, хранение и выдача багажа, грузо-багажа и почты;
- технические операции с пассажирскими поездами;
- технические операции с грузовыми поездами;
- смена локомотивов и локомотивных бригад;
- операции, связанные с обращением поездов повышенной массы, длины и соединенных поездов - прием, отправление, объединение, разъединение, опробование тормозов и другие операции;

⁴ Примечание - Практические работы №11 и 12 выполняются по одному общему заданию.

- прием, хранение и выдача грузов, подача (уборка) вагонов на погрузочно-выгрузочные пункты, погрузка-выгрузка грузов, взвешивание грузов (вагонов), а в необходимых случаях - сортировка и перегрузка грузов.

Требования, предъявляемые к расположению устройств:

- рациональная технология работы;
- максимальная независимость работы каждой группы основных устройств;
- разделение пассажирских и грузовых операций;
- отделение маневровой работы от поездных передвижений;
- минимум взаимных пересечений маршрутов массовых передвижений;
- поточность и параллельность операций;
- наименьшие производственные задержки подвижного состава;
- наименьшее время на операции с поездами и вагонами;
- применение новых технологий и безопасность передвижений по станции;
- возможность дальнейшего развитие станции.

По взаимному расположению парков участковые станции делятся на типы:

- продольный;
- полупродольный;
- поперечный.

Бывают и другие схемы, исторически возникшие из-за особенностей развития линий в местных условиях.

При проектировании схем участковых станций решаются следующие важные вопросы:

- выбор рациональных схем горловин;
- оптимальное секционирование путей в горловинах;
- определение числа путей в парках.

Горловины приемоотправочных парков являются наиболее ответственными элементами путевого развития. *Основные требования*, предъявляемые к горловинам:

- компактность (наименьшая длина горловины) с наименьшей суммой углов поворота поездов при их приеме и отправлении;
- максимальная идентичность полезных длин приемоотправочных путей;
- наименьшее число стрелочных переводов на главных путях;
- хорошее секционирование горловин (возможность выполнения нескольких операций одновременно);
- возможность одновременного приема поездов со всех примыкающих направлений;

- возможность обеспечения независимой смены поездных локомотивов в приемоотправочных парках разных направлений;
- на двухпутных линиях - возможность одновременного приема и отправления поездов противоположных направлений.

Конструкция горловины должна иметь следующие обязательные маршруты:

1. Выход с длинных путей сортировочного парка на все примыкающие направления;
2. Возможность приема поездов с неправильного пути и отправление на неправильный путь;
3. Выход со всех приемоотправочных путей для грузовых поездов на основные вытяжные пути.

Порядок выполнения работы

Выполнение данной работы следует начать с детального изучения исходных данных задания: числа главных путей, размеры движения и местной работы, размещение предприятий, к которым необходимы подъездные пути, роль станции в системе тягового обслуживания.

Особое внимание при этом надо обратить на следующие вопросы: какова по заданию категория линии и необходимая длина приемоотправочных путей, а также, какая длина станционной площадки.

После изучения и анализа задания необходимо выбрать тип участковой станции и схему размещения основных устройств с учетом местных условий.

Длина станционных площадок для проектируемых новых участковых станций принимается в соответствии с данными, приведенными в таблице №11.

Таблица №11

Категория линий	Тип участковой станции	Формула для определения длины площадки $L_{пл}$ (м)	Длина площадок при полезной длине приемо-отправочных путей, м	
			1050	850
I и II	Продольный	$2 L_{по} + 1900$	4000	3600
	Полупродольный	$2 L_{по} + 750$	2850	2450
	Поперечный	$L_{по} + 1350$	2400	2200
III и IV	<<	$L_{по} + 50$	2000	1800

После определения типа станции необходимо:

- 1) выбрать оптимальную схему размещения основных устройств (используя исходные данные, описать путевое развитие и техническое оснащение станции)

2) выполнить проектирование парков и горловин станции⁵ (рис.11)

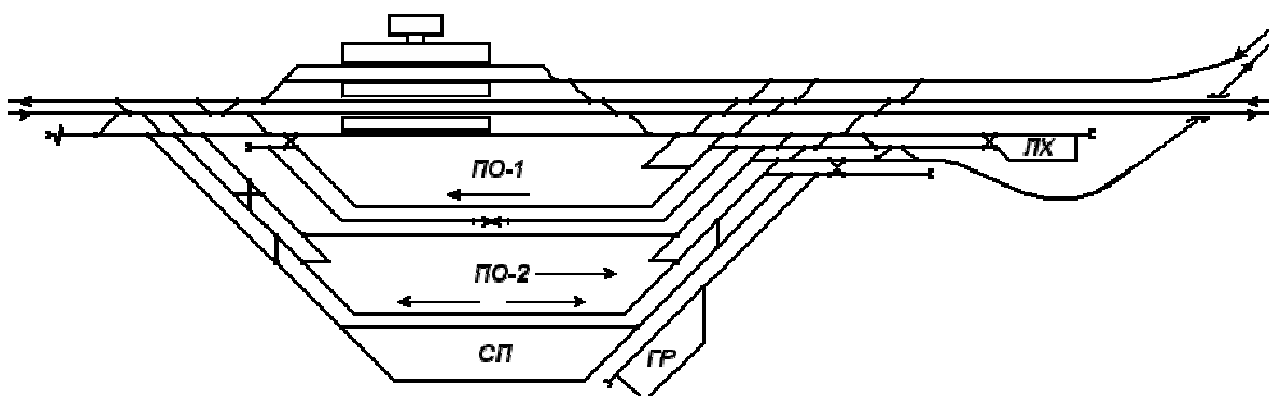


рис. 11 Разработка схемы участковой станции поперечного типа на двухпутной линии

Проектирование путей приемоотправочных и других парков ведут от главных путей станции. В каждом приемоотправочном парке для грузовых поездов наиболее короткий путь принимается стандартной длины (**Л_{по}**), установленной для линии; остальные пути парка могут быть конструктивно длиннее.

Проектируя участковые станции, уделяют большое внимание конструкции горловин, которые должны обеспечивать необходимую пропускную способность, безопасность движения, удобство маневровой работы и взаимозаменяемость парков и путей.

Безопасность приема-отправления поездов и маневровой работы достигается прежде всего применением рациональных схем станций с наименьшим числом пересечений маршрутов следования поездов, отсутствием маршрутов слияния прибывающих поездов и оборудованием станций электрической централизацией стрелок. Для одновременного приема поездов с двух расположенных рядом подходов должны иметься независимые (несливающиеся) маршруты до места остановки поездов на пути приема. Кроме того, маневровая работа на вытяжных путях должна быть изолирована от маршрутов приема и отправления поездов, а также от маршрутов пропуска поездных локомотивов.

Для обеспечения определенной пропускной способности в горловинах станции предусматривается возможность реализации необходимого числа одновременных передвижений.

Во всех конструкциях горловин участковых станций предусматривают устройство выходов на главные пути не только с ПО парков, но и со всех или

⁵ Примечание - Проектирование парков и горловин станции необходимо выполнить без расчетного путевого развития парков.

части сортировочных путей для возможности отправления сформированных поездов непосредственно из сортировочного парка.

Однако при выполнении всех перечисленных требований горловины участковых станций должны быть компактными и по возможности короткими. Надо избегать укладки лишних съездов, увеличивающих строительные затраты и эксплуатационные расходы. Поэтому необходимость укладки параллельных съездов должна быть обоснована.

Содержание отчета:

1. Согласно исходным данным задания и вышеуказанным требованиям, предъявляемым к конструкции горловин и парков, вычертить схему участковой станции на миллиметровой бумаге формата А3, взяв за основу одну из типовых схем, предложенных в рекомендуемой литературе. На данной схеме станции указать:

- пути для пассажирского движения;
- приемоотправочные парки (парк);
- сортировочный парк;
- сооружения и устройства локомотивного, вагонного и других хозяйств.

2. Выполнить описание маршрутов приема и отправления грузовых и пассажирских поездов, маневровых маршрутов, а также расположения устройств на станции. Описать достоинства и недостатки данного типа станции.

Контрольные вопросы:

1. Какие устройства относятся к основным техническим комплексам на участковой станции?
2. Какие требования предъявляются к расположению устройств на станции?
3. Какие парки могут быть на участковых станциях.?
4. Какие вопросы решаются при проектировании приемоотправочных парков?
5. Что называется горловиной станции?
6. Требования, предъявляемые к горловинам?
7. Какие обязательные маршруты должна иметь горловина?

Практическая работа 12

Тема: Расчет потребного числа путевого развития участковой станции.

Цель: Научиться рассчитывать путевое развитие участковой станции.

Перечень учебно-наглядных пособий:

1. Схемы для расчета времени занятия маршрута. (Приложение 12)
2. Основные схемы участковых станций (продольного, полупродольного и поперечного типов)

Рекомендуемая литература:

1. Правдин Н.В. и Вакуленко С.П. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты). - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2015
2. В. И. Апатцев и Ю.И. Ефименко Железнодорожные станции и узлы. - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2014
3. Правдин Н.В. и Вакуленко С.П. Проектирование инфраструктуры железнодорожного транспорта (станции, железнодорожные и транспортные узлы). - М.: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2012

Краткие теоретические сведения

Методы расчета путевого развития станций.

В настоящее время для расчета числа путей в парках, пропускной способности станции и отдельных ее элементов используются основные методы: *аналитический, графический и имитационное моделирование.*

Аналитический метод (метод по формулам) прост в использовании и требует меньше время на выполнение расчетов по сравнению с остальными. Данный метод предполагает использование аналитических формул. Однако использование данного метода, дает значительные погрешности, так как расчет ведется по отдельным элементам (парки станции, горловины, сортировочные и грузовые устройства), и не учитывает их взаимного влияния схем станции на искомый результат.

Графический метод дает наглядное изображение реализации станционных процессов, позволяет в большей степени, чем аналитический, учесть взаимодействие прилегающих участков, станции и ее отдельных элементов, а также особенности схемы станции. данный метод дает более точный результат, особенно при сложных горловинах, но является более трудоемким.

Метод имитационного моделирования дает более точный результат. Достоинством данного метода является возможность отображать объекты, которые

не поддаются строгой формализации. Так, например, в имитационной модели станции возможно задавать различные размеры пропускной способности ее горловин, которая зависит от структуры станции. технологии ее работы, случайных внутренних и внешних факторов.

Порядок выполнения работы

1. Выполнить расчет числа путей для пассажирского движения.
2. Выполнить расчет числа путей в приемоотправочном парке для грузового движения.
3. Определить число путей в сортировочном парке.

1. На участковых станциях для приема, отправления и пропуска пассажирских поездов используются главные и дополнительные пассажирские приемоотправочные пути, укладываемые рядом с главными. Общее их количество должно обеспечивать одновременный прием поездов со всех примыкающих к станции подходов, а также обгон пассажирских поездов. При этом следует учитывать, что для обеспечения безопасности пассажиров в типовых схемах продольного и полупродольного типов один из главных путей используется для пропуска грузовых поездов, отправляемых из смещенного парка, и взамен его требуется укладка приемоотправочного пути

Таким образом, минимальное число путей $m_{пас}$ для пассажирского движения составит, пут.

$$m_{пас} = m_{под} + m_{доп}, \quad (12.1)$$

где, $m_{под}$ - число примыканий подходов железнодорожных линий;

$m_{доп}$ - число дополнительных пассажирских приемоотправочных путей, которое принимается равным: 1 - для схем поперечного типа, 2 - для схем продольного и полупродольного типов.

2. Число путей в парках ПО участковых станциях устанавливают аналитическим методом, расчетом в зависимости от размеров и характера движения, средств связи по движению поездов на прилегающих участках и технических норм обработки поездов. В общем случае, число приемоотправочных путей станции не должно ограничивать пропускную способность прилегающих участков.

Если приемоотправочный парк станции обслуживает поезда разных категорий с разным временем занятия путей, число приемоотправочных путей определяется по суммарной суточной загрузке парка по формуле:

$$m = \frac{(\sum N_{сут} * t_{зан}) * k_{нер}}{1440}, \quad (12.2)$$

где m - количество приемоотправочных путей в парке;

$\sum N_{\text{сут}}$ - количество поездов всех категорий, поступающих в парк;

$t_{\text{зан}}$ - время занятия приемоотправочных путей одним поездом, мин;

$k_{\text{нер}}$ - коэффициент неравномерности движения грузовых поездов
($k=1.3-1.6$)

$$\sum N_{\text{сут}} * t_{\text{зан}} = N_1 t_1 + N_2 t_2 + N_3 t_3 + N_4 t_4 + \dots \quad (12.3)$$

где, $N_1, N_2, N_3, N_4 \dots$, - число поездов соответственно транзитным, групповым, участковым, сборным, своего формирования;

$t_1, t_2, t_3, t_4 \dots$, - время занятия пути одним поездом соответственно транзитным, групповым, участковым, сборным, своего формирования.

Время занятия пути одним *транзитным* поездом

$$t_{\text{зан}} = t_{\text{пр}} + t_{\text{оп}} + t_{\text{ож}} + t_{\text{от}}, \quad (12.4)$$

где $t_{\text{пр}}$ - время занятия маршрута при приеме поезда на станцию, мин;

$t_{\text{оп}}$ – время выполнения технологических операций на приемоотправочных путях, мин;

$t_{\text{ож}}$ – время ожидания отправления поезда (можно принять 10-15 мин);

$t_{\text{от}}$ - время занятия маршрута при отпавлении поезда от момента приготовления до освобождения маршрута, мин;

При расчете времени занятия пути одним поездом могут быть приняты следующие ориентировочные нормы времени на производство операций:

- время стоянки транзитного поезда (без смены локомотива), необходимое для выполнения технических операций - 25 мин;

- время от прибытия поезда на станцию до начала маневров по расформированию - 45 мин;

- время на операции по отпавлению поезда - 30 мин.

Время занятия пути одним поездом *поступающим в расформирование*

$$t_{\text{зан}} = t_{\text{пр}} + t_{\text{оп}} + t_{\text{ож}} + t_{\text{уб}}, \quad (12.5)$$

где, $t_{\text{ож}}$ - среднее время ожидания вывода состава из парка для расформирования (в ориентировочных расчетах можно принять 10-15 мин);

$t_{\text{уб}}$ - время занятия пути при уборке состава на вытяжной путь для расформирования, мин.

Время занятия пути одним поездом *отпавляемым, своего формирования*

$$t_{\text{зан}} = t_{\text{под}} + t_{\text{оп}} + t_{\text{ож}} + t_{\text{от}}, \quad (12.6)$$

где, $t_{\text{под}}$ - время занятия пути подачей состава с вытяжного пути на приемоотправочный, мин;

Минимальное время занятия маршрута при приеме поезда рассчитывается по схеме в соответствии с рис.13 (Приложение 13)

$$t_{\text{пр}} = (t_{\text{м}} + t_{\text{в}} + L_{\text{вх}} + L_{\text{т}}) / (16.7 * V_{\text{вх}}) \quad (12.7)$$

где, $t_{\text{м}}$ - время на приготовление маршрута и открытие сигнала (при ЭЦ принимается 0.05-0.1 мин на одну стрелку , т.е $t_{\text{м}} = n * 0.05-0.1$ где n - число стрелок по маршруту приема поезда);

$t_{\text{в}}$ - время восприятия сигнала машинистом, принимается 0.1 мин;

$V_{\text{вх}}$ - средняя скорость входа поезда на станцию с учетом снижения скорости на стрелках при движении на боковые пути и замедления перед остановкой, км/ч;

16.7 - коэффициент для перевода значения скорости, выраженной в км/ч в м/мин;

$L_{\text{т}}$ – тормозной путь поезда, м;

$L_{\text{вх}}$ - расстояние от входного сигнала до остановки на пути приема, м;

$$L_{\text{вх}} = L_{\text{гп}} + L_{\text{по}}, \quad (12.8)$$

где, $L_{\text{гп}}$ - длина горловины приема поезда – расстояние от входного сигнала до предельного столбика на пути приема, м;

$L_{\text{по}}$ – полезная длина пути, м.

Минимальное время занятия маршрута при отправлении поезда рассчитывается по схеме в соответствии с рис.13 (Приложение 13)

$$t_{\text{от}} = (t_{\text{м}} + L_{\text{вых}}) / (16.7 * V_{\text{вых}}) \quad (12.9)$$

где, $t_{\text{м}}$ - время на приготовление маршрута отправления поезда, открытие выходного сигнала, восприятие машинистом его показаний (до момента трогания поезда), мин (в ориентировочных расчетах можно принять 0.2-0.1 мин на одну стрелку);

$L_{\text{вых}}$ – расстояние, проходимое поездом до освобождения маршрута;

$$L_{\text{вых}} = L_{\text{го}} + L_{\text{по}}, \quad (12.10)$$

где, $L_{\text{го}}$ –длина горловины отправления;

$V_{\text{вых}}$ – средняя скорость выхода поезда со станции с учетом разгона, км/ч.

Продолжительность маневровых передвижений ($t_{\text{уб}}$, $t_{\text{под}}$)

$$t_{\text{ман}} = (t_{\text{м}} + l_{\text{ман}}) / (16.7 * V_{\text{ман}}), \quad (12.11)$$

где, $l_{\text{ман}}$ – длина полурейса, включающая длину маршрута и маневрового состава, (можно принять $l_{\text{ман}} = l_{\text{гм}} + l_{\text{по}}$), где $l_{\text{гм}}$ - длина горловины перестановки состава.

$V_{\text{ман}}$ – средняя скорость маневровых передвижений.

3. Пути сортировочного парка предназначены для накопления составов и формирования поездов (сборных, участковых и в некоторых случаях сквозных поездов) на прилегающие к станции участки, а также пути для местных и неисправных вагонов.

Число сортировочных путей зависит от количества назначений по плану формирования и числа перерабатываемых вагонов в сутки по этим назначениям и объема местной работы. Для накопления и формирования участковых и сборных поездов для каждого примыкающего к станции направления должно быть на менее одного пути, равной длине приемо-отправочного пути.

Для формирования сквозного поезда (при его наличии) выделяется отдельный путь. Кроме того, для местных нужд выделяется не менее одного пути для вагонов, прибывающих в адрес станции, не менее одного пути для вагонов, отцепляемых на станции, требующих ремонта, бездокументных и других, не менее одного пути для постановки вагонов с разрядными грузами, сжатыми и сжиженными газами с выходом на главный путь в обоих направлениях. Если в адрес станции поступает более 25 вагонов в сутки, то следует выделять для них два пути.

Содержание отчета: Задание с исходными данными. Расчеты числа путей для пассажирского движения, приемоотправочных для грузового движения и сортировочных путей.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите методы расчета путевого развития станции?
2. Каким способом выполняется расчет числа путей в данной практической работе?
3. От каких параметров зависит число путей для пассажирского движения?
4. От каких параметров зависит число путей в приемоотправочном парке для грузового движения?
5. Как без расчета определить число путей в сортировочном парке?

Практическая работа 13

Тема: Определение перерабатывающей способности сортировочной горки.

Цель: Научиться аналитическим способом рассчитывать перерабатывающую способность сортировочной горки.

Перечень учебно-наглядных пособий:

1. План сортировочной станции.
2. Основные схемы расположения сортировочных парков.
3. Классификация сортировочных горок (Приложение 13)

Рекомендуемая литература:

1. Правдин Н.В. и Вакуленко С.П. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты). - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2015

2. В. И. Апатцев и Ю.И. Ефименко Железнодорожные станции и узлы. - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2014

3. Правдин Н.В. и Вакуленко С.П. Проектирование инфраструктуры железнодорожного транспорта (станции, железнодорожные и транспортные узлы). - М.: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2012

Краткие теоретические сведения

Перерабатывающая способность горки N_G^{max} - максимальное число вагонов, которое может быть рассортировано с горки в течение суток и зависит от продолжительности надвига состава и роспуска его перерывов в работе из-за враждебных пересечений маршрутов, от количества вагонов в составе / числа работающих на горке локомотивов и других факторов.

Тип и мощность сортировочной горки устанавливается в зависимости от планируемых размеров и структуры вагонопотоков. Сортировочные горки проектируются повышенной (ГПМ), большой (ГБМ), средней (ГСМ) и малой мощности (ГММ). От мощности сортировочной горки зависит количество сортировочных, подвижных, спускных и обходных путей, число тормозных позиций, расчетная скорость роспуска, необходимое техническое оснащение.

Горки повышенной мощности (ГПМ) проектируются для переработки не менее 5500 вагонов в сутки. ГПМ должна иметь не менее трех путей надвига и до четырех путей роспуска. Количество путей в сортировочном парке при ГПМ, как правило, более 40. Конструкция ГПМ предусматривает все техноло-

гические линии переработки вагонов, в том числе и параллельный роспуск составов.

Горки большой мощности (ГБМ) проектируются при среднесуточной переработке от 3500 до 5500 вагонов и числе сортировочных путей от 30 до 40. ГБМ должна иметь не менее двух путей надвига и два-три (при обосновании четыре) спускных пути. При устройстве двух и более путей надвига и двух спускных путей проектируется соединение этих путей перекрестными съездами.

При сооружении или реконструкции ГПМ и ГБМ в ряде случаев предусматривается путепровод под горкой, для выполнения параллельных операций по расформированию составов на горке и смене поездных локомотивов.

Горки средней мощности (ГСМ) проектируются при переработке от 1500 до 3500 вагонов в сутки и числе путей в сортировочном парке от 17 до 29, с учетом перспективы переустройства их в горки большой мощности. ГСМ, как правило, имеют два пути надвига и один или два спускных пути.

Горки малой мощности (ГММ) сооружаются для переработки от 250 до 1500 вагонов в сутки при числе сортировочных путей от 4 до 16. ГММ проектируются с одним путем надвига и одним путем роспуска.

Порядок выполнения работы

1. Выполнить расчет перерабатывающей способности горки (ваг/сут).
2. По Таблице классификации сортировочных горок (Приложение 13) и перерабатывающей способности (ваг/сут) определить мощность сортировочной горки (ГПМ, ГБМ, ГСМ, ГММ).
3. Описать оборудование и основные характеристики расчетной сортировочной горки. Перечислить мероприятия по увеличению пропускной способности горки.

Перерабатывающие способности горки N_{Γ}^{max} (ваг/сут) определяется по формуле:

$$N_{\Gamma}^{max} = \frac{\alpha_{вр} (1440 - \sum T_{пост})}{T_{\Gamma} * \mu_{повт} (1 + p_{\Gamma})} * V_{сост} + V_{пост}, \quad (13)$$

где, $\alpha_{вр}$ - коэффициент ,учитывающей перерывы в работе горки из-за наличия враждебных передвижений, принимается 0,95-0,97;

$\sum T_{пост}$ - время технологических перерывов в работе горки для профилактического осмотра и ремонта горочного оборудования, смены бригад и экипировки горочных локомотивов, сортировки вагонов, поступающих из вагонного депо, с грузового двора и др;

T_{Γ} - горочный технологический интервал, т.е. время занятия горки операциями по заезду за составом, надвигу и роспуску его, а также формированию и осаживанию вагонов, приходящееся на один состав;

$\mu_{\text{повт}}$ -коэффициент, учитывающий повторную сортировку части вагонов из-за недостатка в периоды сгущенного поступления поездов числа и длины сортировочных путей, равный 1,05;

ρ_{Γ} - коэффициент, учитывающий отказы технических устройств, нерасцепы вагонов и др. Его значения зависят от типа и интенсивности использования горки, типа замедлителей. Определяется по таблице №13 (Приложение 13)

$V_{\text{сост}}$ - среднее число вагонов в составе;

$V_{\text{пост}}$ - число вагонов с путей ремонта, грузового двора и др., распускаемых с горки за время $\Sigma T_{\text{пост}}$.

Основным элементом, подлежащим расчету при определении перерабатывающей способности горки, является горочный технологический интервал T_{Γ} (мин), зависящий от числа работающих на горке локомотивов, взаимного расположения парков приема и сортировки, режима роспуска составов (последовательный, параллельный).

- при работе на горке одного локомотива:

$$T_{\Gamma} = t_3 + t_{\text{H}} + t_{\text{p}} + t_{\text{о.ф.ос}} ; \quad (13.1)$$

- при работе на горке двух локомотивов:

$$\text{если } t_3 + t_{\text{H}} \leq t_{\text{p}}, \quad \text{то } T_{\Gamma} = t_{\text{p}} + t_{\text{о.ф.ос}} \quad (13.2)$$

$$\text{если } t_3 + t_{\text{H}} > t_{\text{p}}, \quad \text{то } T_{\Gamma} = t_3 + t_{\text{H}} + t_{\text{о.ф.ос}}$$

где, t_3 t_{H} t_{p} - - соответственно время на заезд локомотива, надвиг и роспуск состава, мин;

$t_{\text{о.ф.ос}}$ - время окончания вагонов в сортировочном парке горочными локомотивами, приходящееся на один состав.

Также перерабатывающая способность горки зависит от расположения парков приема и сортировочного:

- при последовательном расположении парков приема и сортировки:

$$t_3 = t_M + \frac{l_H + l_{\text{ВЫХ}} + l_{\text{ПО}} + l_{\text{ВХ}}}{16,7 V_3}, \quad (13.3)$$

$$t_H = \frac{l_{\text{ВЫХ}} + l_H}{16,7 V_H}, \quad (13.4)$$

➤ при параллельном расположении парков:

$$t_3 = t_M + \frac{l_H + l_c}{16,7 V_3}, \quad (13.5)$$

$$t_H = t_M + \frac{l_c + l_{\text{ПО}} + l_H}{16,7 V_H}, \quad (13.6)$$

где, t_M - время приготовления маршрута; при релейной централизации составляет 0,15...0,20 мин;

l_H -длина пути надвига, м; l_c -длина соединительного пути при параллельном расположении парков, м;

$l_{\text{ПО}}$ -норма полезной длины приемоотправочных путей, м;

$l_{\text{ВХ}}$, $l_{\text{ВЫХ}}$ - длина соответственно входной и выходной предгорочной горловин парка приёма, м;

V_3 - средняя скорость движения горочного локомотива при заезде за составом, км/ч;

V_H - средняя скорость надвига состава на горку, км/ч.

Значения l_H и l_c принимаются из плана сортировочной станции.

Содержание отчета: Задание с исходными данными. Расчеты перерабатывающей способности горки.

Контрольные вопросы:

1. От каких параметров зависит перерабатывающая способность горки?
2. Перечислить мощности сортировочных горок.
3. Как меняется горочный технологический интервал при работе одного, двух и нескольких локомотивов?
4. Перечислите мероприятия по увеличению перерабатывающей способности горки.

Практическая работа 14

Тема: Расчет высоты сортировочной горки и мощности тормозных позиций.

Цель: Научиться аналитическим способом рассчитывать горки и определять мощность тормозных средств.

Перечень учебно-наглядных пособий:

1. Схема сортировочной горки.
2. Каталог тормозных позиций.

Рекомендуемая литература:

1. Правдин Н.В. и Вакуленко С.П. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты). - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2015
2. В. И. Апатцев и Ю.И. Ефименко Железнодорожные станции и узлы. - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2014
3. Правдин Н.В. и Вакуленко С.П. Проектирование инфраструктуры железнодорожного транспорта (станции, железнодорожные и транспортные узлы). - М.: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2012

Краткие теоретические сведения

Основными элементами сортировочной горки являются (рис. 14):

- надвижная часть;
- перевальная часть (горб горки);
- спускная часть.

Каждая сортировочная горка характеризуется следующими основными параметрами (рис.14):

- *расчетной длиной* - расстояние от ВГ до РТ;
- *высотой* - разность отметок ВГ и РТ;
- *общей мощностью тормозных средств* - погашаемая суммарная энергетическая высота;
- *перерабатывающей способностью* - максимальное число вагонов, сформированное в сутки.

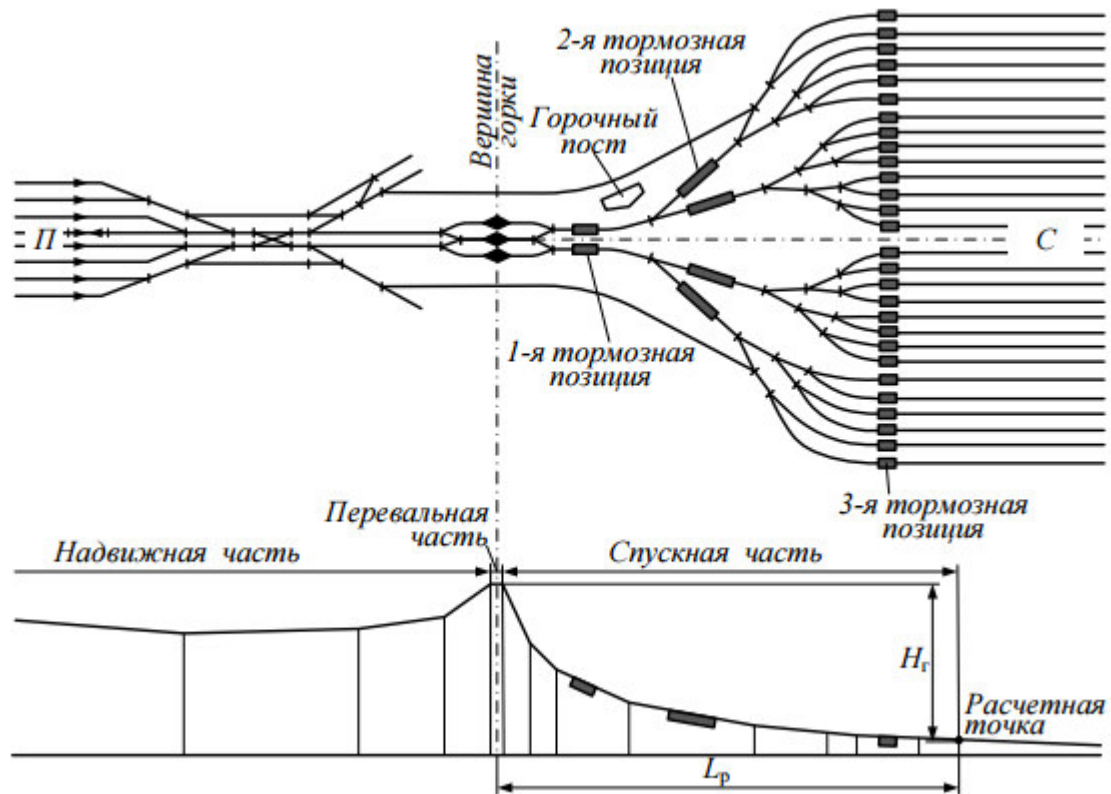


Рис. 14 Схема плана и профиля сортировочной горки

Высота горки H_g должна быть достаточной для скатывания вагонов и определяется из условия: очень плохой бегун (ОПБ) расчетной весовой категории при неблагоприятных условиях скатывания (встречный ветер, зимняя расчетная температура) должен дойти до расчетной точки (РТ). За расчетный бегун принимается четырехосный вагон на роликовых подшипниках.

Расчетная точка располагается на расстоянии 50 м от выходного конца парковой тормозной позиции на трудном пути (имеющем наибольшее сопротивление движению).

Вагоны при скатывании с горки испытывают основное и удельное сопротивление:

- *основное сопротивление W_0* , - это сопротивление в конструкции самого вагона (трение осей колес в буксах), а также от ударов колес о стыки рельсов. Величина его зависит от температуры наружного воздуха и конструкции букс (ролики, подшипники скольжения).

- *дополнительными сопротивлениями являются* - сопротивления от среды и ветра $W_{св}$ (зависти от скорости и направления ветра), стрелок и кривых $W_{ск}$. (возникает от ударов колес об остряки и крестовину), снега и инея $W_{сн}$

Порядок выполнения

1. По исходным данным рассчитать высоту сортировочной горки;
2. Определить мощность тормозных средств на горке и подобрать замедлители для первой и второй тормозных позиций.

1. Высота горки должна быть достаточной для преодоления работы всех сил сопротивления, действующих на вагон при скатывании. Так как вагон на горбе горки уже обладает начальной скоростью V_0 , которой соответствует энергетическая высота $h_0 = V_0^2 / 2g$, то расчет высоты горки можно определить по

формуле:

$$H_{г} = 1,75 (h_{осн} + h_{ср} + h_{ск}) + h_{сн} - h_0, \quad (14.1)$$

где, 1,75 - мера отклонения расчетного значения сопротивлений: основного, от стрелок и кривых, воздушной среды и ветра от их средних значений (для горок малой мощности принимается равной 1,50);

$(h_{осн}, h_{ср}, h_{ск})$ – среднее значение удельной работы сил сопротивления;

$h_{сн}$ – удельная работа силы сопротивления от снега и инея;

h_0 – удельная энергия, соответствующая установленной скорости роспуска V_0

Удельная работа сил основного сопротивления ($тс \cdot м / тс$) рассчитывается по формуле:

$$h_{осн} = L_{рас} * w_{осн} * 10^{-3}, \quad (14.2)$$

где, $L_{рас}$ – расчетная длина горки (от вершины горки до расчетной точки);

$w_{осн}$ – основное удельное сопротивление для вагонов на роликовых подшипниках принимается в зависимости от весовой категории:

Таблица 14.1

Основное удельное сопротивление движению вагонов на роликовых подшипниках применительно к весовым категориям одиночных локомотивов

Вес вагонов, тс	Весовая категория		$w_{осн}$, Н/кН
	наименование	обозначение	
до 28	легкая	Л	1,75
28-44	легкосредняя	ЛС	1,54
44-60	средняя	С	1,40
60-72	среднетяжелая	СТ	1,25
свыше 72	тяжелая	Т	1,23

Удельная работа сил сопротивления от воздушной среды и ветра (тс*м/тс) рассчитывается по формуле:

$$h_{cp} = L_{pac} * w_{cp} * 10^{-3}, \quad (14.2)$$

где, w_{cp} - сопротивление от среды и ветра.

$$w_{cp} = 17,8 * C_x * S * V_p^2 / [(273+t)q], \quad (14.3)$$

где, C_x – коэффициент воздушного сопротивления одиночного вагона (Таблица 14.2):

Таблица 14.2

Величина коэффициента воздушного сопротивления C_x

Угол α	0	10	20	30	50	70	90
C_x	1,12	1,46	1,64	1,58	0,92	0,29	0,1

S – площадь поперечного сечения одиночного вагона для крытого 4-осного вагона $S=9,7 \text{ м}^2$;

V_p – относительная скорость отцепа с учетом направления ветра м/с.

q – вес вагона, тс;

t – температура наружного воздуха, °С;

$$V_p = V \pm V_B \quad (14.5)$$

где, V - средняя скорость движения отцепа, она принимается:

- для горок повышенной мощности (ГПМ) - 5,0 м/с
- для горок большой мощности (ГБМ) - 4,8 м/с;
- для горок средней мощности (ГСМ) - 4,5 м/с;
- для горок малой мощности (ГММ) - 3,5 м/с.

V_B - скорость ветра, м/с; знак (+) принимается при встречном ветре, знак (-) при попутном ветре.

Удельная работа сил сопротивления от стрелок и кривых (тс*м/тс) рассчитывается по формуле:

$$h_{ск} = (0,56 * n + r \sum \alpha^\circ) * V^2 * 10^{-3}, \quad (14.6)$$

где, n – число стрелочных переводов по маршруту скатывания вагонов;

r – коэффициент удельной работы сил сопротивления движению в кривых ($r=0,23$ для вагонов на роликовых подшипниках);

$\sum \alpha^\circ$ - сумма углов поворота в кривых, включая стрелочные углы, град.

В зимних условиях необходимо учитывать дополнительную удельную работу при преодолении сопротивления движению вагона от снега и инея в пределах стрелочной зоны, пучков и на сортировочных путях.

Удельная работа сил сопротивления от снега и инея (тс*м/тс) рассчитывается по формуле:

$$h_{\text{сн}} = L_{\text{сн}} * w_{\text{сн}} * 10^{-3}, \quad (14.7)$$

где $w_{\text{сн}}$ – дополнительное сопротивление от снега и инея, кгс/тс;

$L_{\text{сн}}$ – длина зоны действия снега и инея.

Удельная энергия (тс*м/тс) рассчитывается по формуле:

$$h_o = \frac{V_o^2}{2g}, \quad (14.8)$$

где, g - приведенное ускорение свободно падающего тела, соответствующее силе тяжести (с учетом влияния вращающихся частей вагона):

Таблица 14.3

q (тс)	22	25	30	40	50	70 и более
g	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6

2. Для механизации процесса регулирования скорости движения вагонов сортировочные горки и подгорочные пути оборудуются тормозными позициями (ТП), где в качестве средств торможения применяют вагонные замедлители: Т50, КНП-5, ВЗКН-5, КВ-3, ВЗГП, РНЗ-2 и прочие (см. Эксплуатационно-технические характеристики вагонных замедлителей) (Приложение 14).

Определение мощности тормозных средств. Суммарная потребная мощность тормозных позиций спускной части горки (тс*м/тс) определяется по формуле:

$$N_{\text{сч}} = k * (N_{\text{г}} + h_o - h_w^{\text{оx}} - h_{\text{пр}}), \quad (14.9)$$

где, k - коэффициент увеличения минимальной расчетной мощности тормозных позиций спускной части горки, $k=1,20-1,25$;

h_o - удельная энергия вагона рассчитывается для ОХ (при $V_o = 1.7$ м/с);

$h_w^{\text{оx}}$ - энергетическая высота, которая идет на преодоление всех сил сопротивления при проходе ОХ от горба горки до конца второй тормозной позиции тс*м/тс;

$h_{\text{пр}}$ – профильная высота участка от конца последнего замедлителя второй тормозной позиции (ПТП) до расчетной точки, м;

Энергетическая высота определяется по формуле:

$$h_w^{\text{оx}} = 10^{-3} * [(w_o^{\text{оx}} \pm w_{\text{сб}}^{\text{оx}}) * l + V_{2\text{ТП}}^2 * (0,56 n_{2\text{ТП}} + 0,23 \sum \alpha^{\circ}_{2\text{ТП}})], \quad (14.10)$$

где, w_0^{OX} – принимается 0,5 кгс/тс;

$w_{\text{CB}}^{\text{OX}}$ – удельное сопротивление от воздушной среды и ветра движению ОХ (4-осный вагон весом 100 тс) при попутном ветре кгс/тс; определяется при $V = 5,6$ м/с (для горки большой мощности), 5,6 м/с (для горки средней мощности).

l – расстояние от вершины горки до конца 2ТП, м;

$V_{2\text{ТП}}$ – среднее значение скорости движения ОХ на указанном участке; ориентировочно можно принять 5,5 м/с для горки повышенной мощности, 4,8 м/с для горки большой мощности; 4,5 м/с для горки средней мощности; 4,2 м/с для горки малой мощности.

$n_{2\text{ТП}}$ – число стрелочных переводов на данном участке;

$\sum \alpha^{\circ}_{2\text{ТП}}$ – сумма углов поворота.

На спускной части горки располагаются две тормозные позиции: первая - перед первой разделительной стрелкой или за ней, вторая - перед пучками сортировочных путей.

Вторая (пучковая) позиция наиболее мощная. Определяется из условия: скорость входа на вторую тормозную позицию не должна превышать максимально допустимую по конструкции замедлителей.

$$h_{2\text{ТП}} = \frac{V_0^2}{2g'} \quad (14.11)$$

Потребная мощность первой тормозной позиции должна быть не менее:

$$h_{1\text{ТП}} = H_{\text{сч}} - h_{2\text{ТП}}, \quad (14.12)$$

На основании эксплуатационно-технических характеристик вагонных замедлителей подобрать замедлители для первой и второй тормозных позиций. (Приложение 14).

Содержание отчета. Задание с исходными данными. Расчеты высоты горки и мощности тормозных средств с необходимыми пояснениями. Дать характеристику и принцип действия выбранных вагонных замедлителей.

Контрольные вопросы:

1. Что такое высота сортировочной горки?
2. Где располагается расчетная точка?
3. Что является основным сопротивлением?
4. Перечислите виды тормозных средств на горках.
5. Перечислите виды тормозных позиций.

Практическая работа 15

Тема: Определение пропускной и перерабатывающей способности станций.

Цель: Научиться рассчитывать пропускную способность приемоотправочных путей, горловины; перерабатывающую способность вытяжных путей и грузового склада.

Перечень учебно-наглядных пособий:

1. Схема горловины станции.
2. Схема грузового склада.

Рекомендуемая литература:

1. Правдин Н.В. и Вакуленко С.П. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты). - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2015
2. В. И. Апатцев и Ю.И. Ефименко Железнодорожные станции и узлы. - М: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2014
3. Правдин Н.В. и Вакуленко С.П. Проектирование инфраструктуры железнодорожного транспорта (станции, железнодорожные и транспортные узлы). - М.: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2012

Краткие теоретические сведения

Пропускная способность станции — это наибольшее число поездов, которое может быть пропущено за расчетный период с учетом максимального использования имеющихся технических средств и передовой технологии.

Перерабатывающая способность станции — это число грузовых поездов или вагонов, которое может переработать станция за расчетный период при условии наилучшего использования технических средств и применения передовой технологии.

При расчете пропускной способности станции (горловин, путей, экипировочных устройств) элемент, имеющий наименьшую пропускную способность, является ограничивающим. Его пропускная способность и определяет пропускную способность всей станции.

Порядок выполнения

На основании индивидуальных заданий аналитическим методом определить:

1. Пропускную способность приемоотправочных путей;

2. Пропускную способность горловины.
3. Перерабатывающую способность вытяжного пути;
4. Перерабатывающую способность грузового склада.

1. Пропускная способность приемоотправочных путей

По исходным данным выбранного варианта рассчитать пропускную способность приемоотправочных путей, которая определяется по формуле:

$$N = (n_{\text{тр}} + n_{\text{расф}} + n_{\text{форм}}) / k_{\text{н}}, \quad (15.1)$$

где, $n_{\text{тр}}$, $n_{\text{расф}}$, $n_{\text{форм}}$ – число передвижения поездов разных категорий транзитных, прибывших в расформирование, своего формирования соответственно;

$k_{\text{н}}$ – коэффициент пропускной способности путей.

$$k_{\text{н}} = \frac{(n_{\text{тр}}t_{\text{тр}} + n_{\text{расф}}t_{\text{расф}} + n_{\text{форм}}t_{\text{форм}}) * (1 + P)}{1440 \cdot m \cdot \alpha_{\text{п}} \cdot \beta - \sum T_{\text{пост}}} \quad (15.2)$$

где, t – время обработки поезда соответствующей категории;

P – коэффициент, учитывающий влияние колебаний потоков, отказов технических устройств, взаимовлияния смежных устройств и др, для расчета принять $P=0,2$;

m – число ПО путей;

$\alpha_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий влияние пассажирских и сборных поездов на степень использования путей, принять $\alpha_{\text{п}}=0,8$;

β – коэффициент, равный 1;

$\sum T_{\text{пост}}$ – время занятия вытяжного пути постоянными операциями, не зависящими от объема работы (перерывы по враждебности маршрутов, обработка путей местной работы и др.);

2. Пропускная способность горловины

Пропускная способность горловины рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{горл}} = (1440 \cdot m - \sum T_{\text{пост}}) / t_{\text{зан}}^{\text{ср}}, \quad (15.3)$$

где m – число приемоотправочных путей в парке;

$\sum T_{\text{пост}}$ – время перерывов в использовании путей для приема поездов, включающее дополнительные простои из-за пропуска пассажирских поездов и время, необходимое для текущего содержания пути и контактной сети;

$t_{\text{зан}}^{\text{ср}}$ – средневзвешенное время занятия пути одним поездом;

$$t_{\text{зан}}^{\text{ср(пр)}} = t_{\text{зан}}^{\text{гр(пр)}} \cdot \gamma_{\text{гр}} + t_{\text{зан}}^{\text{пасс(пр)}} \cdot \gamma_{\text{пасс}} \quad (15.4)$$

$$t_{\text{зан}}^{\text{ср(от)}} = t_{\text{зан}}^{\text{гр(от)}} \cdot \gamma_{\text{гр}} + t_{\text{зан}}^{\text{пасс(от)}} \cdot \gamma_{\text{пасс}}$$

где, $t_{\text{зан}}^{\text{гр(пр)}}$, $t_{\text{зан}}^{\text{пасс(пр)}}$ – время занятия горловины при приеме поезда;
 $t_{\text{зан}}^{\text{гр(от)}}$, $t_{\text{зан}}^{\text{пасс(от)}}$ – время занятия горловины при отправлении поезда;
 $\gamma_{\text{гр}}$, $\gamma_{\text{пасс}}$ – доля грузовых и пассажирских поездов соответственно в общем количестве поездов пропускаемых через горловину.

$$\gamma_{\text{гр}} = N_{\text{гр}} / (N_{\text{гр}} + N_{\text{пасс}}) \quad (15.5)$$

$$\gamma_{\text{пасс}} = N_{\text{пасс}} / (N_{\text{гр}} + N_{\text{пасс}})$$

где, $N_{\text{гр}}$, $N_{\text{пасс}}$ – количество грузовых и пассажирских поездов.

3. Перерабатывающая способность вытяжного пути

Перерабатывающая способность вытяжного пути определяется по формуле:

$$N = \frac{(1440 - \sum T_{\text{пост}}) \cdot n_{\text{р}}}{t_{\text{ср}}} \quad (15.6)$$

где, $\sum T_{\text{пост}}$ – время занятия вытяжного пути постоянными операциями, не зависящими от объема работы;

$n_{\text{р}}$ – среднее число вагонов в составе;

$t_{\text{ср}}$ – средневзвешенное время занятия вытяжного пути одним составом.

$$t_{\text{ср}} = \frac{(N_{\text{расф}} \cdot t_{\text{зан}}^{\text{расф}} + N_{\text{форм}} \cdot t_{\text{зан}}^{\text{форм}} + N_{\text{отц}} \cdot t_{\text{зан}}^{\text{отц}} + N_{\text{под}} \cdot t_{\text{зан}}^{\text{под}}) \cdot n_{\text{р}}}{\sum N} \quad (15.7)$$

где, $t_{\text{зан}}^{\text{расф}}$, $t_{\text{зан}}^{\text{форм}}$, $t_{\text{зан}}^{\text{отц}}$, $t_{\text{зан}}^{\text{под}}$ – время занятия пути соответственно расформировываемым, формируемым поездом, отцепкой и уборкой состава;

$N_{\text{расф}}$, $N_{\text{форм}}$, $N_{\text{отц}}$, $N_{\text{под}}$ – количество поездов, прибывших в расформирование; количество поездов своего расформирования; количество отцепок от поезда и количество подач (уборок).

4. Перерабатывающая способность грузового склада (или грузового фронта)

Перерабатывающая способность грузового склада определяется по формуле:

$$N_{\text{скл}} = (1440 - \sum T_{\text{пост}}) \cdot m_{\text{под}} / t_{\text{зан}}^{\text{скл}}, \quad (15.8)$$

где, $t_{\text{зан}}^{\text{скл}}$ – время занятия склада одной подачей;

$m_{\text{под}}$ – число вагонов в подаче.

$\sum T_{\text{пост}}$ – технологические перерывы в работе склада, мин;

$$t_{\text{зан}}^{\text{скл}} = t_{\text{под}} + t_{\text{уб}} + t_{\text{гр}} \quad (15.9)$$

$t_{\text{под}}$ – время подачи и расстановки вагонов у грузового склада, мин;

$t_{\text{уб}}$ – время уборки, мин;

$t_{\text{гр}}$ – время на выполнение погрузочно-выгрузочных операций, мин;

Содержание отчета. Задание с исходными данными, все расчеты с соответствующими пояснениями.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение пропускной и перерабатывающей способности станции.
2. Для каких элементов станции считается пропускная и перерабатывающая способность?
3. Как классифицируется пропускная способность?