

**Открытое Акционерное Общество Российских Железных Дорог**

**Федеральное агентство железнодорожного транспорта**

**Уральский Государственный Университет  
Путей Сообщений**

**Дата сдачи:**

**Кафедра: "Станции, Узлы и Грузовая работа"**

# **Курсовой проект**

**по дисциплине: железнодорожные станции и узлы**

**на тему: " Железнодорожный узел с горочной сортировочной станцией"**

**Проверил:  
преподаватель  
Рыкова Л.А.**

**Выполнил:  
студент гр. Д-414  
Перевозников М.А.**

**Екатеринбург  
2007**

## Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
2 Проектирование сортировочной станции.....	8
2.1 Выбор типа и схемы сортировочной станции.....	10
2.2 Расчет числа путей в парке приема.....	13
2.3 Расчет числа путей в парке отправления .....	15
2.4 Расчет числа путей в транзитном парке.....	16
2.5 Проектирование парков и горловин парков.....	17
3 Проектирование сортировочной горки.....	21
3.1 План горочной горловины сортировочного парка.....	21
3.2 Определение высоты сортировочной горки и проектирование продольного профиля спускной части горки.....	21
3.3 Расчет потребной мощности тормозных средств сортировочной горки.....	26
3.4 Проверка динамичности спускной части горки графо-аналитическим методом.....	27
4 Проектирование железнодорожного узла.....	31
4.1 Разработка варианта железнодорожного узла.....	31
4.2 Проектирование специализированных станций в узле.....	36
4.2.1 Выбор типа и схемы пассажирской станции.....	36
4.2.2 Выбор типа и схемы пассажирской технической станции.....	37
4.2.3 Выбор схемы грузовой станции.....	38
Заключение.....	43
Список использованной литературы.....	44
Приложение 1- График изменения ПЭВ, скорости и времени скатывания отцепов бегунов.....	44
Приложение 2 – Масштабная схема Сортировочной Станции.....	45

## Введение

Сортировочные станции предназначены для массовой переработки вагонов и формирования поездов в соответствии с общесетевым планом формирования поездов. На сортировочных станциях формируют сквозные, участковые, сборные, участково-сборные поезда, а также вывозные и передаточные поезда до ближайших грузовых станций узла и заводских станций.

Целью данного курсового проекта является проектирование сортировочной станции: выбор типа и схемы станции, расчет числа путей в парках и разработка их горловин; проектирование сортировочной горки, а именно расчет ее высоты, тормозных средств, разработка продольного профиля ее спускной части и проверка его динамичности.

Итогом курсового проекта является выбор схемы железнодорожного узла с проектированием в нем сортировочной и ряда специализированных станций.

## 1 Анализ исходных данных

Железнодорожный узел – пункт пересечения или примыкания нескольких железнодорожных линий с рядом связанных между собой станции и отдельных пунктов, работающих по единой технологии

Железнодорожный узел является основной частью транспортного узла, в котором транспорт взаимодействует с другими видами транспорта

Железнодорожный узел состоит из следующих типов станций:

- сортировочной – для формирования-расформирования поездов, смена локомотивных бригад, а также пропуска транзитных без переработки;
- пассажирской – содержащей комплекс устройств для обслуживания пассажиров и пассажирского движения в местном, пригородном и сетевом сообщении;
- пассажирской технической – для приема, осмотра и подготовки составов пассажирских поездов в рейс и осуществление их ремонта, проверка наличного состояния;
- грузовой – для выполнения местной (погрузочно-выгрузочной) работы, обслуживание грузоотправителей, грузополучателей, выполнение операций по приему, подготовке, отправлению груза, очистка вагонов из-под груза, осуществление комплекса операций по заполнению и переработке документации.

Известно: Техническая характеристика станции Д и примыкающих перегонов

- 1) сортировочная станция Д является узловой, так как она расположена на пересечении двух направлений «А – Б» и «В - Г»;
- 2) Нам изначально, что перегон «А – Б» является двухпутным;
- 3) локомотив для осуществления грузовой движения имеет серию ВЛ-80;
- 4) средства СЦБ – автоблокировка.
- 5) полезная длина приемо-отправочных путей 1050 метров
- 6) в сортировочном парке имеется 40 путей
- 7) в составе грузового поезда находится 56 вагонов

При проектировании сортировочной горки имеем данные

- 8) вес расчетного (Очень) Плохого Бегуна (далее по курсовой ОПБ) 30 т
- 9) расчетная температура холодного месяца  $-24^{\circ}\text{C}$
- 10) скорость ветра: - встречного 4,5 м/с  
- попутного 5 м/с
- 11) минимальное расчетное расстояние от вершины горки до первой разделительной стрелки 27 м
- 12) уклон первого спускного участка 42‰

Некоторые эмпирические расчетные данные будут приводиться по ходу разработки курсового проекта.

Схема подходов к станции Д показана на рисунке 1.1.

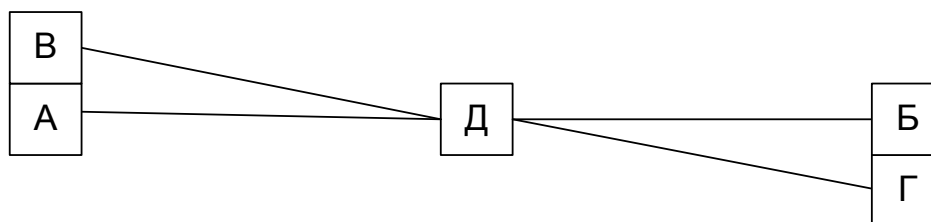


Рисунок 1.1 – Схема подходов к станции Д

Суточные размеры грузового движения как с переработкой, так и без переработки указаны в таблицах 1.1. и 1.2.

Таблица 1.1 - Суточные размеры грузового движения без переработки

С направления	на А	на Б	на В	на Г	Итого
А		19	2	1	22
Б	28		2	2	32
В	2	2		2	6
Г	1	2	2		5
Итого	31	23	6	5	65

Таблица 1.2 - Суточные размеры грузового движения с переработкой

С направления	на А	на Б	на В	на Г	Итого
А		38	3	2	43
Б	29		3	2	34
В	3	3		2	8
Г	2	2	2		6
Итого	34	43	8	6	91

Перегоны А-Д и Б-Д двухпутные.

Определим какими будут перегоны с направлений В и Г.

$$N_{пер} = N_{гр} + \varepsilon \cdot N_{насср} \geq 24$$

$$(6 + 8) + 1,5 \cdot 9 = 27,5 \geq 24$$

$$N_{пер}^{нечет} = N_{гр}^Г + N_{насс}^Г \geq 24$$

$$(5 + 6) + 1,5 \cdot 16 = 35 \geq 24$$

Из проведенных расчетов следует, что перегоны с направлений В и Г будут двухпутными.

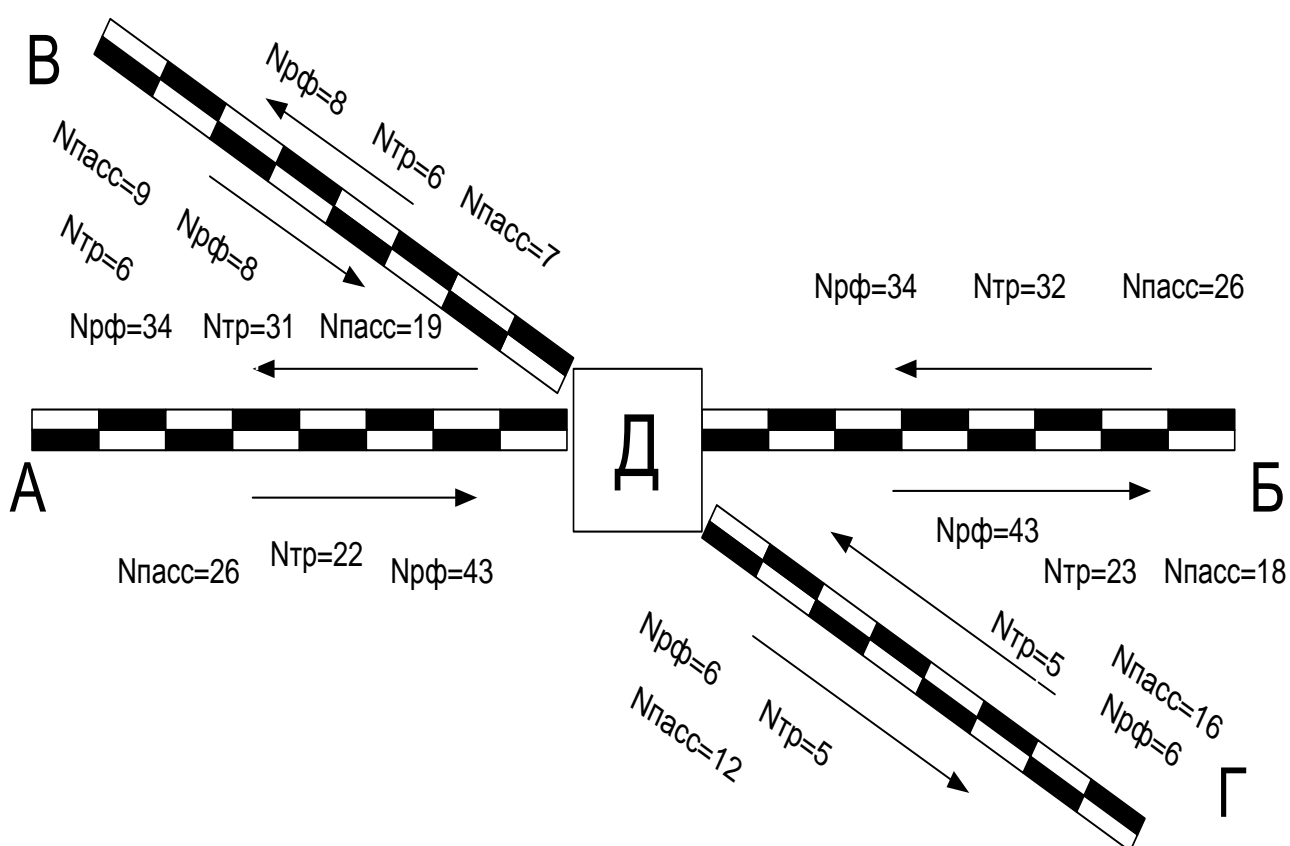
Пассажирское движение сведем в таблицу 1.3

Таблица 1.3-Суточные размеры пассажирского движения

с направления	на А	на Б	на В	на Г	на ст. Д	Итого
А		11	2	6	7	26
Б	11		3	4	8	26
В	2	3		2	2	9
Г	6	4	2		4	16
Итого	19	18	7	12	21	77 / 77

Диаграмма разложения поездопотоков по направлениям приведена на рисунке 1.2

Рисунок 1.2 – Диаграмма разложения поездопотоков по направлениям



## 2. Проектирование сортировочной станции

Сортировочные станции предназначены для массовой переработки вагонов и формирования поездов в соответствии с общесетевым планом формирования поездов. На сортировочных станциях формируют сквозные, участковые, сборные и участково-сборные поезда, а также вывозные и передаточные поезда до ближайших грузовых станций узла и заводских станций.

На сортировочных станциях выполняют также операции с транзитными грузовыми поездами, ремонт вагонов, экипировку локомотивов, снабжение водой поездов с живностью, экипировку рефрижераторного подвижного состава, сортировку транзитных мелких отправок.

Сортировочные станции являются главными опорными пунктами по организации вагонопотоков на сети железных дорог. От успешной работы сортировочных станций зависит выполнение плана перевозок, а также важнейших показателей по грузовому движению.

Для выполнения сортировочной работы на этих станциях имеются горки большой, средней или малой мощности с соответствующим оборудованием, сортировочные парки, вытяжные пути. Станции имеют, как правило, отдельные парки приема поступающих в переработку и отправления сформированных поездов, а также отдельные парки или пути для транзитных поездов.

Основные признаки классификации сортировочных станций:

### 1. По значению в эксплуатационной работе:

- а) Основные (опорные, сетевые) – это станции сетевого значения исходное назначение которых формировать дальние технические маршруты в соответствии с планом формирования, но они имеют дело и со всеми другими категориями вагонопотоков.
- б) Районные сортировочные станции – они как правило имеют дело с вагонопотоками, которые зарождаются и погашаются между соседними техническими станциями. Для них доля дальних технических маршрутов невелика и может вообще отсутствовать.
- в) Вспомогательные сортировочные станции – это вспомогательные сортировочные станции в узле. Их задача – «забирать» на себя угловой вагонопоток, вследствие чего они и получили такое название.

### 2. По количеству сортировочных систем:

- а) Односторонние сортировочные станции (ОСС) – с одной сортировочной системой.
- б) Двухсторонние сортировочные станции (ДСС) – соответственно с двумя сортировочными системами.

### 3. По числу специализированных парков:

- а) Двухпарковые станции
- б) Трехпарковые станции
- в) Четырехпарковые станции

### 4. По взаимному размещению парков:

- а) С поперечным расположением парков

- б) С продольным расположением парков
- в) С комбинированным расположением парков

5. По типу сортировочных устройств:

- а) Горочный вид
- б) Безгорочный вид (следует отметить, что к безгорочному типу относят также сортировочные станции на сплошном уклоне).

6. По наличию вспомогательных технологических линий:

- а) Традиционные схемы (без технологических линий)
- б) Станции со вспомогательными сортировочными устройствами для формирования многогруппных составов
- в) Станции с технологической линией для работы с транзитом с частичной переработкой.

Сортировочные станции располагаются в районах массовой погрузки и выгрузки грузов (на выходах из добывающих бассейнов, на подходах к крупным промышленным центрам, вблизи крупных морских и речных портов), а также в железнодорожных узлах, где происходит значительная корреспонденция вагонопотоков между сходящимися линиями и переформируется большое число поездов.

Сортировочные станции размещены на сети железных дорог неравномерно. Это объясняется тем, что в зависимости от сложившегося размещения промышленных центров и крупных городов железные дороги в разных районах различаются по густоте сети, характеру и размерам вагонопотоков.

## 2.1. Выбор типа и схемы сортировочной станции

Сортировочная станция – станция, на которой осуществляются операции по формированию и расформированию составов, производят комплекс операций по приему, расформированию, накоплению, формированию, пропуску и отправлению вагонопотоков на станции сети и узла при помощи ряда специальных устройств, эксплуатируемое по технологическому процессу работы станции, характеризующееся поточностью выполнения операций.

Главной функцией сортировочных станций является осуществление сортировочной работы, которая должна концентрироваться на одной хорошо оснащенной станции узла. Рассредоточение сортировочной работы в узле допускается лишь в случаях с затруднениями развития сортировочных станций или в случаях значительных пробегах по узлу. Концентрация сортировочной работы позволяет сэкономить капитальные денежные вложения в строительство узла, сконцентрировать, упорядочить и наладить поточность выполнения сортировочных технологических операций на одной станции узла, рационально использовать материальные ресурсы.

Сортировочная станция на первую очередь проектируется односторонней с последовательным расположением парков.

Суточные объемы переработки определяются по формуле:

$$N_{рф} = n_{рф} \cdot m_c \quad (2.1)$$

где  $n_{рф}$  – количество поездов, поступающих в расформирование за сутки;  
 $m_c$  – среднее количество вагонов в составе поезда.

$$N_{рф} = 91 \cdot 56 = 5096 \text{ вагонов}$$

Общее количество прибываемых вагонов менее 6000 ваг/сут > 5096 ваг/сут, это означает, что на сортировочная станция будет односторонней

Общее количество поездов в расформирование складывается из числа поездов в нечётного и чётного направлений этой категории, т.е.:

$$n_{рф} = n_{рф}^{неч} + n_{рф}^{чет}$$

где  $n_{рф}^{неч}$ ,  $n_{рф}^{чет}$  – количество поездов в расформирование с нечётного и чётного направлений.

$$n_{рф} = 40 + 51 = (34 + 6) + (43 + 8) = 91 \text{ поезд}$$

40 поездов с нечётного направления, 51 – с чётного.

При этом, если  $n_{рф}^{четного} > n_{рф}^{нечетног}$ , то чётное направление будет преимущественным, а нечётное непреимущественным.

51 > 40, следовательно в курсовом проекте преимущественным направлением будет чётное, а непреимущественным – нечётное. Это означает, что на сортировочной станции односторонняя система переработки вагонов будет располагаться по ходу четного направления поездо-движения.

Тогда соотношение перерабатываемых поездопотоков будет выглядеть таким образом:

$$C_{пер} = \frac{N_{пер}^{чет}}{N_{пер}^{нечет}} = \frac{40}{51} = 0,78$$

Размещение парков и локомотивного хозяйства. Вводы и выводы главных путей

Далее следует определиться с необходимостью полукольцевого ввода главного пути НПН в парк прибытия. Если  $C_{пер} > 0,8$  и  $N_{рф} > 4000$  ваг. в сутки, то проектируется полукольцевой ввод. В противном случае ввод главного пути этого направления осуществляется через предгорочную горловину ПП.

В курсовом проекте  $N=5096 > 4000$ , но  $C_{действительное} < 0,8$ , то следовательно, ввод главного пути с непреимуществом направления будет производиться через предгорочную горловину парка приёма.

При этом, если  $n_{рф}^{ин} + n_{ф}^{ин} + n_{тр}^{ин} > 80$  поездов в сутки, необходимо проектировать путепроводную развязку для пересечения в разных уровнях главных путей приема и отправления поездов непреимуществом направления. Здесь:

$n_{рф}^{ин}$  - число поездов своего формирования, отправляемых со станции в непреимуществом направлении;

$n_{рф}^{ин}$  - число транзитных поездов без переработки, отправляемых со станции в непреимуществом направлении.

При меньших размерах движения допускается пересечение маршрутов приема и отправления этих поездов в одном уровне.

$$31+6+34+8=119 > 80 \text{ поездов}$$

Следовательно необходимо проектировать путепроводную развязку для пересечения в разных уровнях главных путей приема и отправления поездов непреимуществом направления.

Если  $N_{рф} > 5000$  ваг. в сутки, то под горбом горки необходимо проектировать путепровод для уборки локомотивов от поездов ПН. Если  $N_{рф}$  колеблется в пределах от 4000 до 5000 вагонов в сутки, то проектируется шлюзовой участок между путями надвига для облегчения уборки локомотивов. При  $N_{рф} < 4000$  вагонов в сутки шлюзовой участок не проектируется.

В данном курсовом проекте:

$$N_{рф} = 5096 \text{ вагонов/сутки}$$

и, следовательно, под горбом горки необходимо проектировать путепровод для уборки локомотивов от поездов направления преимущественного направления..

Следует также сказать несколько слов о размещении ЛХ. Локомотивное хозяйство располагается на новых станциях с левой стороны относительно направления сортировки. Существует три варианта размещения ЛХ относительно основных парков станции:

- параллельно парку П;
- параллельно парку С;
- между парками О и Тр не преимущественного направления.

Конкретный вариант размещения ЛХ выбирается с учетом заданных видов и объемов работ, местных условий, а также перспективы развития станции.

В настоящем курсовом проекте принимаем расположение локомотивного хозяйства над сортировочным парком и ниже обходных путей отправления поездов неперемещенного направления и приема неперемещенного направления в переработку с нечетного направления через предгорочную горловину в Парк Приема.

Таким образом, сделаем обобщающий вывод по схеме развязок на проектируемой станции: прием на станцию с неперемещенного направления осуществляется через предгорочную горловину; имеется путепровод в двух уровнях между приемом и отправлением поездов неперемещенного направления, также есть путепровод под горбом горки для подачи/уборки поездных локомотивов в Парк Отправления и Транзитный Парк – 2 (для поездов четного направления). Локомотивное хозяйство располагается выше Сортировочного парка, находясь между ним с обходными путями неперемещенного направления.

### Схемы решения по междупарковым связям

Для принятия решений по конструкции горловины и междупарковым связям определяется занятость расчетного горочного интервала ( $t_r$ ), которое должно быть реализовано на станции для выполнения заданных объемов работы:

$$t_z = \frac{0,85 \cdot 0,94 \cdot (\alpha_{ep} \cdot 1440 - \sum T_{ном})}{\mu_{повт} \cdot n_{pf}} , мин \quad (2.2)$$

где  $\alpha_{вр}$  – коэффициент, учитывающий возможные перерывы в работе горки из-за враждебных пересечений маршрутов в горловинах (0,95)

$\mu_{повт}$  - коэффициент, учитывающий повторную переработку вагонов на горке при переполнении путей парка С (1,05)

$$t_z = \frac{0,85 \cdot 0,94 \cdot (0,95 \cdot 1440 - 150)}{1,05 \cdot 91} = 10,19 мин$$

При таком значении  $t$  необходимо предусмотреть 2 пути надвига и два обходных пути, которые присоединятся к обходному пути под горбом горки для уборки/подачи локомотивов в Парк Отправления и Транзитный Парк – 2.

Для обеспечения взаимозаменяемости путей Парков Прибытия, Отправления и Транзитных, а также возможности передачи вагонов и локомотивов между этими парками, предусматриваем:

- связь предгорочной горловины с главным путем преимущественного направления
- связь входной горловины Парка Отправления с главным путем преимущественного направления
- связь главных путей приема и отправления неперемещенного направления

## Определение числа путей в парках станции

### 2.2 Расчет числа путей в парке приема

Общее число путей в парке рассчитывается по формуле:

$$m_{\text{общ}} = m_{\text{рд}} + m_{\text{доп}}, \quad (2.3)$$

где  $m_{\text{общ}}$  – общее число путей в парке прибытия;  
 $m_{\text{рд}}$  – число путей в парке, зависящее от размеров движения;  
 $m_{\text{доп}}$  – число дополнительных путей.

$$m_{\text{доп}} = k - 1 + m_{\text{ход}}, \quad (2.4)$$

где  $k$  – число подходов к парку;  
 $m_{\text{ход}}$  – число ходовых путей.

$$m_{\text{рд}} = t_{\text{зан}}^{\text{рф}} / I_{\text{ср.взв.}}^{\text{рф}}, \quad (2.5)$$

где  $t_{\text{зан}}^{\text{рф}}$  – время занятия пути поездом, прибывшим в расформирование, мин.;  
 $I_{\text{ср.взв.}}^{\text{рф}}$  – средневзвешенный интервал прибытия поездов в парк, мин.

$$t_{\text{зан}}^{\text{рф}} = t_{\text{техн.}} + t_{\text{ож.рф.}}, \quad (2.6)$$

где  $t_{\text{техн.}}$  – продолжительность занятия пути без учета межоперационных простоев сверх технологических норм,  $t_{\text{техн.}} = 30$  мин.;  
 $t_{\text{ож.рф.}}$  – простой состава в ожидании расформирования, мин.

$$t_{\text{ож.рф.}} = 52 - 196 \cdot \rho_{\text{г}} \cdot (1 - \rho_{\text{г}}), \quad (2.7)$$

где  $\rho_{\text{г.}}$  – уровень загрузки горки (0,8 - 0,85)  
 Для определения  $I_{\text{ср.взв.}}^{\text{рф(парк)}}$  в начале рассчитываем для каждого подхода средний интервал прибытия поездов в расформирование:

$$I_{\text{ср}} = 1440 / (\beta \cdot n_{\text{гр}} + \varepsilon \cdot \square n_{\text{пасс}}), \quad (2.8)$$

где  $\beta$  – коэффициент неравномерности грузового движения,  $\beta = 1,1$ ;  
 $\varepsilon$  – коэффициент съема грузовых поездов пассажирскими  $\varepsilon = 1.5$   
 $\square$   $N_{\text{гр}}$  и  $N_{\text{пасс}}$  – размеры движения соответственно грузовых и пассажирских поездов.

Далее определим для каждого подхода расчетный общий интервал ( $I_{\text{р.общ.}}$ ) по формуле:

$$I_{\text{р.общ.}} = (I_{\text{ср}} + I_{\text{мин}}) / 2, \quad (2.9)$$

где  $I_{\text{мин}}$  – минимальный межпоездной интервал на линии,  $I_{\text{мин}} = 10$  мин.  
 Затем находим для каждого направления расчетный общий интервал ( $I_{\text{р.рф.}}$ )

прибытия поездов в РФ:

$$I_{p.рф.} = I_{p.общ.} / \rho_{рф}, \quad (2.10)$$

где  $q_{рф}$  – доля поездов, прибывающих в РФ с каждого направления от общих размеров грузового движения.

$$P_{рф} = N_{рф} / N_{гр}, \quad (2.11)$$

Потом определяем средневзвешенный интервал ( $I_{ср.взв.}^{рф}$ ) прибытия поездов в РФ для каждого направления:

$$I_{ср.взв.}^{рф.чет.(нечет.)} = \frac{I_{p.рф.(i)}^{чет.(нечет.)} * I_{p.рф.(i+1)}^{чет.(нечет.)}}{I_{p.рф.(i)}^{чет.(нечет.)} + I_{p.рф.(i+1)}^{чет.(нечет.)}}, \quad (2.12)$$

И наконец, находим средневзвешенный интервал прибытия поездов в РФ для парка:

$$I_{ср.взв.}^{рф} = \frac{I_{ср.взв.}^{рф(неч.)} * I_{ср.взв.}^{рф(чет.)}}{I_{ср.взв.}^{рф(неч.)} + I_{ср.взв.}^{рф(чет.)}}, \quad (2.13)$$

Для удобства сведем все расчеты в таблицу 2.1

Таблица 2.1 – Расчет интервалов прибытия поездов в расформирование

	А	Б	В	Г
$I_{ср i}$	13,03	12,90	49,83	39,89
$n_{гр}$	65	66	14	11
$n_{пас}$	26	26	9	16
$I_{ор i}$	11,52	11,45	29,91	24,94
$P_{рф}$	0,66	0,52	0,57	0,55
$P_{тр}$	0,34	0,48	0,43	0,45
$I_{рф р}$	17,41	22,23	52,35	45,73

,где принимаем в расчетах

$$I_{min} = 10$$

Приведем таблицу интервалов прибытия поездов на станцию - таблица 2.2

Таблица 2.2 – расчет интервалов прибытия поездов на станцию

направ- ление	подход (линия)	размеры движения поездов			доля	интервал, мин						
		п пас	п гр	п рф		Р рф	І ср	І о р	І рф р	І рф ср в для направления	І рф ср в ПП	І тр р
НЧ	Б	26	66	34	0,52	12,90	11,45	22,23	14,96	6,97	23,62	16,51
	Г	16	11	6	0,55	39,89	24,94	45,73			54,88	
Ч	А	26	65	43	0,66	13,03	11,52	17,41	13.06		34,02	22,87
	В	9	14	8	0,57	49,83	29,91	52,35			69,80	

$$\begin{aligned}
 I_{\text{ср.взв.}}^{\text{рф.чет.}} &= 17,41 * 52,35 / (17,41 + 52,35) = 13,06 \text{ мин.} \\
 I_{\text{ср.взв.}}^{\text{рф.нечет.}} &= 22,23 * 45,73 / (22,23 + 45,73) = 14,96 \text{ мин.} \\
 I_{\text{ср.взв.}}^{\text{рф(парк.)}} &= 13,06 * 14,96 / (13,06 + 14,96) = 6,97 \text{ мин.} \\
 t_{\text{ож.рф.}} &= 52 - 196 * 0,85 * (1 - 0,85) = 27,01 \\
 t_{\text{зан}}^{\text{рф}} &= 30 + 27,01 = 57,01 \text{ мин.} \\
 m_{\text{рд}} &= 57,01 / 6,97 = 8,2 \approx 9 \text{ путей.} \\
 m_{\text{доп}} &= 4 - 1 + 2 = 5 \text{ пути.} \\
 m_{\text{общ}} &= 9 + 5 = 14 \text{ путей.}
 \end{aligned}$$

Таким образом, с учетом все интервалов прибытия поездов в расформирование в парке прибытия нами запроектировано 14 путей.

## 2.3 Расчет числа путей в парке отправления

Общее число путей в парке отправления определяется по формуле:

$$m = m_{\text{отпр.}}^{\text{неч.}} + m_{\text{отпр.}}^{\text{чет.}} + m_{\text{ход}}, \quad (2.14)$$

где  $m_{\text{отпр.}}^{\text{неч.}}$ ,  $m_{\text{отпр.}}^{\text{чет.}}$  – число путей для подготовки к отправлению поездов своего формирования соответственно нечетного и четного направлений;

$m_{\text{ход}}$  – число ходовых путей,  $m_{\text{ход}} = 2$ .

Число путей нечетного или четного направлений определяется по формуле:

$$m_{\text{отпр}}^{\text{неч.(чет.)}} = t_{\text{зан.ф.}} / I_{\text{ввода}}^{\text{неч.(чет.)}}, \quad (2.15)$$

где  $t_{\text{зан.ф.}}$  – продолжительность занятия пути поездом своего формирования, мин.;  
 $I_{\text{ввода}}^{\text{неч.(чет.)}}$  – интервал ввода на пути отправления составов рассматриваемого направления, мин.

Для поездов своего формирования:

$$t_{\text{зан.ф.}} = t_{\text{ф.тех.}} + t_{\text{ож.отпр.}}, \quad (2.16)$$

где  $t_{\text{ф.тех.}}$  – продолжительность занятия пути без учета простоев состава сверх технологических норм,  $t_{\text{ф.тех.}} = 40$  мин.;  
 $t_{\text{ож.отпр.}}$  – дополнительный простой состава на пути в ожидании отправления, мин.

$$t_{\text{ож.отпр.}} = 720 / N_{\text{отпр.}}, \quad (2.17)$$

где  $N_{\text{отпр.}}$  – количество отправляемых в соответствующем направлении поездов.

$$I_{\text{ввода}}^{\text{неч.(чет.)}} = n_{\text{рф}} * t_{\text{Г}} / n_{\text{ф}}^{\text{неч}} \quad (2.18)$$

Для удобства сведем все расчеты в таблицу 2.3

Таблица 2.3 – Расчет интервалов поступления поездов в парк отправления

	НЧ	Ч
$t_{\text{ф зан}}$	49,11	49,35
$I_{\text{вв}}$	22,07	18,92
$t_{\text{от ож}}$	9	9
$n_{\text{от гр}}$	79	77
$n_{\text{ф}}$	42	49

,где принимаем в расчетах

$$\begin{aligned} t_{\text{ф техн}} &= 40 && \text{мин} \\ n_{\text{рф}} &= 91 && \text{поездов} \\ t_{\text{г}} &= 10,19 && \text{мин} \end{aligned}$$

$$m_{\text{отпр.}}^{\text{чет.}} = 49,35 / 18,92 = 2,77 = 3 \text{ пути}$$

$$m_{\text{отпр.}}^{\text{нечет.}} = 49,11 / 22,06 = 2,35 = 3 \text{ пути}$$

Общее количество путей в парке отправления равно:

$$m = 3 + 3 + 2 = 8 \text{ путей.}$$

## 2.4 Расчет числа путей в транзитных парках

Число путей в транзитных парках определяется для каждого направления отдельно (т.е. отдельно для парка Тр1 и Тр2) по формуле:

$$m_{\text{тр}}^{\text{неч(чет)}} = t_{\text{зан.тр.}} / I_{\text{ср.взв.тр.}}^{\text{неч(чет)}}, \quad (2.19)$$

Дальнейший расчет ведем аналогично пункту 2.2. за исключением того, что доля транзитных поездов будет рассчитываться по формуле,

$$\rho_{\text{тр.}} = 1 - \rho_{\text{рф.}} \quad (2.20)$$

а вместо  $t_{\text{ож.рф}}$  в формуле 2.5. будет стоять  $t_{\text{ож.отпр}}$ , рассчитанное по формуле 2.17.

Для удобства сведем все расчеты в таблицу 2.4

Таблица 2.4 – Расчет интервалов прибытия поездов в транзитные парки

	А	Б	В	Г
$I_{\text{ср i}}$	13,03	12,90	49,83	39,89
$n_{\text{гр}}$	65	66	14	11
$n_{\text{пас}}$	26	26	9	16
$I_{\text{о р i}}$	11,52	11,45	29,91	24,94
$P_{\text{тр}}$	0,34	0,48	0,43	0,45
$I_{\text{тр р}}$	34,02	23,62	69,80	54,88

,где принимаем в расчетах

$$\begin{aligned} I_{\min} &= 10 && \text{мин/ поезд} \\ t_{\text{тр зан НЧ}} &= 49,11 && \text{мин/поезд} \\ t_{\text{тр зан Ч}} &= 49,35 && \text{мин/поезд} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{ср.вз.}}^{\text{тр.чет.}} &= 34,02 * 69,80 / (34,02 + 69,80) = 22,87 \text{ мин.} \\ I_{\text{ср.вз.}}^{\text{тр.неч.}} &= 22,62 * 54,88 / (22,62 + 54,88) = 16,51 \text{ мин.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{\text{тр.}}^{\text{чет.}} &= 49,35 / 22,87 = 2,2 \approx 3 \text{ пути.} \\ m_{\text{тр.}}^{\text{неч.}} &= 49,11 / 16,51 = 3 \approx 3 \text{ пути.} \end{aligned}$$

## 2.5 Проектирование горловин парков

При разработке конструкции горловин назначение каждого съезда и перевода должно быть обосновано и увязано с технологией работы станции. Горловины парков должны быть компактными и обеспечивать минимальное необходимое число параллельно выполняемых операций.

При проектировании горловин должны выполняться следующие функции горловин:

Поточность – такой порядок выполнения операций с поездами и вагонами, при котором исключается или сводится к минимуму повторность выполнения операций и возвратные пробеги подвижного состава.

Параллельность выполнения операций – одновременное или независимое выполнение нескольких операций или передвижений в горловине станции (парка)

Взаимозаменяемость путей – возможность принимать поезда или переставлять составы (группы вагонов) определенной категории или направления на пути, неспециализированные для данной категории направления. Под специализацией путей следует понимать их назначение для поездов определенного направления или для выполнения технологических операций с поездами, составами и вагонами определенной категории.

Маневренность горловины – возможность выполнения передвижений состава с какого-то пути на другой по нескольким вариантным маршрутам без лишних возвратных передвижений. Маневренность горловин достигается резервированием наиболее ответственных маршрутов в горловине с целью эксплуатационной надежности.

Конструкция горловин парков приема вместе с парками ТР1 и ТР2 обеспечивает выполнения минимально необходимого числа параллельных операций, взаимозаменяемость путей, маневренность горловин.

Пути парка приема можно разбить на две группы П1 и П2, специализированные в четном и нечетном направлениях. Эти группы отделяются ходовыми путями для горочных локомотивов заканчивающимися локомотивным тупиком. В нем горочные локомотивы имеют кратковременную стоянку для перемены направления движения и последующего заезда под состав, готовые к расформированию.

Во входной горловине ПП можно выполнить за счет секционирования несколько параллельных операций в зависимости от комбинаций передвижений:  
- прием поездов по нижнему главному пути преимущественного направления на

группу путей П2; прием поездов НППН через предгорочную горловину на верхнюю группу путей П1, 2а локомотивных тупика для отстоя локомотивов для надвига и смены локомотивов от поездов НППН.

- выходная горловина ПП (НЧ горловина ПП) симметричная входной для ПН (преимущественного направления) горловине (Ч горловине) (см. рисунок 2.1)

Горловины СП (Сортировочного Парка) (Четная и Нечетная) выбирается по типовой схеме укладки горловины сортировочного парка. (выдается преподавателем)

Горловины ПО должны предусматривать:

- возможность одновременного приема в ПО сформированных поездов по путям формирования из СП и отправления поездов из ПО как в НЧ, так и Ч направлении.
- возможность подформирования составов при помощи длинной вытяжки подформирования
- подачу локомотивов под приготовленным к отправлению состав и выполнения операции по приему из СП и отправления из ПО, ТрП-1, ТрП-2 в НЧ и Ч направлениях ( см рисунок 2.2)

Горловины ТрП-1 и ТрП-2 должны предусматривать:

- возможность параллельного выполнения работы в ТрП-1, ТрП-2 и ПО, с обеспечением минимальной враждебности пересечения маршрутов.
- возможность беспрепятственного отправления поездов как в НЧ, так и в Ч направлениях
- быструю смену локомотивов для обеспечения минимального времени простоя состава в ожидании (см. рисунок 2.2)





### 3 Проектирование сортировочной горки

Требование к рационально запроектированным горочным горловинам:

- должны обеспечивать наименьшее расстояния пробегов отцепов от вершины горки до последней разделительной стрелки;
- наименьшую сумму углов поворота по маршруту скатывания отцепов;
- число разделительных стрелок за второй тормозной позицией должно быть не менее трех.

Пути в обход горки примыкают стрелочными переводами марки 1/6 или перекрестными съездами перед пучком сортировочного парка, или перед двумя – четырьмя путями, или к началу крайнего пути.

Уменьшение длины горочной горловины и суммы углов поворота кривых достигается при укладке симметричных стрелочных переводов марки 1/6. Допускается применение двойных стрелочных переводов, значительно сокращающих горловину. Кривые допускается начинать непосредственно за горловиной. На спускной части горки кривые укладываются радиусом не менее 200 м., а вначале сортировочных путей 180 м.

Стрелочные переводы рекомендуется располагать на минимальном расстоянии друг от друга, но с обеспечением необходимой длины изолированных участков.

#### 3.1 План горочной горловины сортировочного парка

Проектирование плана путевого хозяйства должно производиться с учетом мощности горки и структуры вагонопотока, перспективы развития, обеспечения использования прогрессивной техники и технологии, безопасного роспуска составов.

План горочной горловины должен обеспечивать:

- минимальную длину пробега отцепа от вершины до предельного столбика наиболее удаленного стрелочного перевода горловины сортировочного парка;
- одинаковое по возможности число стрелок и длину пробега отцепов;
- скорейшее разделение вагонопотока по назначениям плана формирования;
- возможность размещения тормозных позиций и установка устройств автоматизации.

#### 3.2 Определение высоты горки и проектирование продольного профиля спускной части горки.

Общий вид горки с разбивкой его на элементы и укрупненные участки приведен на рисунке 3.1 ТПП между смежными элементами ППГ выбираются таким образом, чтобы вертикальные сопрягающие кривые не располагались в пределах остряков и крестовин РСП, ВЗ.

Высотой сортировочной горки называют разность отметок вершины горки и расчетной точки наиболее трудного по сопротивлению пути сортировочного парка.

$$H_k = h_1 + h_2 + h_3, \text{ м} \quad (3.1)$$

Профильная высота головного участка  $h_1$  определяется с учетом полного использования допустимой скорости входа ОХБ на ТП1 при благоприятных условиях скатывания, когда  $w_0=0,5$  кгс/тс,  $w_{cp}=0$ , а  $v_{0(max)}=2.5$  м/с. Расчетная схема для вывода уравнения приведена на рис.3.2.

$$h_1 = \left( \frac{v_{вх}^2 - v_{0(max)}^2}{2g'} \right) + (w_0 \cdot l_1 + 0.56 \cdot v_1^2 \cdot n_1 + 0.23 \cdot v_1^2 \cdot \alpha_1) \cdot 0.001, \text{ м}; \quad (3.2)$$

где  $v_{вх}$  - максимально допустимая скорость входа отцепа на ТП1 (7 м/с);

$v_1$  - скорость на головном участке для ОХБ, (5,0 м/с);

Длина головного участка:  $l_1=l_{ck1}+l_{ck2}$ .

При этом  $l_{ck1}=L_{min} + 9.19$ ,

где  $L_{min}$  - минимальное расстояние от ВГ до первого РСП, принимается по заданию (30 м).

Значение  $g'$  определяется для  $Q_{ox} = 85$  т.

$g'$  – ускорение свободного падения с учетом вращающихся колес, м/с<sup>2</sup>.

$$g' = g / (1 + \gamma), \quad (3.3)$$

где  $\gamma$  – коэффициент увеличения массы вагона при учете вращающихся частей,  
 $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

$$\gamma = 0,42 * n_{oc} / q_{бр}. \quad (3.4)$$

где  $n_{oc}$  – количество осей рассматриваемого вагона,  $n_{oc} = 4$ .

$$\gamma = 0,42 * 4 / 85 = 0.019;$$

$$g' = 9.81 / (1 + 0.019) = 9.62 \text{ м/с}^2;$$

$$l_{ck1} = 27 + 6,19 + 3 = 36,19 \text{ м};$$

$$l_{ck2} = 28,8 \text{ м};$$

$$l_1 = 36,19 + 28,8 = 64,99 \text{ м};$$

$$h_1 = \left( \frac{7^2 - 2,5^2}{2 \cdot 9,62} \right) + (0,5 \cdot 64,99 + 0.56 \cdot 5^2 \cdot 2 + 0.23 \cdot 5^2 \cdot 11,83) \cdot 0.001 = 2,35 \text{ м};$$

Определив  $h_1$ , рассчитываем  $i_{ck2}$  по формуле:

$$i_{ck2} = (h_1 * 10^3 - i_{ck1} * l_{ck1}) / l_{ck2}, \text{ ‰.}$$

$$i_{ck2} = (1000 * 2,35 - 42 * 36,19) / 28,8 = 28,84 \text{ ‰}$$

Для устранения саморасцепа вагонов в отцепе из нескольких вагонов должно соблюдаться условие:

$$i_{ck1} - i_{ck2} \leq 25 \text{ ‰}$$

$$42 - 28,84 \leq 25 \text{ ‰},$$

Таблица 3.1 - Параметры горочной горловины на 40 путей

обозначение эл-тов горловины	$l_{\text{эл,м}}$	$i_{\text{эл,‰}}$	$h, \text{ м}$	$l_{\text{к,м}}$	$\alpha_{\text{эл, град}}$	$n_{\text{эл, стрел.}}$
СК1	36,19	42	1,51998	64,99	9,46	1
СК2	28,8	28,84	0,830502		2,37	1
ТП1	49,17	15	0,73755	97,64	7,73	-
ПР	48,47	12	0,58164		13,63	1
ТП2	40,36	9	0,36324	205,93	3,54	-
СЗ	91,71	2,5	0,229275		32,27	3
СП1	73,86	1,5	0,11079	64,5	24,58	-
ТПЗ	14,5	1,2	0,0174		-	-
СП2	50	1	0,05	64,5	-	-
всего по горловине	433,06		4,440377	433,06	-	-

После расчета необходимо проверить уклон элементов на соответствие условию вогнутости:

$$i_{\text{ск1}} > i_{\text{ск2}} > i_{\text{тп1}} > i_{\text{пр}} > i_{\text{тп2}} > i_{\text{сз}} > i_{\text{сп1}} \geq i_{\text{тп3}} > i_{\text{сп}}$$

$$42 > 28,84 > 15 > 12 > 9 > 2,5 > 1,5 > 1,2 > 1$$

Значения профильных высот  $h_2$  и  $h_3$  определяются как произведение длины и уклона составляющих элементов этих участков, т.е.

$$h_j = l_j \cdot i_j \cdot 0.001$$

$$\sum H_K = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 4,40 \text{ м}$$

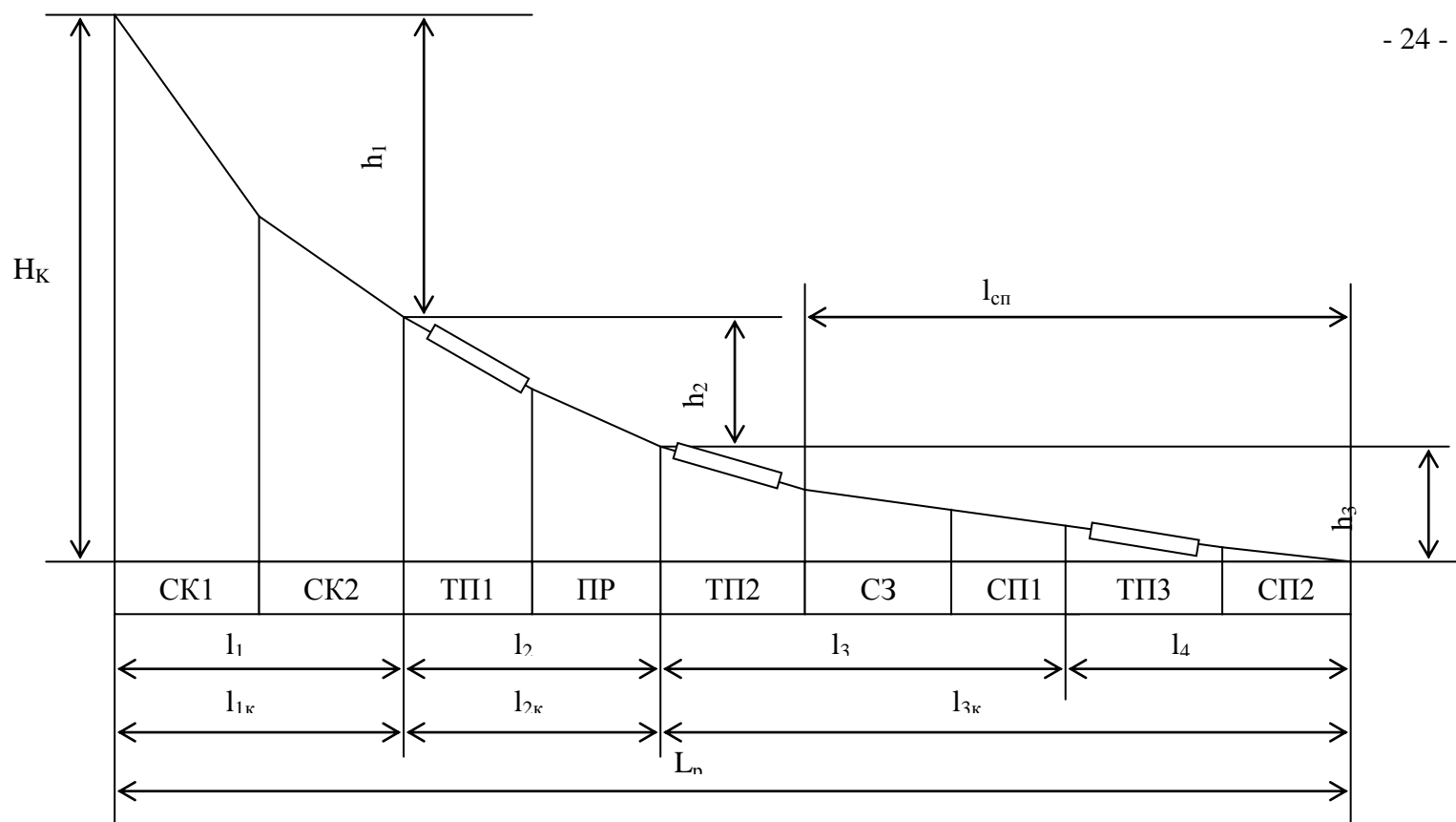


Рисунок 3.1 - Общий профиль и параметры горки

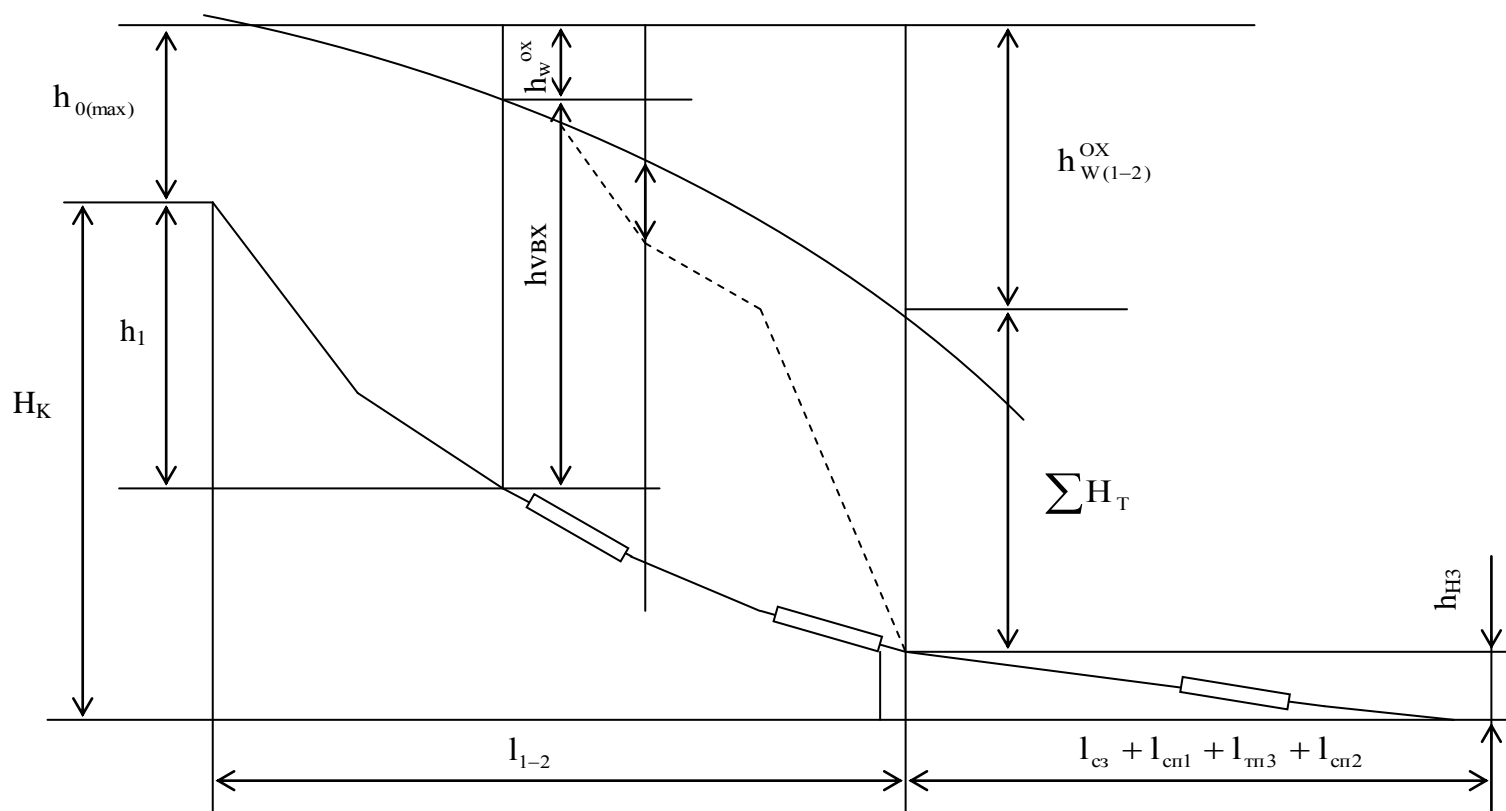


Рисунок 3.2 - Расчетная схема для определения  $i_{ск}$  и  $\Sigma H_T$

## Определение расчетной высоты горки

Расчетная высота горки должна обеспечивать скатывание плохого бегуна (ПБ) от вершины горки (ВГ) до расчетной точки (РТ) самого трудного пути при неблагоприятных погодных условиях роспуска (низкая расчетная температура, встречный ветер, снег и иней на путях и стрелочных переводах.).

Расчетная высота горки определяется по формуле:

$$H_p = 1,75 * [L_p * w_o + \sum (l_k * w_{cp} + 0,56 * v_k^2 * n_k + 0,23 * v_k^2 * \alpha_k)] * 10^{-3} + l_{ch} * w_{ch} * 0,001 - v_0^2 / 2 * g, \quad (3.5)$$

где  $H_p$  – расчетная высота горки, м;  
 $L_p$  – расстояние от ВГ до РТ,  $L_p = 433,06$  м;  
 $w_o$  – основное удельное сопротивление, характеризующее ходовые свойства отцепа, (1,54) кгс/тс;  
 $w_{cp}$  – удельное сопротивление движению от среды и ветра, кгс/тс;  
 $\alpha_k$  – сумма углов поворота в градусах на пути следования отцепа до РТ;  
 $n$  – количество стрелочных переводов на пути движения отцепа, штук;  
 $h_o$  – энергетическая высота, соответствующая начальной скорости роспуска, м.э.в.

$$w_{cp} = 17,8 * C_x * S * V_p^2 / (273 + t) * q_{бр}, \quad (3.6)$$

где  $C_x$  – коэффициент воздушного сопротивления,  $C_x = 1,46$ ;  
 $S$  – площадь поперечного сечения вагона,  $S = 9,7$  м<sup>2</sup>;  
 $V_p$  – расчетная скорость роспуска, м/с;  
 $t$  – температура наружного воздуха,  $t = -24$  С°;  
 $q_{бр}$  – масса плохого бегуна (ПБ),  $q_{бр} = 30$  т.

$$V_p^2 = (V_k + V_{встр.в.})^2, \quad (3.7)$$

где  $V_k$  – средняя скорость движения отцепа, м/с;  
 $V_{встр.в.}$  – скорость встречного ветра,  $V_{встр.в.} = 4.5$  м/с.

В процессе расчета сопротивлений на каждом участке горки ( $l_1, l_2, l_3, l_4$ ) удобно воспользоваться таблицей

Таблица 3.2 - Определение расчетной высоты горки

Обозн. элементов горловины	# hi	$l_k$	$v_k$	$w_{cp}$	$n_k$	$\alpha_k$	$l_{ch}$	$\Sigma(l_k + w_{cp} + 0,56 * v_k^2 * n_k + 0,23 * v_k^2 * \alpha_k)$
СК1	1	64.99	4.2	2.554	2	11.83	-	233.754
СК2								
ТП1	2	97.64	5.5	3.375	1	21.36	-	495.05
ПР								
ТП2	3	205.93	5	3.046	3	60.39	165.57	1016.42
СЗ								
СП1								
ТП3	4	64.5	2	1.436	0	0	64.5	91.96
СП2								

$$H_p = 0,00175 * (433.06 * 1,54 + (233.754 + 495.05 + 1016.42 + 91.96)) + 0,001 * 0,38 * 230,07 - 2,89 / 2 / 9,29 = 4,314 \text{ м}$$

Определив  $H_k$  и  $H_p$  необходимо проверить выполнение условия :  $H_k > H_p$

$$4,40 \text{ м} > 4,314 \text{ м}$$

следовательно принимаем  $H_k = H_p = 4,40 \text{ м}$ .

### 3.3 Расчет потребной мощности тормозных средств сортировочной горки

Для обеспечения безопасности роспуска составов и регулирования интервалов между отцепами по спускной части горки и в начале СП укладываются тормозные позиции, мощность которых зависит от высоты горки, продольного профиля горки и принятых технологических режимов роспуска. Все расчеты берутся для ОХБ при благоприятных условиях скатывания ( $w_{ox}=0,5 \text{ кгс/тс}$ ;  $w_{cp}=0$ ;  $Q_{ox}=85 \text{ т}$ ).

Суммарная мощность тормозных средств горки рассчитывается по формуле:

$$H_{PT} = H_{\Gamma} + h_{o(max)} - h_{w(ТП2)} - h_{H3}, \text{ м.э.в.} \quad (3.8)$$

где  $h_{o(max)}$  – ЭВ, соответствующая максимальной скорости роспуска, равной 2,5 м/с.  
 $h_{w(ТП2)}$  – ЭВ, соответствующая работе сил сопротивления на участке от ВГ до конца ТП2.

$h_{H3}$  – разность отметок конца ТП2 и РТ., м.

$$h_{w(ТП2)} = (l_{1-2} * 0,5 + v_{1-2}^2 * (0,56 * n_{1-2} + 0,23 * \alpha_{1-2})) * 10^{-3}, \quad (3.11)$$

$$h_{w(ТП2)} = ((64,99 + 97,64 + 40,36) * 0,5 + 5^2 * (0,56 * 3 + 0,23 * (9,46 + 2,37 + 7,73 + 13,63 + 3,54))) * 10^{-3} = 0,35 \text{ м}$$

$$l_{1-2} = l_1 + l_2 + l_{\text{ТП2}}$$

$$h_{H3} = 0,001 \cdot (i_{c3} \cdot l_{c3} + i_{c\text{П1}} \cdot l_{c\text{П1}} + i_{\text{ТП3}} \cdot l_{\text{ТП3}} + i_{c\text{П2}} \cdot l_{c\text{П2}})$$

$$H_{H3} = 0,001 \cdot (2,5 \cdot 91,71 + 1,5 \cdot 73,86 + 1,2 \cdot 14,5 + 1 \cdot 50) = 0,41 \text{ м}$$

$$h_{\text{О1}} = H_{\text{до}} - 2,5$$

$$h_{\text{Г1}} = 4,440 - 2,5 = 1,94$$

$$H_{\text{пт}} = 4,440 + 0,32 - 0,35 - 0,41 = 4,00 \text{ м}$$

Исходя из приведенных выше расчетов следует, что ТП1 необходимо оборудовать двумя вагонными замедлителями ВЗГП-5 с расчетной погашаемой энергетической высотой 1,3 м.э.в., вторую тормозную позицию ТП2 оборудуем двумя вагонными замедлителями ВЗГП-5 с расчетной погашаемой энергетической высотой 1,3 м.э.в., а третью тормозную позицию ТП3 оборудуем двумя вагонными замедлителями КВ - 3 с расчетной погашаемой энергетической высотой 1,0 м.э.в.

### 3.4 Проверка динамичности спускной части горки графо-аналитическим методом.

Проверка производится со следующими целями:

- проверить правильность расчета высоты горки и продольного профиля;
- проверить правильность расчетов тормозных средств горки;
- соблюдение необходимых интервалов между отцепами.

Проверка динамичности производится для следующих условий:

1) сочетание отцепов ОПБ – ОХБ.

2) ПБ следует на расчетный трудный путь, ХБ на соседний смежный с ним.

3) неблагоприятные условия скатывания.

ХБ: 4-х осный полувагон массой брутто – 85 т.

Для ОХБ рассчитываем энергетическую высоту погашения на тормозных позициях.

$$h_{\text{Топ}} = H_{\text{Г}} - h_{\text{w(ox)}}, \text{ м.э.в.} \quad (3.12)$$

$$h_{\text{w(ox)}} = [L_{\text{р}} \cdot w_{\text{о(ox)}} + \Sigma(l_{\text{к}} \cdot w_{\text{ср}} + 0,23 \cdot V_{\text{к}}^2 \cdot \alpha_{\text{к}} + 0,56 \cdot V_{\text{к}}^2 \cdot n_{\text{к}})] \cdot 0,001 + 0,001 \cdot l_{\text{си}} \cdot w_{\text{си}} \quad \text{м.э.в.} \quad (3.13)$$

где  $w_{\text{о}} = 0,5 \text{ кгс/тс}$ .

Удобно представить расчеты в виде таблицы 3.3

Таблица 3.3 – Расчет энергетической высоты погашения тормозными позициями

показатель / № участка	H1	H2	H3	H4
$w_{\text{ср}}$	0,9952	1,201	1,084	0,507
$V_{\text{Г}}$	4,6	5,5	5	2
$n_{\text{к}}$	2	1	3	-
$l_{\text{к}}$	64,99	97,64	205,93	64,5
$\Sigma(l_{\text{к}} \cdot w_{\text{ср}} + 0,23 \cdot V_{\text{к}}^2 \cdot \alpha_{\text{к}} + 0,56 \cdot V_{\text{к}}^2 \cdot n_{\text{к}})$	145,91	282,81	612,444	32,728
$a_{\text{к}}$	11,83	21,36	60,39	-

$$h_{w(ox)} = [433,06 \cdot 0,5 + (145,91 + 282,81 + 612,444 + 32,728)] \cdot 0,001 + 0,001 \cdot 0,38 \cdot 230,07 = 1,378$$

М.Э.В.

$$\begin{aligned} h_{top} &= H_{\Gamma} - h_{w(ox)}, \\ h_{top} &= 4,440 - 1,378 = 3,213 \text{ м.Э.В} \end{aligned}$$

3,213 м.Э.В. – необходимо погасить на тормозных позициях при скатывании ОХБ  
Исходя из этих условий подбираем режим торможения, чтобы скорость выхода ОХБ из СП 2 была не выше скорости 1.7 м/с

Также необходимо определить начальный интервал роспуска м/у отцепами:

$$t_o = l / V_o, \text{ с} \quad (3.14)$$

где  $l$  – длина вагона по осям автосцепок,  $l = 14,19$  м.

$V_o$  – начальная скорость роспуска,  $V_o = 1,7$  м/с.

$$t_o = 14,19 / 1,7 = 8,35 \text{ с.}$$

Расчеты по проверке динамичности спускной части горки сводятся в таблицы 3.3 и 3.4.

На основании расчетов сведенных в таблицы 3.4 и 3.5 строятся график зависимостей:  $h_w^{пб} = f(s)$ ;  $V^{пб} = f(s)$ ;  $t^{пб} = f(s)$ ;  $h_w^{хб} = f(s)$ ;  $V^{хб} = f(s)$ ;  $t^{хб} = f(s)$  по кривым времени  $t^{пб} = f(s)$ ;  $t^{хб} = f(s)$  определяется фактический интервал между отцепами на разделительной стрелке и сравнивается с минимальным интервалом между отцепами который определяется по формуле :

$$l_{min} = [(l_6 + l_6) / 2], \text{ м} \quad (3.15)$$

где  $l_6$  – длина базы вагонов. (10,5 м.) .

Должно выполняться условие  $l_{\Phi} \geq l_{min}$ .

$l_{\Phi}$  находится из графика следующим образом: от конца СЗ на графике строится перпендикуляр до пересечения с графиком  $t^{пб} = f(s)$  и затем от точки пересечения проводится горизонталь до пересечения с графиком  $t^{хб} = f(s)$ . Длина этой горизонтали и есть  $l_{\Phi}$ .

$$l_{min} = [(10,5 + 10,5) / 2] = 10,5 \text{ м}$$

$$l_{\Phi} = 60 \text{ м.}$$

$$60 \geq 10,5 - \text{условие выполняется.}$$

Из выше изложенного видно, что плохой бегун скатывается от ВГ до РТ не останавливаясь. Также видно что суммарная мощность тормозных средств горки достаточна для остановки ОХБ в конце ТП2, что означает, что не существует нагона очень хорошим бегуном очень плохого.

Таблица 3.4 - Расчет параметров скатывания Очень Плохого Бегуна (ОПБ)

№	ij, ‰	lj, м	от ВГ до точки	lj*ij* *0,001, м.э.в	Σlj*ij* *0,001н, м.э.в	nj	αj,град	Vkj	lj* *w0* *0,001	wcpj	lj*wcp* *0,001, м.э.в	0,56*nj* *Vk2* *0,001	0,23*αj* *Vk2* *0,001	lсн** wсн* *0,001	htop	ΣПЭВ	ΣПЭВн	своб ЭВ	Vk	Vcp	tj,c	Σt
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0																			1,7			
	42	36,19	36,19	1,520	1,520	1	9,46	4,2	0,145	1,297	0,047	0,010	0,038	-	-	0,240	0,240	1,436		3,432	10,54	10,54
1																			5,165			
	28,84	28,80	64,99	0,831	2,350	1	2,37	4,2	0,115	3,152	0,091	0,010	0,010	-	-	0,225	0,465	2,041		5,661	5,09	15,63
2																			6,157			
	15	49,17	114,16	0,738	3,088	-	7,73	5,5	0,197	3,833	0,188	-	0,054	-	-	0,439	0,904	2,339		6,375	7,713	23,35
3																			6,593			
	12	48,47	162,63	0,582	3,670	1	13,63	5,5	0,194	4,152	0,201	0,017	0,095	-	-	0,507	1,411	2,414		6,645	7,294	30,64
4																			6,697			
	9	40,36	202,99	0,363	4,033	-	3,54	5	0,161	4,231	0,171	-	0,020	-	-	0,353	1,764	2,425		6,704	6,02	36,66
5																			6,712			
	2,5	91,71	294,70	0,229	4,262	3	32,27	5	0,367	4,242	0,389	0,042	0,186	0,035	-	1,018	2,782	1,636		6,112	15,01	51,66
6																			5,513			
	1,5	73,86	368,56	0,111	4,373	-	24,58	5	0,295	3,383	0,250	-	0,141	0,028	-	0,715	3,497	1,032		4,945	14,94	66,6
7																			4,378			
	1,2	14,5	383,06	0,017	4,390	-	-	2	0,058	2,660	0,039	-	-	0,006	-	0,102	3,599	0,947		4,286	3,383	69,98
8																			4,195			
	1	50	433,06	0,050	4,440	-	-	2	0,200	2,551	0,128	-	-	0,019	-	0,347	3,945	0,650		3,836	13,04	83,02
9																			3,476			

Таблица 3.5 - Расчет параметров скатывания Очень Хорошего Бегуна (ОХБ)

№	ij, ‰	lj, м	от ВГ до точки	$lj \cdot ij^* \cdot 0,001, \text{ м.э.в}$	$\Sigma lj \cdot ij^* \cdot 0,001, \text{ м.э.в}$	nj	$\alpha_j, \text{град}$	Vkj	$lj^* \cdot w_0^* \cdot 0,001$	wcpj	$lj^* \cdot w_{cp}^* \cdot 0,001, \text{ м.э.в}$	$0,56 \cdot nj^* \cdot V_{k2}^* \cdot 0,001$	$0,23 \cdot \alpha_j^* \cdot V_{k2}^* \cdot 0,001$	$l_{сн}^{**} \cdot w_{сн}^* \cdot 0,001$	htop	ΣПЭВ	ΣПЭВн	своб ЭВ	Vk	Vcp	tj,с	Σt
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0																			1,7			
	42	36,19	36,19	1,520	1,520	1	9,46	4,7	0,018	0,462	0,017	0,012	0,048	-	-	0,095	0,095	1,580		3,559	10,168	10,168
1																			5,419			
	28,84	28,8	64,99	0,831	2,350	1	2,37	4,7	0,014	1,181	0,034	0,012	0,012	-	-	0,073	0,168	2,338		6,005	4,7963	14,964
2																			6,591			
	15	49,17	114,16	0,738	3,088	-	7,73	5,5	0,025	1,477	0,073	-	0,054	-	-	0,151	0,319	2,925		6,981	7,0434	22,007
3																			7,371			
	12	48,47	162,63	0,582	3,670	1	13,63	5,5	0,024	1,692	0,082	0,017	0,095	-	-	0,218	0,537	3,288		7,594	6,3829	28,39
4																			7,816			
	9	40,36	202,99	0,363	4,033	-	3,54	5	0,020	1,822	0,074	-	0,020	-	2,3	2,414	2,951	1,237		6,305	6,4009	34,791
5																			4,795			
	2,5	91,71	294,7	0,229	4,262	3	32,27	5	0,046	1,038	0,095	0,042	0,186	0,035	-	0,403	3,355	1,063		4,620	19,853	54,644
6																			4,444			
	1,5	73,86	368,56	0,111	4,373	-	24,58	5	0,037	0,961	0,071	-	0,141	0,028	-	0,277	3,632	0,897		4,263	17,326	71,97
7																			4,082			
	1,2	14,5	383,06	0,017	4,390	-	-	2	0,007	0,884	0,013	-	-	0,006	0,8	0,826	4,457	0,088		2,682	5,4068	77,377
8																			1,282			
	1	50	433,06	0,050	4,440	-	-	2	0,025	0,402	0,020	-	-	0,019	-	0,064	4,522	0,074		1,229	40,69	118,07
9																			1,176			

#### 4. Проектирование железнодорожного узла.

##### 4.1 Разработка варианта железнодорожного узла

Железнодорожным узлом называют комплекс станций, главных и соединительных путей в пункте пересечения или примыкания нескольких железнодорожных линий, обеспечивающий пропуск транзитных грузовых и пассажирских поездов с одной линии на другую, переформирование поездов, а также передачу вагонов, следующих с переработкой, и пересадку пассажиров. В некоторых случаях узлом также называют комплекс технологически связанных станций, расположенных на одной магистрали (без наличия примыкания других магистральных линий) и совместно обслуживающих крупный город или промышленный центр.

Станции развитых узлов специализируются по характеру работы: сортировочные, пассажирские и грузовые. Эти станции в некоторых узлах размещены на одной площадке, четко не разграничены и представляют собой одну объединенную станцию. В небольших узлах объединенная станция, обеспечивающая частичную переработку грузовых вагонопотоков, следующих с одной линии на другую, а также вагонов местной погрузки и выгрузки, относится по своему развитию к типу участковых.

В состав железнодорожного узла входят:

- станции узла со всеми находящимися на них устройствами;
- главные пути (в пределах узла), соединительные пути и посты, разгружающие обходы;
- подъездные пути;
- путепроводные развязки железнодорожных линий между собой, а также с шоссе и городскими магистралями;
- размещенные в узле самостоятельные производственные единицы железнодорожного транспорта (заводы по ремонту подвижного состава, электростанции, тяговые подстанции, материальные склады и др.).

Границами железнодорожного узла служат границы входных отдельных пунктов: станций, разъездов и постов.

##### 4.2.Обоснование схемы выбора железнодорожного узла.

###### Узлы с параллельным расположением станций

В узлах этого типа пассажирская и сортировочная станции располагаются параллельно и имеют самостоятельные подходы главных путей. Такое размещение может сложиться в процессе развития узла, когда вначале имеется объединенная станция для пассажирского и грузового движения, а затем в связи с ростом размеров движения сортировочные устройства выносятся на новое место, причем по условиям рельефа местности или вследствие близости развязок подходов приходится размещать сортировочную станцию не последовательно, а параллельно с существующей пассажирской (если позволяет планировка города).

На рис. 4.1. приведена принципиальная схема узла, к которому с каждой стороны подходят две двухпутные линии. Развязка подходов возможна в нескольких вариантах. На схеме приведен вариант, в котором развязка с одной

стороны узла обеспечивается сооружением двух путепроводов, с другой — трех путепроводов. Главные пути, по которым поезда прибывают в узел, доводятся до парков приема. На подходе к узлу могут быть устроены обходы для пропуска угловых транзитных поездов.

Пассажирская станция размещается вблизи основных районов города, а грузовая — возле города (с устройством путепроводов для подачи вагонов), ближе к основному району города (с устройством соединительного пути и сооружением путепровода через главные пассажирские пути).

Узлы с параллельным расположением станций при сооружении на подходах развязок по роду движения имеют следующие преимущества:

- 1) независимость работы пассажирских и сортировочных станций
- 2) существует разделение движения по роду движения,
- 3) пробеги вагонов относительно к последовательному размещению — меньше
- 4) удобный пропуск транзитных вагонопотоков
- 5) улучшаются условия обслуживания пассажиров

Недостатки:

- 1) занимают широкую площадку
- 2) затрудняют связь районов города, расположенных по обе стороны железнодорожной линии
- 3) капиталоемкие и сложные путепроводные развязки
- 4) большие капитальные затраты на строительство дорог, связующих сортировочную станцию и город

Узлы с последовательным расположением станций

Узлы с последовательным расположением станций образуются в тех случаях, когда по объему и характеру работы имеются две или несколько специализированных станций, размещенных по местным условиям последовательно. Такими условиями могут быть топографические (например, в долине реки), планировочные (узел обслуживает крупный город с промышленными районами, размещенными на большом протяжении вдоль железной дороги) и др. Подходы главных путей в этих узлах концентрируются по концам.

Узлы с последовательным расположением станций обслуживают главным образом прямые грузовые и пассажирские потоки и местную грузовую работу. Угловые вагонопотоки между сходящимися с одной стороны линиями незначительны, особенно если линии подходят под острыми углами друг к другу.

Узлы этого типа имеются в большом числе на железных дорогах РФ. Они различаются числом станций, их взаимным расположением и развязками подходов. Наиболее часто встречаются узлы с последовательным расположением двух станций — сортировочной и пассажирской, объединенной в грузовой.

В развитых узлах с последовательным расположением станций имеются различные сочетания подходов, вариантов размещения станций и устройства развязок. Наиболее типичный вариант размещения устройств в этих узлах приведен на рис. 4.2.

Размещение пассажирской, грузовой и сортировочной станций в основном зависит от планировки города. Пассажирская станция размещается ближе к основным жилым районам города с таким расчетом, чтобы привокзальная площадь

была удобно связана с его основными магистралями. Если город вытянут вдоль железной дороги на большом протяжении, то в пределах узла пассажирские устройства могут быть и на других станциях узла. Кроме того, могут быть в пределах узла и остановочные пассажирские пункты.

Грузовая станция располагается между сортировочной станцией и городом или в окраинных районах города и должна иметь удобную связь с сортировочной станцией и хорошие подъезды из города. При больших размерах местной грузовой работы может быть сооружена и вторая грузовая станция. Размещение станций для обслуживания подъездных путей зависит от расположения предприятий

Существенное значение для узлов с последовательным расположением станций и большим объемом местной грузовой работы на двух или более грузовых станциях имеет вопрос о рациональном размещении сортировочных станций. Концентрация переработки вагонов на одной станции узла создает лучшие условия для механизации и автоматизации процессов и позволяет избежать повторной переработки транзитных вагонов. Однако при одной сортировочной станции, расположенной с одной стороны узла, и нескольких крупных грузовых станциях возникают излишние пробеги местных вагонов, не включенных в отправительские маршруты.

Узлы с последовательным размещением сортировочной и пассажирской станций имеют ряд следующих преимуществ:

- 1) удобный пропуск транзитных поездопотоков, благодаря обходным станционным и межстанционным путям
- 2) высокая пропускная способность при относительно не большом путевом развитии
- 3) сравнительно низкие капитальные затраты при строительстве путепроводных развязок и станций
- 4) требуется неширокая станционная площадка

Недостатки схемы:

- 1) высокая загруженность внутриузлового хода
- 2) значительные внутриузловые поездопробеги
- 3) для сооружения требуется длинная площадка





## 4.2. Проектирование специализированных станций в узле

### 4.2.1 Выбор типа и схемы пассажирской станции.

Пассажирские станции устраиваются в крупных городах, промышленных центрах и курортных районах для обслуживания пассажиров и выполнения операций с пассажирскими поездами и составами.

В процессе развития и совершенствования железнодорожного транспорта сложились многие виды и формы пассажирских станций, различающиеся по характеру и размерам работы, а также по схеме размещения основных элементов. В зависимости от основного назначения и характера работы различаются три вида пассажирских станций:

- 1) обслуживающие дальнее, местное и пригородное движение;
- 2) обслуживающие только пригородное движение;
- 3) технические пассажирские станции.

В курсовом проекте пассажирская станция будет первого вида. Пассажирские станции, обслуживающие дальнее, местное и пригородное движение, имеют:

- пассажирские здания (вокзалы) с помещениями для обслуживания пассажиров и привокзальные площади;
- пассажирские платформы и переходы в одном и разных уровнях (тоннели, пешеходные мосты), связывающие вокзал и привокзальную площадь с платформами;
- пути для приема и отправления поездов, выполнения маневровых операций и временной стоянки отдельных вагонов (служебных, беспересадочного сообщения и др.);
- технические парки для очистки, ремонта, формирования, экипировки и стоянки пассажирских составов и вагонов (при небольшом числе обрабатываемых в сутки составов); при значительном количестве обрабатываемых составов вместо технических парков устраиваются самостоятельные пассажирские технические станции;
- локомотивное и вагонное хозяйства;
- багажные и почтовые устройства (склады, помещения, платформы, тоннели для транспортировки багажа и почты);
- устройства автоматики, телемеханики (СЦБ) и связи, контактной сети (при электротяге), освещения, водоснабжения, канализации.

Пассажирские станции первого вида в зависимости от характера приемо-отправочных путей делятся на три типа:

- со сквозными приемо-отправочными путями;
- с тупиковыми приемо-отправочными путями;
- комбинированный с наличием сквозных и тупиковых приемо-отправочных путей.

Основную группу пассажирских станций составляют станции, имеющие сквозные приемо-отправочные пути. Эти станции обеспечивают пропуск поездов без перемены направления движения и наименьшие расстояния прохода пассажиров к поездам. Все новые пассажирские станции проектируют сквозного типа.

На станциях сквозного типа с вокзалом, расположенным сбоку путей, устраиваются для связи с платформами переходы в разных уровнях: тоннель или

пешеходный мост, а в некоторых случаях — конкорс над путями. На станциях с островным вокзалом может быть вариант сооружения второго здания сбоку путей, как показано пунктиром с устройством тоннеля. Типы пассажирских станций могут также различаться по числу главных путей на подходах, их специализации и расположению технических парков (станций) или выходов на эти станции (парки).

Также пассажирские станции классифицируют по размерам движения и характеру эксплуатационной работы.

В итоге к проектированию принимаем пассажирскую станцию, обслуживающую дальней, местное и пригородное движение со сквозными приемоотправочными путями. Схема станции приведена на рисунке 4.3.

#### 4.2.2 Выбор типа и схемы пассажирской технической станции

Технические пассажирские станции устраивают для очистки, переформирования, ремонта и экипировки пассажирских составов. На этих станциях также находится резерв пассажирских вагонов, и во многих случаях размещаются устройства для ремонта и экипировки локомотивов. Мотор-вагонные депо, в которых выполняют технический осмотр и ремонт составов электропоездов, относятся к специальным техническим пассажирским станциям.

Расположение технической пассажирской станции по отношению к пассажирской может быть различным. Если последовательно с пассажирской станцией нет удобной площадки, техническую пассажирскую станцию выносят на отдельную площадку.

На технической пассажирской станции проходят экипировку и межпоездной ремонт приписанные к ней и оборачиваемые составы, приписанные к другим станциям.

В зависимости от числа обрабатываемых в сутки составов с дальностью маршрута более 300 км технические пассажирские станции делятся на крупные, средние и небольшие (технические парки). На крупных станциях обрабатывается 10 и более таких составов (в нашем случае), на средних 5—9 и на небольших (технических парках) 2—4 состава. В технических парках выполняют те же операции, что и на средних технических пассажирских станциях, но в меньшем объеме с использованием более простых устройств и преимущественно с оборачиваемыми составами. Станции всех категорий, кроме указанного числа составов, дополнительно обрабатывают некоторое число короткопребжных составов с дальностью маршрута 150—300 км, для которых требуется меньший объем операций.

В зависимости от числа парков различают однопарковые (с одним общим парком) и многопарковые технические пассажирские станции.

На реконструируемых и новых технических пассажирских станциях предусматривают устройства, обеспечивающие в той или иной степени комплексную механизацию и автоматизацию основных работ по обмывке, ремонту, экипировке составов. На ряде станций осуществлены работы по развитию парков, установлены новые вагономоечные машины, построены ремонтно-экипировочные депо (РЭД) для технического осмотра, безотцепочного ремонта и экипировки пассажирских составов, а при отсутствии РЭД построены кладовые, мастерские и служебно-бытовые помещения.

Стационарные вагономоечные машины рекомендуется устанавливать, если в

сутки обмывается более трех составов.

Главным звеном реконструкции крупных и средних технических пассажирских станций является сооружение ремонтно-экипировочных депо для технического осмотра, безотцепочного ремонта и экипировки пассажирских составов. Длину стойловой части депо рассчитывают на установку всего, пассажирского состава с добавлением 20 м с учетом расстояния до ворот депо (по 5 м с каждой стороны) и возможности расцепки состава. Пути РЭД оборудуются смотровыми канавами, сетями воздухопровода, горячего и холодного водоснабжения, низковольтной сетью для подзарядки аккумуляторных батарей и электросетью для подключения домкратов и переносного электроинструмента. В боковых пристройках, преимущественно двухэтажных, размещают мастерские, кладовые, административные и бытовые помещения.

В ремонтно-экипировочном депо необходимо сконцентрировать все основные экипировочные операции, в том числе экипировку вагонов-ресторанов с выделением в здании соответствующих кладовых, санитарную обработку постельных принадлежностей и инвентаря и др., чтобы избежать сооружения отдельных зданий и разбросанности операций. Концентрация операций создает благоприятные условия для механизации транспортировки белья, принадлежностей и оборудования вагонов, а также отдельных деталей от вагонов в кладовые или мастерские и обратно.

Схемы крупных пассажирских технических станций различаются взаимным расположением парков приема, отправления (точнее, стоянки в ожидании отправления), РЭД и вагонмоечной машины. Эти схемы должны обеспечивать поточность следования составов по технологическому процессу и выполнение всех операций с наименьшим числом угловых заездов.

Схема пассажирской технической станции приведена на рисунке 4.4. К проектированию принимаем среднюю пассажирскую техническую станцию тупикового типа

Рассчитаем относительное расположение пассажирской технической станции относительно пассажирской станции. Для этого необходимо определить преимущественное направление движения пассажирских поездов, назначением на узел Д, где пассажирская станция Д является замыкающей, конечной станцией:

$$N_{\text{нечетное}} = N_{\text{пер.пас.А}} + N_{\text{пер.пас.В}} \quad (4.1)$$

$$N_{\text{нечетное}} = N_{\text{пер.пас.Б}} + N_{\text{пер.пас.Г}} \quad (4.2)$$

$$N_{\text{нечетное}} = 7 + 2 = 9 \text{ поездов} \quad N_{\text{нечетное}} = 8 + 4 = 12 \text{ поездов}$$

$$N_{\text{нечетное}} > N_{\text{четное}} \quad 12 \text{ поездов} > 9 \text{ поездов}$$

Поэтому преимущественным направлением движения пассажирских поездов на конечную станцию Д является нечетное направление, принимаем расположение ПТС относительно ПС – слева.

#### 4.2.3. Выбор схемы грузовой станции

На железнодорожном транспорте к грузовым относятся станции, которые предназначены для выполнения операций, связанных с приемом и сдачей грузов и вагонов на подъездные пути предприятий, на другие виды транспорта и с железной дороги одной ширины колеи на другую. Указанные операции выполняются на грузовых станциях крупных узлов и на линейных станциях. В крупных узлах

расположено сравнительно небольшое число (несколько сот) грузовых станций, основное количество станций со значительными объемами грузовой работы находятся на участках железных дорог. Одновременно линейные станции выполняют операции по формированию-расформированию составов и движению поездов, а также по обслуживанию пассажиропотоков, т. е. являются промежуточными, участковыми или сортировочными станциями. Большинство грузовых станций, обслуживающих крупные узлы, тупикового типа, а линейные являются станциями сквозного типа.

В зависимости от основного назначения и характера работы различают:

- \* неспециализированные грузовые станции. Они служат для переработки тарных, штучных, перевозимых в контейнерах, некоторых категорий навалочных и других грузов; эти станции сооружаются в крупных городах для обслуживания населения города и предприятий, не имеющих подъездных путей, и в некоторых случаях могут быть специализированы для отдельных видов грузов;

Многие неспециализированные грузовые станции обслуживают также и подъездные пути к предприятиям и складам. В отличие от грузовых дворов промежуточных и участковых станций грузовые станции имеют значительный объем работы, достигающий 100 и более вагонов в сутки;

- \* специализированные грузовые станции, предназначенные для переработки отдельных видов грузов. Они устраиваются главным образом в пунктах добычи (для погрузки) или в крупных городах и промышленных центрах для выгрузки отдельных грузов в большом объеме. (Все устройства, связанные с погрузкой-выгрузкой этих грузов, находятся в ведении обслуживаемых предприятий.) В эту группу входят и специальные грузовые станции, обслуживающие перевозки нефтегрузов;

- \* грузовые станции, обслуживающие подъездные пути предприятий, баз и складов. Грузовых дворов такие станции не имеют и грузовые операции непосредственно на станции не выполняют;

- \* перегрузочные станции для перегрузки грузов из вагонов нормальной колеи СССР в вагоны западноевропейской колеи 1435 мм или узкой колеи (750, 1000 мм) и обратно.

- \* На промышленном железнодорожном транспорте также имеются грузовые станции, на водном транспорте грузовыми являются портовые станции.

Размещение основных элементов грузовой станции (приемо-отправочного парка, сортировочного парка и грузового двора) должно обеспечивать наибольшую поточность передвижения вагонов, безопасность поездного и маневрового движения, сосредоточение маневровой работы, связанной с расформированием передач и подборкой по грузовым пунктам, по возможности на одном сортировочном устройстве, а также экономное использование территории.

Схемы грузовых станций зависят от многих условий: типа станции (тупиковый или сквозной), размеров работы, конфигурации отводимой площадки и размещения предприятий, подъездные пути которых примыкают к станции. Влияет и тип грузового двора; он может быть или тупикового типа, в котором все пути тупиковые, или комбинированного в котором основные погрузочно-выгрузочные пути сквозные, а часть — тупиковые (грузовые дворы, у которых все пути сквозные, практически не применяются). Схемы грузовых станций тупикового типа приведена на рисунке 4.6.







## Заключение

В результате выполнения курсового проекта запроектирована односторонняя сортировочная станция с преимущественным направлением - четным, которая имеет:

- 1) парк прибытия на 14 путей;
- 2) сортировочный парк на 40 пути;
- 3) парк отправления на 8 путей;
- 4) парк транзитный в Четном (преимущественном направлении) 3 пути
- 5) парк транзитный в Нечетном (непреимущественном направлении) 3 пути
- 6) прием поездов с непреимущественного направления через предгорочную горловину
- 7) путепровод под горбом горки для подачи/уборки локомотивов в Парк Отправления и Транзитные Парки (1 и 2)
- 8) путепроводную развязку в месте пересечения отправления и приема поездов с/на непреимущественное направление
- 9) локомотивное хозяйство для обслуживания локомотивов прибывающих поездов

Схема разработанной станции приведена в приложении 2

Определено количество и тип вагонных замедлителей: На первой тормозной позиции устанавливаем два замедлителя типа ВЗГП - 5 (погашаемая энергетическая высота каждого замедлителя равна 1,3 м.э.в.).

На второй тормозной позиции устанавливаем два вагонных замедлителя ВЗПГ-5 (погашаемая энергетическая высота 1,3 м.э.в.)

На третьей тормозной позиции устанавливаем два вагонных замедлителя КВ-3 (погашаемая энергетическая высота 1,0 м.э.в.,.).

Проведена проверка динамичности продольного профиля спускной части горки. Составлен график временной график спуска вагонов в экстремальной ситуации (приложение 1), где должна обеспечиваться безопасность выполнения сортировочной работы при условиях: в зимнее время распускается плохой бегун и последовательно с ним хороший бегун, при чем разделение этих вагонов происходит на последней разделительной стрелке. Таким образом, для обеспечения безаварийности выполнения работы был подобран режим торможения вагонов на тормозных позициях.

Рассмотрены вопросы проектирования железнодорожных узлов и выбрана схема узла, приведены схемы станций, входящих в узел. При выборе оптимального узла без учета местных географических условий учитывались преимущества и недостатки каждого узла в зависимости от рода и напряженности поездодвижения.

**Дата сдачи курсового проекта:**

**Студент: /Перевозиков М.А./ Подпись:**

**Преподаватель: /Рыкова Л.А./ Подпись:**

## Список использованной литературы

1. Савченко И.Е. «Железнодорожные станции и узлы» Москва Транспорт 1980 г.
2. Правдин Н.В. «Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты)» Москва, Транспорт 1976 г.
3. Григорьев В.В., Ситников И.В. «Разработка схем сортировочных станций» Свердловск УЭМИИТ 1991 г.
4. Григорьев В.В., Агафонов В.М. «Проектирование сортировочных горок», Екатеринбург, УрГАПС 1998 г.