Министерство транспорта Российской Федерации

Федеральное агентство железнодорожного транспорта

Иркутский государственный университет путей сообщения

Забайкальский институт железнодорожного транспорта

Кафедра УПП

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине: Проектирование сортировочных устройств

“Проект новой узловой участковой станции с горкой малой мощности”

КП 2401000041

Выполнил:

студент группы Д-41

Никонюк А.А. Ю.В

Проверил:

преподаватель

Добросовестнова Ю.В

Чита 2004 год

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение

1. Анализ исходных данных и условия проектирования

2. Выбор и обоснование технических параметров станции и прилегающих железнодорожных линий

2.1 Выбор примыкания железнодорожных линий

2.2 Определение полезной длины приёмоотправочных путей

2.3 Определение числа главных путей на подходах

2.4 Выбор и обоснование типа станции

2.5 Размеры работы станции

3. Расчёт путевого развития

3.1 Число приёмоотправочных путей для пассажирских поездов

3.2 Определение числа путей в приёмоотправочных парках для грузового движения

4. Проектирование сортировочного парка

4.1 Расчёт числа сортировочных и вытяжных путей

4.2 Сортировочные устройства

4.3 Определение расчётной высоты горки малой мощности

4.4 Проектирование продольного профиля спускной части горки

4.5 Определение потребной мощности и выбор числа тормозных средств

5. Проектирование транспортно-складского комплекса

5.1 Грузовые устройства и их размещение на территории ТСК

5.2 Расчёт основных параметров складов

5.3 Требования к проектированию ТСК

6. Проектирование локомотивного хозяйства

6.1 Основные устройства локомотивного хозяйства

6.2 Состав ремонтной базы и расчёт её устройств

6.3 Экипировочные устройства

6.4 Расчёт складов песка

6.5 Расчёт числа путей для стоянки локомотивов, пожарного и

восстановительного поездов

6.6 Схема размещения устройств на территории ЛХ

7. Расчёт и масштабное проектирование путепроводной развязки

8. Масштабное проектирование плана станции

9. Организация работы участковой станции

Заключение

Литература

**ВВЕДЕНИЕ**

Железные дороги нашей страны выполняют большую часть грузовых и пассажирских перевозок, размеры которых непрерывно растут и для успешного освоения им необходимо совершенствовать технические устройства и технологию работы.

Станции являются важнейшими элементами железнодорожного транспорта. На них расположены парки путей, пассажирские и грузовые устройства, локомотивное и вагонное хозяйства, устройства энергоснабжения и водоснабжения, материальные склады, служебно-технические здания и другие сооружения и устройства.

Протяжение станционных путей составляет около 60% эксплуатационной длины сети железных дорог.

Станциями называют раздельные пункты, предназначенные для приёма, отправления, скрещения и обгона поездов, приёма, выдачи грузов, обслуживания пассажиров, а также для выполнения технических операций (расформирования и формирования поездов, осмотра, экипировки и ремонта подвижного состава, подачи вагонов на подъездные пути предприятий и др.).

Участковые станции играют важную роль в организации перевозок на железных дорогах России, обеспечивая тяговое обслуживание поездов, организацию вагонопотоков на прилегающих участках, погрузку-выгрузку грузов, посадку-высадку пассажиров, техническое обслуживание, ремонт подвижного состава и т. п. На участковых станциях выполняют все виды технических, грузовых и коммерческих операций, присущих железнодорожным станциям. Этим объясняется многообразие размещаемых на станциях технических устройств и сложность их схем.

Участковые станции предназначаются в основном для смены локомотивов и их экипировки, технического и коммерческого осмотра составов, расформирования и формирования составов участковых и сборных поездов, ремонта локомотивов, вагонов (при наличии ремонтной базы), а также для выполнения пассажирских и грузовых операций. Во многих случаях участковые станции обслуживают также подъездные пути промышленных предприятий, складов и рудников. На некоторых участковых станциях пассажирские вагоны снабжают водой, топливом, экипируют изотермические вагоны и выполняют другие операции.

Размещение участковых станций на сети дорог зависит от вида тяги и способа тягового обслуживания поездов локомотивами.

Рациональное развитие и современное техническое оснащение станций, а также чёткая организация их работы являются важнейшими условиями, обеспечивающими успешное выполнение пассажирских и грузовых перевозок, ускорение оборота вагонов и доставки грузов, снижение себестоимости перевозок.

**1.** **АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И УСЛОВИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Основными положениями для проектирования курсового проекта, являются:

а) обеспечение безопасности движения поездов и личной безопасности работников станции и пассажиров;

б) обеспечение потребной пропускной и перерабатывающей способности; в) соблюдение комплексности при проектировании;

г) обеспечение возможности дальнейшего развития станции.

Условиями проектирования являются расчётные размеры движения поездов за сутки, которые отобразим в таблице 1.1

Таблица 1.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Из | Категории поездов | А | Б | В | Д |
| А | Пассажирские |  | 6 | 1 | 1 |
| Пригородные | - | - | 2 |
| Грузовые транзитные | 52 | 2 | - |
| Грузовые сборные | - | - | 1 |
| Грузовые участковые | - | - | 2 |
| Б | Пассажирские | 6 |  | 5 | 1 |
| Пригородные | - | - | 5 |
| Грузовые транзитные | 50 | 12 | - |
| Грузовые сборные | - | - | 2 |
| Грузовые участковые | - | - | 3 |
| В | Пассажирские | - | 5 |  | 1 |
| Пригородные | - | - | 5 |
| Грузовые транзитные | 1 | 12 | - |
| Грузовые сборные | - | - | 1 |
| Грузовые участковые | - | - | 2 |
| Д | Пассажирские | 1 | 1 | 1 |  |
| Пригородные | 2 | 5 | 5 |
| Грузовые транзитные | - | - | - |
| Грузовые сборные | 2 | 2 | 1 |
| Грузовые участковые | 2 | 2 | 2 |
|  | Итого поездов | 64 | 85 | 29 | 26 |

В курсовом проекте также условиями проектирования являются длина станционной площадки 4500м, а также задан руководящий уклон 7‰.

Основными исходными данными для разработки курсового проекта являются: серия поездных локомотивов в грузовом движении ВЛ 80к, масса состава принята 5600 т, средства СЦБ на прилегающих участках – автоблокировка, длина пассажирского поезда 420 м, длина пригородного поезда 320 м, угол проектируемой путепроводной развязки 45°, локомотивное депо – основное, где производится экипировка, ремонт локомотивов, ёмкость путей для “горячего резерва” 380 м, для “холодного резерва” 450 м. Данные для проектирования товарно-складского комплекса: грузооборот по прибытию/отправлению, тыс. т в год для тарных и штучных грузов 115/60, для контейнеров 85/85, для тяжеловесных грузов 80/110, для навалочных грузов, ваг. тыс. т в год 27/180.

Для проектирования сортировочной горки используем следующие данные:

вес расчётного отцепа, тс – 30;

расчётная температура холодного месяца, С° -32;

то же летнего месяца, С° +24;

скорость ветра встречного/попутного, м/с – 5,3/5,0

угол β между направлением ветра и осью пути движения отцепа в градусах - 35°.

**2. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТАНЦИИ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЙ**

**2.1 Выбор примыкания железнодорожной линии**

В курсовом проекте примыкание к станции железнодорожных линий рассматриваем только с точки зрения технологии пропуска через данную станцию поездов с одной линии на другую.

Приём угловых поездов (отправляющихся в том же направлении с которого они прибыли) часто приводит к нарушению технологии работы приёмоотправочных парков, увеличению пробегов маневровых составов и поездных локомотивов. Особенно это проявляется на станциях смены бригад, когда прибывший локомотив приходится перегонять из “головы” в “хвост”. Поэтому рациональное примыкание к станции железнодорожных линий должно обеспечивать минимальные размеры угловых грузовых транзитных и пассажирских поездов.

Так как в данном курсовом проекте к станции Д примыкают три железнодорожные линии, то угловые вагонопотоки неизбежны между подходами.

Сравним два варианта примыкания железнодорожных линий к станции Д, отобразив данную схему на рисунке 2.1. Вариант с минимальным угловым потоком транзитных поездов примем дальнейшей разработке.

А

Б

В

В

Nва

Nав

Nбв

Nвб

1 вариант

2 вариант

Д

Рис. 2.1 Выбор направления бокового примыкания “В” к проектируемой станции “Д”

Определяем угловой вагонопоток по первому и второму варианту на основании следующих формул:

Nугл=Nа-в+Nв-а (2.1)

Nугл=Nб-в+Nв-б (2.2)

где, Nугл – угловой вагонопоток.

На основании формулы 2.1 определяем угловой вагонопоток по первому варианту:

Nугл=3+1=4 (поезда)

На основании формулы 2.2 определяем угловой вагонопоток по второму варианту:

Nугл=17+17=34 (поезда)

Далее определяем общий вагонопоток по формуле:

Nобщ=Nб-а+Nа-б+Nб-в+Nв-б+Nв-а+Nа-в; (поезд) (2.3)

где Nобщ – общий вагонопоток.

На основании формулы 2.3 определяем общий вагонопоток:

Nобщ=56+58+34+4=152 (поезда)

Определяем угловой вагонопоток по первому и второму варианту:

Α1,2=Nугл/Nобщ (2.4)

где, α – доля углового вагонопотока по первому и второму варианту.

На основании формулы 2.4 определяем вагонопоток угловой:

Α1=4/152=0,03

Α2=34/152=0,22

На основании произведённых расчётов доля углового вагонопотока составила меньше, чем по второму варианту, таким образом, принимаем для дальнейшей разработки первый вариант примыкания.

**2.2 Определение полезной длины приёмоотправочных путей**

Тяговый подвижной состав заданной массы с учётом необходимого резерва длины на неточность установки состава должен размещаться в пределах полезной длины пути. Из этих соображений полезная длина определяется по формуле:

Lпол=Qсост/α4\*(q4ст+q4т)+α8\*( q8ст+q8т)\*lсрваг+10+2\*lлок; (м) (2.5)

где, Qсост – масса состава, (т), принимаем согласно задания 5600т;

q4ст, q8ст – статическая нагрузка соответственно восьми- и четырёхосных вагонов, (т), принимаем для четырёхосных вагонов 59 т/в, а для восьмиосных 107 т/в;

q4т, q8т – вес тары соответственно восьми- и четырёхосных вагонов, т, принимаем q4т= 22 т, q8т=44 т;

α4, α8 – доля соответственно восьми- и четырёхосных вагонов, принимаем согласно задания α4=0,92, α8=0,08;

lлок – длина локомотива, (м), принимаем 33 м;

10 – резерв длины пути на неточность остановки, (м);

lсрваг – средняя длина физического вагона, (м), определяем по следующей формуле:

lсрваг= α4\*l4+ α8\*l8; (м) (2.6)

где, l4, l8 – длина соответственно восьми- и четырёхосных вагонов, (м), принимаем l4=14 м, l8=21 м.

На основании формулы 2.6 определяем среднюю длину физического вагона:

lсрваг=0,92\*14+0,08\*21=12,88+1,68=14,56 (м)

Далее определяем полезную длину путей на основании формулы 2.5:

Lпол=5600/0,92\*(59+22)+0,08\*(107+44)\*14,56+10+2\*33=1017,52 (м)~1050 (м)

Полезная длина путей составила 1017,52 (м), принимаем ближайшую стандартную длину приёмоотправочных путей станции, которая составляет 1050 (м).

**2.3 Определение числа главных путей на подходах**

Количество главных путей на подходах к станции определяем сопоставлением потребной пропускной способности прилегающих участков с их наличной пропускной способностью.

Количество главных путей на подходах А – Д, Б – Д принимаем 2, средства СЦБ – автоблокировка.

Потребная пропускная способность с учётом необходимого резерва на прилегающем участке В – Д определяем по следующей формуле:

Nпотр=(Nгр+ε\*Nпасс)\*(1+α); (поезд) (2.7)

где, Nгр, Nпасс – количество соответственно грузовых и пассажирских поездов на участке;

ε – коэффициент съёма грузовых поездов пассажирскими поездами (принимаем 1,8);

α – резерв пропускной способности линии, принимаем равным 0,1.

Наличная пропускная способность однопутных и двухпутных линий в парах поездов параллельного графика принимаем по таблице 2.1

Таблица 2.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Число главных путей | Способ связи по движению поездов | Период графика, мин | Пропускная способность, пп/сут |
| Два | Автоблокировка | 10 | 144 |
| 8 | 180 |
| 6 | 240 |
| Полуавтоматическая  блокировка | 20 | 72 |
| 15 | 96 |
| Один | Полуавтоматическая  блокировка | 30 | 36 |

На основании формулы 2.7 определяем потребную пропускную способность на участке В – Д:

Nпотр=(33+1,8\*23)\*(1+0,1)=81,84~82 (поезда)

Таким образом, согласно, сравнения с данными таблицы 2.1 принимаем, 2 пути, полуавтоматическая блокировка, период графика Т=15 мин.

**2.4 Выбор и обоснование типа станции**

Тип участковой станции определяется взаимным размещением основных приёмоотправочных и сортировочных парков. Прежде чем приступить к проектированию плана участковой станции, выбираем её принципиальную схему. Рассматриваем схемы продольного и полупродольного типов.

Если площадка станции не имеет существенных ограничений по длине применяем схемы продольного и полупродольного типа. В схеме продольного типа парки специализируются для работы с поездами в определённом направлении, а именно парк 1 - для приёма поездов с А и отправления на Б и В, парк 2 - для приёма транзитных поездов с Б и В и отправления на А. Парки 1 и 2 секционированы для одновременного приёма поездов с двух подходов.

Конструкция горловин станции позволяет принимать одновременно грузовые поезда со всех трёх направлений и отправлять на все эти направления. Также можно отправлять угловые транзитные поезда непосредственно с тех путей, на которые поезда были приняты.

В данной схеме устраняются пересечения маршрутов приёма и отправления транзитных чётных поездов с маршрутами следования нечётных пассажирских поездов по главной линии. Однако в целом схема не свободна от пересечений поездных маршрутов.

При смене на станции большого числа локомотивов транзитных поездов подлежит проверке пропускная способность центральной горловины.

В схеме полупродольного типа отсутствует выход из парка 2 в парк 1 и сортировочный парк. Связь между этими парками осуществляется через пассажирские пути и вытяжной путь со стороны А. Эта схема может быть применена в случае недостаточной длины площадки для схемы продольного типа, а также если удлинение площадки по местным условиям затруднено.

Переход к схемам продольного и полупродольного типа с развязкой по направлениям движения увеличивает пропускную способность узловых участковых станций двухпутных линий и повышает безопасность движения.

Потребная длина станционной площадки при длине приёмоотправочных путей равных 1050 м соответственно для типов схем рассчитываются по следующим формулам:

продольной 2Lпол+1900 (м); (2.8)

полупродольной 2Lпол+750 (м); (2.9)

поперечной Lпол+1350 (м) (2.10)

Таким образом, на основании формул 2.8, 2.9, 2.10 определяем тип станции:

продольной=2\*1050+1900=4000 (м);

полупродольной=2\*1050+750=2850 (м);

поперечной=1050+1350=2400 (м).

На основании произведённых расчётов принимаем к проектированию продольный тип участковой станции.

**2.5 Размеры работы станции**

При определении размеров работы станции подсчитываем общие размеры движения поездов на прилегающих участках по категориям, устанавливаем число поездов с переработкой и своего формирования. Определяем объёмы работы в вагонах по расформированию поездов на вытяжных путях, устанавливаем итоговые размеры пассажирского движения. Результаты расчётов сводим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2

Размеры движения грузовых и пассажирских поездов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Из  На | Наименование поездов | А | Б | В | Расформирование | Итого | Всего |
| А | Транзитные |  | 52 | 2 | - | 54 | 57/10 |
| Участковые | - | - | 2 | 2 |
| Сборные | - | - | 1 | 1 |
| Пассажирские | 6 | 1 | 1 | 8 |
| Пригородные | - | - | 2 | 2 |
| Б | Транзитные | 50 |  | 12 | - | 62 | 67/17 |
| Участковые | - | - | 3 | 3 |
| Сборные | - | - | 2 | 2 |
| Пассажирские | 6 | 5 | 1 | 12 |
| Пригородные | - | - | 5 | 5 |
| В | Транзитные | 1 | 12 |  | - | 13 | 16/11 |
| Участковые | - | - | 2 | 2 |
| Сборные | - | - | 1 | 1 |
| Пассажирские | - | 5 | 1 | 6 |
| Пригородные | - | - | 5 | 5 |
| Формирование | Участковые | 2 | 2 | 1 |  | 5 | 11/15 |
| Сборные | 2 | 2 | 2 | 6 |
| Пассажирские | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Пригородные | 2 | 5 | 5 | 12 |
| Итого | Транзитные | 51 | 64 | 14 | - | 129 | 151/53 |
| Участковые | 2 | 2 | 1 | 7 | 12 |
| Сборные | 2 | 2 | 2 | 4 | 10 |
| Пассажирские | 7 | 12 | 7 | 3 | 29 |
| Пригородные | 2 | 5 | 5 | 12 | 24 |
| Всего | Грузовые | 55 | 68 | 17 | 11 | 151 | 151/53 |
| Пассажирские | 9 | 17 | 12 | 15 | 53 |

**3.** **РАСЧЁТ ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ**

**3.1 Число приёмоотправочных путей для пассажирских поездов**

На узловой участковой станции для приёма и отправления пассажирских поездов используются главные и специальные приёмоотправочные пути (ПО), укладываемые рядом с главными.

Число пассажирских приёмоотправочных путей, включая главные, принимаем не менее числа прилегающих к станции направлений. Общее их количество должно обеспечивать одновременный приём поездов со всех примыкающих к станции подходов. При этом для обеспечения возможности пропуска пассажирских поездов пачками или пакетами необходимо иметь дополнительный путь сверх числа главных путей, также дополнительный путь может быть использован для пропуска грузовых поездов.

Из этих соображений минимальное число путей для пассажирского движения составит:

mпас=mпод+mдоп (путей) (3.1)

где mпод – число примыканий подходов железнодорожных линий, по заданию принимаем 3;

mдоп – число дополнительных пассажирских приёмоотправочных путей, принимаем для схем продольного типа - 2.

На основании формулы 3.1 определяем минимальное число приёмоотправочных путей для пассажирского движения:

mпас=3+2=5 (путей).

**3.2 Определение числа путей в приёмоотправочных парках для грузового движения**

Для расчёта числа путей в приёмоотправочных парках, производим распределение поездной работы между парками, выясняем, какие категории поездов и в каких количествах пропускаются через рассматриваемый парк. При распределении работы между парками учитываем следующее:

-равномерную загруженность парков и горловин;

-приём поездов, поступающих в расформирование, на пути парка, ближайшего к сортировочному;

-отправление поездов своего формирования из парков специализированного направления;

-отправление угловых поездов из тех парков, в которые они прибыли. Особое внимание в курсовом проекте уделяем назначению парков для угловых поездов. При этом анализируем пробеги поездов и локомотивов, враждебность при приёме и отправлении, безопасность движения поездов и проблемы, которые могут возникнуть при подготовке поезда к отправлению.

Распределение поездной работы заносим в таблицу 3.1.

Таблица 3.1

Распределение поездной работы между парками станции

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Из | Категория состава | На | ПО-1 | ПО-2 |
| А | Транзитные | Б  В | 52  2 | -  - |
| В расформирование | Д | - | 3 |
| Б | Транзитные | А | - | 50 |
| В | - | 12 |
| В расформирование | Д | - | 5 |
| В | Транзитные | А | - | 1 |
| Б | - | 12 |
| В расформирование | Д | - | 3 |
| Д | Своего формирования | А | - | 4 |
| Б | 4 | - |
| В | 3 | - |
| Итого | Транзитные | | 54 | 75 |
| В расформирование | | - | 11 |
| Своего формирования | | 7 | 4 |
| Всего по паркам | | | 64 | 90 |

Парк станции должен обеспечивать приём поездов со всех прилегающих к нему участков без задержек у входных сигналов.

Потребное число путей в парке зависит от размеров и неравномерности грузового и пассажирского движения, продолжительности и неравномерности обработки составов бригадами ПТО и ПКО, своевременного обеспечения составов локомотивами и локомотивными бригадами.

В курсовом проекте расчёт числа путей выполняем по интервалу прибытия. Данный метод расчёта применяется для парков, обслуживающих преимущественно одну категорию поездов (в курсовом проекте – это категория транзитных поездов), а количество других категорий по сравнению незначительно.

Расчёт производим в целом для парка по формуле:

m=tзан/Jр+1 (путей) (3.2)

где m – число путей в приёмоотправочном парке;

Jр – расчётный интервал прибытия поездов в данный парк, мин;

tзан – время занятия пути одним поездом, мин;

1 – дополнительный путь для обгона.

Для определения числа путей необходимо определить время занятия пути, которое определяется как средневзвешенное значение времени занятия пути поездами разных категорий:

tзан=tзантр\*Nтр+tзанрф\*Nрф+tзансф\*Nсф/(Nтр+Nрф+Nсф) (мин) (3.3)

где Nтр, Nрф, Nсф – число поступающих в парк соответственно транзитных, в расформирование и своего формирования поездов;

tзантр, tзанРФ, tзансф – время занятия пути соответственно транзитным, поступившим в расформирование и своего формирования поездом.

Время занятия пути в зависимости от категории поезда определяется:

-для транзитных поездов:

tзантр=tпр+tожпто+tптотр+tлок+tожотпр+tотпр (мин); (3.4)

-для поездов, поступивших в расформирование:

tзанРФ=tпр+tожпто+tптоРФ+tлок+tожвыв+tвыв (мин); (3.5)

-для поездов своего формирования:

tзансф=tвыст+tожпто+tптосф+tлок+tожотпр+tотпр (мин). (3.6)

где tпр – время занятия пути прибывающим поездом, мин.;

tвыст – время занятия пути в процессе перестановки состава с вытяжного пути в парк для отправления, мин.

tптотр, tптосф, tптоРФ – продолжительность обработки поездов бригадами ПТО соответственно транзитных, своего формирования и поступивших в расформирование, мин., принимаем соответственно 20, 30 и15 мин.;

tожпто – время ожидания обработки состава ПТО, мин.;

tлок – время на прицепку локомотива, оформление документов и опробование тормозов, мин., принимаем 10 мин.;

tожотпр – время ожидания поездом отправления на участок, мин.;

tожвыв – время ожидания составом перестановки на вытяжной путь для расформирования, мин. Принимаем равным половине среднего времени расформирования состава на вытяжном пути, 20 мин.;

tотпр – время занятия пути отправляющимся поездом, мин.;

tвыв – время занятия пути в процессе перестановки состава на вытяжной путь для расформирования, мин.

Время занятия пути прибывающим поездом в зависимости от способа связи по движению определяем по следующим формулам:

-при автоблокировке:

tпр=tм+(Lбл///16,7\*Vх)+(Lбл/+Lг+Lпол/16,7\*Vвх) (мин); (3.7)

-при полуавтоматической блокировке

tпр=tм+tв+(Lт+Lг+Lпол/16,7\*Vвх) (мин) (3.8)

где tм – время приготовления маршрута, мин. (принимаем 0,2 мин.);

tв – время на восприятие машинистом показания сигнала, мин., принимаем 0,1 мин.;

Lбл//, Lбл/ - длины соответственно второго и первого блок-участков, м, принимаем соответственно 800 и 1200 м;

Lг – длина входной горловины, расстояние от входного сигнала до предельного столбика на пути приёма, м , принимаем при электрической тяге 650 м;

Lт – длина тормозного пути, м, принимаем 800 м;

Lпол – полезная длина приёмоотправочного пути, м, принимаем 1050 м;

Vх – скорость хода по второму блок-участку, км/час, принимаем 60 км/час;

Vвх – средняя скорость хода по первому блок-участку, горловине и пути до остановки, км/час, принимаем 30 км/час;

16,7 – коэффициент перевода скорости из км/час в м/мин.

Таким образом на основании формул 3.7 и 3.8 определяем время занятия пути прибывающим поездом:

-при автоблокировке:

tпрД-Б, Д-А=0,2+(1200/16,7\*60)+(800+650+1050/16,7\*30)=6,39 (мин)

-при полуавтоматической блокировке:

tпрД-В=0,2+0,1+(800+650+1050/16,7\*30)=5,29 (мин)

Время занятия пути при отправлении поезда исчисляется с момента приготовления маршрута до момента освобождения поездом пути и разделки маршрута и определяется по формуле:

tот=tм+tо+(Lго+Lпол/16,7\*Vвых) (мин) (3.9)

где tо – время от приготовления маршрута до трогания поезда, мин., принимаем 0,5 мин.;

Lго – длина горловины отправления, м, принимаем 350 м;

Vвых – скорость отправления поезда с учётом разгона, км/час, принимаем 30 км/час.

На основании формулы 3.9 определяем время занятия пути при отправлении поезда:

tот=0,15+0,5+(350+1050/16,7\*30)=3,45 (мин)

Продолжительность различных маневровых передвижений, в том числе по выводу состава из парка на вытяжку для расформирования tвыв и перестановке состава своего формирования в приёмоотправочный парк для отправления tвыст, определяем по формуле:

tман=tм+(Lман/16,7\*Vман) (мин) (3.10)

где Lман – длина полурейса с учётом длины маневрового состава, м;

Vман – скорость маневровых передвижений, км/час.

Длина полурейса определяется по формуле:

Lман=Lпол+Lуч (м) (3.11)

где Lуч – длина участка от предельного столбика вытяжного пути до предельного столбика приёмоотправочного пути, м, в курсовом проекте принимаем 150 м;

Скорость маневровых передвижений не должна превышать значений, указанных в ПТЭ: 15 км/час при движении вагонами вперёд на занятый путь, 25 км/час при движении вагонами вперёд на свободный путь и км/час при движении локомотивом вперёд. Среднюю скорость с учётом этих ограничений принимаем 25 км/час.

Руководствуясь формулой 3.11 определяем длину полурейса:

Lман=1050+150=1200 (м)

Далее мы можем определить продолжительность маневровых передвижений по формуле 3.10:

tман=0,15+(1200/16,7\*25)=3,02 (мин)

Время ожидания технического осмотра определяем по следующей формуле:

tожпто=ρ2пто\*(ν2птовх+ν2птообсл)/(\*λпто\*(1-ρпто))\*60 (мин) (3.12)

где ρпто – загрузка системы ПТО, определяется отношением интенсивности входящего потока системы ПТО λпто к интенсивности обслуживания данной системы μпто по формуле:

ρпто=λпто/μпто (3.13)

Загрузка системы ПТО должна быть строго меньше 1 и для станционных систем составлять 0,75-0,85. Если загрузка системы ПТО ρпто больше 0,85, что будет приводить к значительным простоям составов в ожидании обработки, или меньше 0,75, в результате чего будут непроизводительно использоваться работники ПТО.

νвхпто – коэффициент вариации интервалов входящего в систему ПТО потока, принимаем равным 1;

νобслпто – коэффициент вариации интервалов обслуживания в системе ПТО, принимаем равным 0,33.

Интенсивность поступления составов в систему технического осмотра определяем по формуле:

λпто=Nгр/24 (3.14)

где Nгр – общее число поездов, поступающих в парк для обслуживания бригадами ПТО, его составляет сумма транзитных, разборочных и сформированных на станции поездов, поступающих в рассматриваемый парк. Принимаем для парка ПО-1 – 61 поезд, для ПО-2 – 90 поездов.

На основании формулы 3.14 определяем интенсивность поступления составов в систему для каждого парка:

λптопо-1=61/24=2,54=3 (поезда);

λптопо-2=90/24=3,75=4 (поезда).

Интенсивность технического осмотра определяем, как величину обратную средней продолжительности обработки tпто одного состава бригадами ПТО по формуле:

μпто=60/tпто (3.15)

Средневзвешенное время технического обслуживания составит:

tпто=tптотр\*Nтр+tптоРФ\*Nрф+tптосф\*Nсф/Nтр+Nрф+Nсф (мин) (3.16)

Далее определяем загрузку системы ПТО на основании формулы 3.13 для каждого парка:

ρптопо-1=2,54/2,84=0,89, принимаем 0,85;

ρптопо-2=3,75/3,03=1,24, принимаем 0,85.

На основании формулы 3.12 определяем время ожидания технического осмотра для каждого парка

tожпто по-1=(0,85)2\*(1+(0,33)2)/2\*2,66\*(1-0,85)\*60=60,15 (мин);

tожпто по-2=(0,85)2\*(1+(0,33)2)/2\*3,75\*(1-0,85)\*60=42,66 (мин).

Время ожидания поездом отправления на участок находим отдельно для каждого подхода (А,Б,В) по следующей формуле:

tожот=ρот2(νвх2от+νобсл2от)/2\*λот\*(1-ρот) (мин) (3.17)

где ρпто – загрузка системы по отправлению, определяем аналогично загрузке системы ПТО, то есть ρот=λот/μот (3.18)

νвхот – коэффициент вариации входящего в систему отправления потока поездов;

νобслот – коэффициент вариации интервалов обслуживания для системы отправления, принимаем 0,33;

λот – интенсивность отправления грузовых поездов на каждый участок находим делением общего числа отправленных на участок поездов Nгрот на суточный период по следующей формуле:

λот=Nгрот/24 (3.19)

На основании формулы 3.19 определяем интенсивность отправления грузовых поездов на каждый участок:

λотД-А, Д-Б=4/24=0,16;

λотД-В=3/24=0,13.

Интенсивность, с которой каждый участок могут обслуживать отправляемые грузовые поезда определяем по формуле:

μот= (1440/Тпер)-(ε\*Nпасс)/24 (3.20)

где Тпер – период графика соответствующей линии, принимаем на основании таблицы 2.1;

ε – коэффициент съёма грузовых поездов пассажирскими, принимаем для двухпутного участка 1,2;

Nпасс – число пассажирских поездов отправляемых на участок.

На основании формулы 3.20 определяем интенсивность, с которой каждый участок могут обслуживать отправляемые грузовые поезда:

μотД-А=(1440/10)-(1,2\*3)/24=5,85;

μотД-Б=(1440/10)-(1,2\*6)/24=5,70;

μотД-В=(1440/15)-(1,2\*6)/24=3,70.

По формуле 3.18 определяем загрузку системы по отправлению:

ρотД-А=0,16/5,85=0,03, принимаем 0,75;

ρотД-Б=0,16/5,70=0,028, принимаем 0,75;

ρотД-В=0,13/3,70=0,035, принимаем 0,75.

На основании формулы 3.17 определяем время ожидания поездом отправления на участок отдельно для каждого подхода:

tожотД-А=(0,75)2\*((0,4305)2+(0,33)2)/2\*0,16\*(1-0,75)\*60=124,1 (мин);

tожотД-Б=(0,75)2\*((0,4305)2+(0,33)2)/2\*0,16\*(1-0,75)\*60=124,1 (мин);

tожотД-В=(0,75)2\*((0,4305)2+(0,33)2)/2\*0,13\*(1-0,75)\*60=152,4 (мин).

Определив, время ожидания поездом отправления на участки определяем, средневзвешенное время технического обслуживания по формуле 3.16:

tптопо-1=(20\*54+15\*0+30\*7)/54+7=21,14 (мин);

tптопо-2=(20\*75+15\*11+30\*4)/75+11+4=19,83 (мин).

Далее, руководствуясь формулой 3.15 определяем, интенсивность технического осмотра:

μптопо-1=60/21,14=2,84;

μптопо-2=60/19,83=3,03.

Составы, выходя из системы технического осмотра, образуют поток требований в систему отправления. Неравномерность, с которой они покидают систему ПТО, определяет коэффициент вариации входящего в систему потока поездов, который с достаточной степенью точности определяем по эвристической формуле:

νвхот=ρпто\*νобслпто+(1-ρпто)\*νвхпто (3.21)

Определяем неравномерность, с которой покидают составы систему ПТО по формуле 3.21:

νвхот по-1=0,85\*0,33+(1-0,85)\*1=0,4305;

νвхот по-2=0,85\*0,33+(1-0,85)\*1=0,4305.

Определив время ожидания поездом отправления для каждого примыкания, находим средневзвешенное значение tожср.от. для парка отправляющего поезда на два направления:

tожср.от.=tожот. Б\*Nгрот. Б+tожот. В\*Nгрот. В/Nгрот. Б+Nгрот. В (мин) (3.22)

где tожот. Б, tожот. В – время ожидания отправления соответственно на участки Б и В;

Nгрот.Б, Nгрот.В – количество грузовых поездов, отправляемых соответственно на участки Б и В.

Таким образом, на основании формулы 3.22 определяем средневзвешенное значение для парка отправляющего поезда на два направления:

tожср.от.=124,11\*56+152,4\*5/56+5=126,42 (мин)

Руководствуясь формулами 3.4, 3.5, 3.6 определяем время занятия пути для транзитных поездов, для поездов, поступивших в расформирование, для поездов своего формирования соответственно для каждого парка в отдельности:

tзантр ПО-1=6,39+60,15+20+10+124,11+3,45=224,1 (мин);

tзантр ПО-2=6,39+42,66+20+10+126,42+3,45=208,92 (мин);

tзанрф ПО-1=6,39+60,15+15+10+20+3,02=114,56 (мин);

tзанрф ПО-2=6,39+42,66+15+10+20+3,45=97,5 (мин);

tзансф ПО-1=3,02+60,15+30+10+124,11+3,45=230,79 (мин);

tзансф ПО-2=3,02+42,66+15+10+126,42+3,45=200,55 (мин).

Далее на основании формулы 3.3 определяем средневзвешенное значение времени занятия пути поездами разных категорий для каждого парка в отдельности:

tзанПО-1=224,1\*54+114,56\*0+230,79\*7/54+0+7=224,86 (мин);

tзанПО-2=208,92\*75+97,5\*11+200,55\*4/75+11+4=194,93 (мин).

Расчётный интервал прибытия поездов в парк с двухпутного участка находим по формуле:

Jр=Jср+Jmin/2 (мин) (3.23)

где Jmin – минимальный интервал следования поездов на участке по условиям автоблокировки;

Jср – средний интервал следования поездов, для двухпутных линий определяем по следующей формуле:

Jср=1440/β\*Nгр+ε\*Nпасс (мин) (3.24)

где β – коэффициент увеличения расчётных размеров движения вследствие внутримесячной неравномерности, принимаем 1,1.

На основании формулы 3.24 определяем средний интервал следования поездов, для двухпутных линий:

JсрА=1440/1,1\*4+1,2\*3=180 (мин);

JсрБ=1440/1,1\*4+1,2\*6=124,1 (мин);

JсрВ=1440/1,1\*3+1,2\*6=137,1 (мин).

Далее определяем расчётный интервал прибытия поездов в парк с двухпутного участка по формуле 3.23:

JрА=180+10/2=95 (мин);

JрБ=124,1+10/2=67,05 (мин);

JрВ=137,1+15/2=76,05 (мин).

При примыкании к парку двух подходов, в данном случае Б и В, в качестве расчётного используют средневзвешенное значение расчётных интервалов на участках по формуле:

Jрср. вз.=JрБ+JрВ/JрБ+JрВ (мин) (3.25)

На основании формулы 3.25 определяем средневзвешенное значение расчётных интервалов на участке Б – В:

Jрср. вз Б-В=67,05\*76,05/67,05+76,05=36,13 (мин)

На основании произведённых расчётов рассчитываем количество путей для каждого парка в отдельности по формуле 3.2:

mПО-1=224,86/95+1=4 (пути), принимаем 5 путей;

mПО-2=194,93/36,13+1=7 (путей).

Таким образом, на основании произведённых расчётов мы получили необходимое количество путей в парке ПО-1 равное 5, в парке ПО-2 равное 7 путям.

**4.** **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОРТИРОВОЧНОГО ПАРКА**

**4.1 Расчёт числа сортировочных и вытяжных путей**

Сортировочные пути служат для распределения вагонов расформируемого состава по отдельным назначениям и для стоянки этих вагонов под накоплением с целью формирования нового состава. Число сортировочных путей зависит от количества назначений по плану формирования и количества перерабатываемых вагонов. На участковых станциях число сортировочных путей должно быть не менее:

а) одного – для каждого примыкающего участка для накопления и формирования сборных поездов;

б) одного – для каждого примыкающего участка для накопления и формирования участковых поездов;

в) одного – для вагонов, поступающих в адрес станции;

г) одного – для постановки различных вагонов, отцепляемых на станции, в том числе и неисправных;

д) одного – для постановки вагонов с разрядными грузами, сжиженными и сжатыми газами со сквозным выходом на главный путь в обоих направлениях.

Число путей, выделяемое в сортировочном парке на отдельное направление для накопления вагонов на участковые и сборные поезда, зависит от вагонопотока. Предусматриваем выделение двух путей для раздельного накопления сборных и участковых поездов.

Число путей для местных вагонов зависит от местного вагонопотока. Для местного вагонопотока выделяем по одному пути.

Полезная длина сортировочных путей для накопления сборных и участковых поездов проектируется на 10% больше полезной длины путей. Длина остальных сортировочных путей определяется в зависимости от числа вагонов, намеченных под накопление, и принимается равной 300 – 500 м.

Вытяжные пути на участковых станциях служат для производства маневровой работы по расформированию – формированию поездов, подборке местных вагонов по фронтам погрузки – выгрузки, отцепки неисправных вагонов из составов поездов, для перестановки составов из парка в парк и др. Для нормальной работы станции принимаем два вытяжных пути – по одному с каждой стороны сортировочного парка.

Вытяжные пути имеют полезную длину, равную длине формируемых поездов. Кроме того в курсовом проекте во входной горловине смещённого приёмоотправочного парка предусматриваем вытяжной путь с полезной длиной, равной половине длины приёмоотправочного пути, для отцепки вагонов от транзитных поездов, а также для смены части вагонов групповых поездов.

Для установления потребности в сортировочных путях составляем таблицу определения числа сортировочных путей, в которой отражаем количество необходимых сортировочных путей.

Таблица 4.1

Определение числа сортировочных путей

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Назначение путей | | Количество перерабатываемых поездов | Количество сортировочных путей | Полезная длина путей, м |
| Для участковых поездов | на А | 2 | 1 | 1155 |
| на Б | 2 | 1 |
| на В | 1 | 1 |
| Для сборных поездов | на А | 2 | 1 |
| на Б | 2 | 1 |
| на В | 2 | 1 |
| Для вагонов на ГД | | - | 1 | 300 - 500 |
| Для вагонов на подъездные пути и ЛХ | | - | 1 |
| Для неисправных вагонов | | - | 1 |
| Для вагонов с разрядными грузами | | - | 1 |
| Итого | | 11 | 10 |  |

**4.2 Сортировочные устройства**

Сортировочные устройства на участковых станциях предназначены для расформирования и формирования участковых, сборных и передаточных поездов и подборки местных вагонов по пунктам выгрузки. К сортировочным устройствам относятся сортировочные и вытяжные пути, стрелочные горловины на уклонах, вытяжные пути специального профиля, полугорки, горки малой мощности. В курсовом проекте проектируем горку малой мощности на основном вытяжном пути.

Горки малой мощности сооружаются при числе путей в сортировочном парке до 16 включительно и суточной переработке 250 – 1500 вагонов. Сортировка вагонов на горке выполняется за счёт использования их силы тяжести.

Стрелочные горловины сортировочного парка и участок вытяжного пути за последним стрелочным переводом располагаем на спуске до 1,5‰ в сторону сортировочной горки, чтобы создать благоприятные условия для маневровой работы толчками.

Голова сортировочного парка от разделительной стрелки до предельных столбиков проектируется более короткой за счёт группировки путей в пучки и применения симметричных стрелочных переводов марки 1/6.

**4.3 Определение расчётной высоты горки малой мощности**

Высотой горки называют разность отметок головок рельсов путей на вершине горки и в расчётной точке. Высота горки должна обеспечивать добегание расчётного бегуна при неблагоприятных условиях по наиболее трудному пути до расчётной точки. При такой высоте горки основная масса бегунов будет проходить вглубь сортировочного парка, освобождая стрелки горочной горловины для прохода отцепов на другие пути.

За расчётный бегун в курсовом проекте принимаем 4-осный крытый вагон на роликовых подшипниках, вес принимаем согласно задания.

Расчётная высота горки малой мощности определяется по формуле:

Hр=1,5\*(∑hw0i+∑hwсвi+∑hwскi)-h0 (м) 4.1)

где 1,5 метра – величина отклонения расчётного значения суммы от её среднего значения;

∑hw0i,∑hwсвi,∑hwскi – суммарные значения потерь энергии при преодолении сопротивлений движению (основного, среды и ветра, стрелок и кривых), метры энергетической высоты (м.э.в.);

h0 – удельная энергия, соответствующая скорости роспуска.

Расчёт элементов выше приведённого выражения выполняем по следующим формулам:

∑hw0i=∑w0\*li\*10-3 (м.э.в.); (4.2)

∑hwсвi=∑wсвi\*li\*10-3 (м.э.в.); (4.3)

∑hwскi=∑(0,56\*ni+0,23\*∑α)\*νi2\*10-3 (м.э.в.). (4.4)

где w0 – основное удельное сопротивление движению расчётного бегуна, кгс/тс, принимаем 1,54 кгс/тс;

li – длина i – го расчётного участка, м;

wсвi – удельное сопротивление движению расчётного бегуна от воздушной среды и ветра на i-ом участке, кгс/тс;

ni, ∑αi – соответственно число стрелочных переводов и сумма углов поворота в градусах в пределах данного участка;

νi – средняя скорость движения расчётного бегуна на соответствующем расчётном участке, м/с, принимаем 3,0 м/с.

На основании формулы 4.2 определяем основное сопротивление движению:

∑hw0i1=1,54\*25\*10-3=0,0385 (м.э.в.);

∑hw0i2=1,54\*178,48\*10-3=0,2748 (м.э.в.);

∑hw0i3=1,54\*66,1\*10-3=0,1018 (м.э.в.).

Удельное сопротивление движению от воздушной среды и ветра для одиночных вагонов определим по формуле:

Wсв=(17,8\*Сх\*S/(273+t)\*q)\*ν2от (кгс/тс) (4.5)

где S – площадь поперечного сечения вагона, м2;

Сх – коэффициент воздушного сопротивления одиночных вагонов;

t – температура наружного воздуха холодного месяца в году, принимаем по заданию, °С;

q – вес расчётного отцепа, тс;

ν2от – относительная скорость вагона с учётом направления ветра, м/с, которую определяем по формуле:

ν2от=ν2+ν2в+2\*ν\*νв\*cos β (м/с) (4.6)

где ν – средняя скорость скатывания отцепа на участке, м/с;

νв – скорость ветра, м/с;

β – угол между направлением ветра и осью участка пути, по которому движется отцеп.

На основании формулы 4.6 определяем результирующую скорость вагона с учётом направления ветра:

ν2отц1=(3,5)2+(5,3)2+2\*3,5\*5,3\*cos 35=78,24 (м/с);

ν2отц2=(3,0)2+(5,3)2+2\*3,0\*5,3\*cos 35=63,14 (м/с);

ν2отц3=(1,4)2+(5,3)2+2\*1,4\*5,3\*cos 35=42,25 (м/с).

Далее на основании формулы 4.5 определяем удельной сопротивление движению от воздушной среды и ветра для одиночных вагонов:

wсв1=(17,8\*1,64\*9,7/(273-32)\*30)\*78,24=3,06 (кгс/тс);

wсв2=(17,8\*1,79\*9,7/(273-32)\*30)\*63,14=2,70 (кгс/тс);

wсв3=(17,8\*1,60\*9,7/(273-32)\*30)\*42,25=1,61 (кгс/тс).

Теперь мы можем определить суммарные значения потерь энергии при преодолении сопротивлений среды и ветра, стрелок и кривых на основании формул 4.3 и 4.4 соответственно:

∑hwсвi1=3,06\*25\*10-3=0,076 (м.э.в.);

∑hwсвi2=2,70\*178,48\*10-3=0,48 (м.э.в.);

∑hwсвi3=1,61\*66,1\*10-3=0,11 (м.э.в.);

∑hwскi2=(0,56\*3+0,23\*17,29)\*63,14\*10-3=0,05 (м.э.в.)

На основании формулы 4.1 мы можем определить расчётную высоту горки малой мощности:

Hр=1,5\*(0,42+0,666+0,05)-0,061=1,6 (м)

Таким образом, высота горки составила 1,6 м.

На основании полученных данных составляем таблицу величин удельных работ сил сопротивления движению расчётного бегуна.

Таблица 4.2

Определение величин удельных работ сил сопротивления движению расчётного бегуна

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N участка | Длина участка | Крытый 4-х осный | | | | | | | |
| w0, кгс/тс | hw0, м.э.в. | wсв, кгс/тс | hwсв, м.э.в. | νi,  м/с | ni | ∑αi | hwск, м.э.в. |
| 1 | 25 | 1,54 | 0,0385 | 3,06 | 0,076 | 8,85 | - | - | - |
| 2 | 178,48 | 1,54 | 0,2748 | 2,70 | 0,48 | 7,95 | 3 | 17,29 | 0,05 |
| 3 | 66,1 | 1,54 | 0,1018 | 1,61 | 0,11 | 6,5 | - | - | - |
| ∑li =269,58 | | ∑hwоснi=0,4151 | | ∑hсвi=0,666 | | ∑hwскi=0,05 | | | |

Удельная энергия, соответствующая скорости роспуска вагонов определяется по формуле:

h0=ν20\*1,2/2\*g/ (4.7)

где g/ - ускорение свободного падения с учётом инерции вращающихся масс для расчётного бегуна:

g/=9,81/1+(0,42\*n/q) (м/с2) (4.8)

где 9,81 – ускорение силы тяжести, м/с2;

n – число осей расчётного отцепа.

На основании формулы 4.8 определяем ускорение свободного падения с учётом инерции вращающихся масс для расчётного бегуна:

g/=9,81/1+(0,42\*4/30)=9,29 (м/с2)

Определяем удельную энергию на основании формулы 4.7:

h0=1,2/2\*9,81=0,061

**4.4 Проектирование продольного профиля спускной части горки**

Высота сортировочной горки в пределах расчётной длины может быть определена, как сумма трёх профильных высот расчётных участков:

-hг – головного (между вершиной горки и 1 тормозной позицией(ТП));

-hср – среднего (между началом 1ТП и началом парковой тормозной позиции (ПТП));

-hн – нижнего (между началом ПТП и расчётной точкой (РТ)).

На ГММ с одной ТП нм спускной части высота горки определяется суммой профильных высот двух участков: нижнего и головного.

Профиль высоты горки проектируем так, чтобы профильная высота её не превышала расчётную Hр. Для этого расчётный путь (от ВГ до РТ) разделяем на профильные участки – скоростной (lск), промежуточный (lпром), участок стрелочной зоны (lсз) и участок до расчётной точки (lрт).

Скоростной элемент спускной части горки проектируем наиболее крутым для получения интервалов на вершине горки при свободном скатывании отцепов. Что касается нижнего ограничения крутизны скоростного участка на горках малой мощности она должна быть не менее 25-30‰.

Промежуточный участок проектируем на уклоне iпр=7-15‰.

По условиям минимизации мощности парковой тормозной позиции стрелочная зона должна располагаться на не ускоряющемся уклоне. Крутизна участка стрелочной зоны проектируется в пределах 1,5-2‰. Парковая тормозная позиция при оборудовании её замедлителями и расположении в кривой проектируется на уклоне до 2‰, на прямой – до 1,5‰.

Сортировочные пути располагаются на не ускоряющем уклоне. Их проектируем на равномерном спуске крутизной от 1-1,5‰.

Для определения длин перелома профиля намечаем точки перелома профиля. В точках перелома профиля нельзя располагать замедлители, остряки и крестовины стрелочных переводов. Переломы профиля разрешается делать в любом месте горизонтальной кривой, а также внутри стрелочного перевода между остряками крестовиной. Для этого точка перелома профиля отодвигается на 2-3 метра от центра стрелочного перевода в сторону крестовины.

Профильная высота промежуточного участка определяется по формуле:

hпром=Hр-hcк-hсз-hрт (м) (4.9)

Определяем высоту головного участка:

hск=iск\*lск\*10-3 (м) (4.10)

На основании формулы 4.10 определяем высоту головного участка:

hск=30\*25\*10-3=0,75 (м)

Далее определяем высоту среднего участка:

hсз=iсз\*lсз\*10-3 (м) (4.11)

На основании формулы 4.11 определяем высоту среднего участка:

hсз=2\*139,82\*10-3=0,279 (м)

Определяем высоту нижнего участка на основании следующей формулы:

hптп=iптп\*lптп\*10-3 (м) (4.12)

На основании формулы 4.12 определяем высоту нижнего участка:

hптп=1,5\*66,1\*10-3=0,099 (м)

Далее определяем высоту промежуточного участка на основании формулы 4.9:

hпром=1,6-0,75-0,099-0,279=0,47 (м)

Необходимо определить крутизну уклона:

iпром=hпром\*103/lпром (‰) (4.13)

На основании формулы 4.13 определяем крутизну уклона промежуточного участка:

iпром=0,47\*103/38,5=12,2 (‰)

проектирование продольного профиля сортировочной горки выполняем в масштабах: вертикальной – 1:20 и горизонтальной – 1:100.

**4.5 Определение потребной мощности и выбор числа тормозных средств**

Суммарная мощность тормозных средств на спускной части сортировочной горки малой мощности с числом тормозных позиций 1 – 2 ( включая парковую тормозную позицию) Hm должна обеспечивать при благоприятных условиях скатывания остановку 4-осного вагона весом 100 тс и сопротивлением 0,5 кгс/тс на парковой тормозной позиции.

Минимальная мощность тормозных средств по маршруту скатывания вагона от вершины горки до первой разделительной стрелки пучка определяется по формуле:

HТmin=Hг+h0-hwox-hпр (4.14)

где Hг – высота сортировочной горки, м.э.в.;

h0 – удельная энергия, соответствующая скорости роспуска 2,5 м/с;

hwox – работа сил сопротивления, преодолеваемая ОХ в благоприятных условиях на участке от ВГ до конца последнего замедлителя пучковой тормозной позиции, м.э.в.;

hпр – профильная высота участка от конца последнего замедлителя пучковой тормозной позиции до расчётной точки, м.э.в.

Работа сил сопротивления, преодолеваемая ОХ бегуном в благоприятных условиях на участке от ВГ до конца последнего замедлителя пучковой тормозной позиции:

hwox=(w0ox+wсвox)\*lАБ+ν2ПТП\*(0,56\*nПТП+0,23\*∑αПТП) (4.15)

где w0ox – основное удельное сопротивление ОХ бегуна, кгс/тс;

lАБ – расстояние от вершины горки до конца парковой тормозной позиции, м;

ν1ТП – среднее значение скорости движения ОХ бегуна на указанном участке, м/с;

n1ТП – число стрелочных переводов на маршруте следования отцепа от ВГ до парковой тормозной позиции;

α1ТП – сумма углов поворота на данном участке.

На основании формулы 4.15 определяем работу сил сопротивления, преодолеваемую ОХ бегуном в благоприятных условиях на участке ВГ до конца последнего замедлителя пучковой тормозной позиции:

hwox=(0,5+0,08)\*203,48+42\*(0,56\*3+0,23\*17,29)\*10-3=0,208

Профильная высота участка от конца последнего замедлителя пучковой тормозной позиции до расчётной точки, м:

hпр=iрт\*lсп (м) (4.16)

где iрт – крутизна уклона начальной части путей сортировочного парка до расчётной точки по проекту, ‰;

lсп – расстояние от парковой тормозной позиции до расчётной точки, м

По формуле 4.16 определяем профильную высоту участка от конца последнего замедлителя пучковой тормозной позиции до расчётной точки:

hпр=1,5\*50\*10-3=0,0075 ‰

Руководствуясь формулой 4.14, определяем минимальную мощность тормозных средств по маршруту скатывания вагона от вершины горки до первой разделительной стрелки пучка:

HТmin=1,6+0,14-0,208-0,0075=1,52 (м)

Суммарная потребная мощность тормозных позиций спускной части горки определяем по формуле:

HТ=kу\*HТmin (4.17)

где kу – коэффициент увеличения потребной расчётной мощности тормозных позиций спускной части горки, вызываемой требованиями совместного интервального и прицельного торможения, безопасной сортировки вагонов, компенсации погрешности скорости скатывания вагонов. Принимаем 1,20 при двух тормозных позициях.

На основании формулы 4.17 определяем суммарную потребную мощность тормозных позиций спускной части горки:

HТ=1,20\*1,52=1,824 (м)

Принимаем 2 замедлителя КНП – 5 и 3 замедлителя РМЗ – 2.

**5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСКОГО КОМПЛЕКСА (ТСК)**

**5.1 Грузовые устройства и их размещение на территории ТСК**

Основными устройствами грузового района являются склады, крытые и открытые площадки, которые специализируются по родам грузов и способу их перевалки. В их состав входят крытые склады для тарных и штучных грузов, контейнерные площадки для средне- и крупнотоннажных контейнеров, площадки для тяжеловесных грузов, металлов, навалочных грузов, платформы для колёсных и самоходных грузов, крытые площадки для сыпучих грузов, боящихся атмосферных осадков. Также на территории ТСК для выполнения грузовых операций имеются выставочные, погрузочно-выставочные пути, машины и погрузочно-разгрузочные механизмы и другие устройства.

Крытые склады для тарных и штучных грузов проектируем с внешним расположением погрузочно-разгрузочных путей по типовым проектам. Ширину крытых грузовых складов с внешним расположением путей ангарного типа принимаем 30 м.

Для переработки контейнерных и тяжеловесных грузов предусматриваем специальные покрытые асфальтом площадки, оборудованные двухконсольными козловыми кранами КК-05.

Навалочные и сыпучие грузы выгружаются из саморазгружающихся вагонов на повышенных путях высотой 2,0-2,5 м. На станции вблизи грузового двора в районе вытяжного пути размещаем вагонные весы грузоподъёмностью до 150 т длиной 15,5 м. Весовой путь проектируем сквозным и горизонтальным с прямыми участками с каждой стороны весов не менее 20 м.

Кроме грузовых устройств и сооружений на ТСК проектируем служебно-технические здания с бытовыми помещениями, зарядная станция для электропогрузчиков, автомобильные весы, асфальтовые проезды, площадка для стоянки автомобилей в ожидании грузовых операций, водопровода, канализации, телефонной и громкоговорящей связи.

**5.2 Расчёт основных параметров складов**

Площади крытых складов, крытых и открытых платформ, а также площадок для контейнеров, тяжеловесов и навалочных грузов определяем в зависимости от объёма погрузки и выгрузки, расчётных сроков хранения грузов и средней погрузки на 1 м2 площади склада.

Площади перечисленных складов рассчитываем по категориям грузов отдельно по прибытию и отправлению по формуле:

F=Qг\*kн\*tx\*β/365\*P (м2) (5.1)

где Qг – расчётные размеры прибытия или отправления грузов данной категории за год, т, принимаем по заданию;

kн – коэффициент неравномерности прибытия или отправления грузов, для ориентировочных расчётов в средних условиях принимаем 1,1;

tх – срок хранения грузов на складе, принимаем по заданию, сут.;

β – коэффициент, учитывающий размеры дополнительной площади на проходы для людей и проезды для погрузочно-разгрузочных механизмов, принимаем по заданию;

Р – нагрузка на 1 м2 полезной площади складских помещений, принимаем по заданию, м2.

В курсовом проекте склад проектируем общим для прибывающих и отправляемых грузов, поэтому потребная площадь принимается суммарная по прибытию и отправлению для каждого рода грузов, кроме навалочных.

На основании формулы 5.1 определяем площади складов.

для тарно-штучных грузов по прибытии:

F=115000\*1,1\*2,0\*2,0/365\*0,35=3961 (м2)

для тарно-штучных грузов по отправлению:

F=60000\*1,1\*2,5\*2,0/365\*0,35=2583 (м2)

для контейнеров по прибытии:

F=85000\*1,1\*2,0\*1,9/365\*0,8=1217 (м2)

для контейнеров по отправлению:

F=85000\*1,1\*1,5\*1,9/365\*0,8=913 (м2)

для тяжеловесных грузов по прибытии:

F=80000\*1,2\*2,5\*1,6/365\*1,0=1052 (м2)

для тяжеловесных грузов по отправлению:

F=110000\*1,2\*1,0\*1,6/365\*1,0=579 (м2)

Площадь склада для навалочных грузов определяем только по отправлению.

для навалочных грузов по отправлению:

F=180000\*1,2\*2,5\*1,5/365\*2,0=1110 (м2).

Потребная длина склада для каждого рода груза определяется по формуле:

Lск=F/B (м) (5.2)

где B – ширина склада, используемая для размещения груза, м.

Длину крытого склада с наружным расположением путей принимаем не более 300 м, как правило кратной 6 м, а длину открытых площадок кратной 5 м.

На основании формулы 5.2 определяем потребную длину складов для каждого рода груза.

для тарно-штучных грузов:

Lскл=6544/30=218=222 (м)

для контейнеров:

Lскл=2130/16=133=135 (м)

для тяжеловесных грузов:

Lскл=1631/16=102=105 (м)

Длина повышенного пути для навалочных грузов по прибытию определяется по числу выгружаемых вагонов за сутки по формуле:

Lпп=nваг\*lваг/nпод (м) (5.3)

где nваг – число вагонов, выгружаемых за сутки, принимаем 27 вагонов;

lваг – длина вагона, принимаем 14,7 м;

nпод – число подач на грузовой двор за сутки, в смену принимаем две подачи.

Длина повышенного пути должна быть кратна 6 м – длине панелей железобетонных элементов.

На основании формулы 5.3 определяем длину повышенного пути для навалочных грузов:

Lпп=27\*14,7/4=100=102 (м)

Расчёт параметров основных устройств ТСК своди в таблицу.

Таблица 5.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование груза | Грузооборот, тыс. т/год | | Коэффициент неравномерности | Срок хранения грузов | | Коэффициент на проходы и проезды | Средняя нагрузка, т/м2 | Потребная площадь складов | | | Принимаемая ширина склада, м | Принятая проектом длина склада |
| Отправление | Прибытие | До отправления | По прибытии | По отправлению | По прибытию | Общая |
| Тарные и штучные | 60 | 115 | 1,1 | 2,5 | 2,0 | 2,0 | 0,35 | 2583 | 3961 | 6544 | 30 | 222 |
| Контейнеры | 85 | 85 | 1,1 | 1,5 | 2,0 | 1,9 | 0,8 | 913 | 1217 | 2130 | 16 | 135 |
| Тяжеловесные | 110 | 80 | 1,2 | 1,0 | 2,5 | 1,6 | 1,0 | 579 | 1052 | 1631 | 16 | 105 |
| Навалочные | 180 | - | 1,2 | 2,5 | 3,0 | 1,5 | 2,0 | 1110 | - | 1110 | - | 102 |

**5.3 Требования к проектированию ТСК**

Транспортно-складские комплексы в зависимости от местных условий, объёма грузовой работы и принятых схем механизации могут быть сквозного, тупикового и комбинированного типа. Принимаем в курсовом проекте тупикового типа.

Грузовой район проектируем тупикового типа и размещаем со стороны противоположной пассажирскому зданию рядом с сортировочным парком, таким образом, чтобы не препятствовать развитию парков станции и обеспечивать пробеги вагонов при подаче под грузовые операции и обратно.

Планировка ТСК обеспечивает поточность движения автомашин. Ширина дорог при одной полосе движения автомашин проектируется не менее 4 м. Расстояние между параллельно расположенными складами составляет 35 м

Путь, на котором располагаются весы, проектируем прямым и горизонтальным. Прямой участок пути с каждой стороны весов составляет не менее 20 м.

Погрузочно-разгрузочные пути располагаются у складов и площадок, а выставочные – параллельно погрузочно-разгрузочным. Расстояние между осями путей принимается равным 4,8 м.

Повышенные пути для угля располагаем от складов тарных и штучных грузов, контейнерных пунктов на расстоянии не менее 50 м.

Накладку плана начинаем с примыкания первой стрелки к вытяжному пути и укладки весового пути. Стрелочные переводы в горловинах ТСК укладываем марки 1/9 с минимальными вставками между переводами. При накладке стрелочной улицы используем углы поворотов для набора необходимых расстояний при размещении складов и других устройств.

Служебно-техническое здание проектируем у главного въезда на грузовой двор.

По периметру ТСК ограждаем постоянным забором. Расстояние от оси железнодорожного пути до забора проектируем не менее 3,1 м и от края автопроезда до забора не менее 1,5 м.

**6.** **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛОКОМОТИВНОГО ХОЗЯЙСТВА**

**6.1 Основные устройства локомотивного хозяйства**

В зависимости от роли станции в тяговом обслуживании поездов на участковых станциях предусматривают один из двух видов локомотивного хозяйства: основное депо или пункт оборота.

На данной узловой участковой станции проектируем основное локомотивное депо, где предусматриваем: ремонтную базу (РБ); экипировочные устройства (ЭУ) для технического обслуживания (ТО-2) и экипировки локомотивов; пути стоянки локомотивов в периоды снижения размеров движения и в ожидании работы.

В данном курсовом проекте проектируем электровозное локомотивное депо. Устройства локомотивного хозяйства сооружаем для поездных и маневровых локомотивов.

В основном депо производятся текущие виды ремонта и технического обслуживания приписного парка: техническое обслуживание ТО-3, ТО-4, ТО-5, малый периодический (ТР-1), большой периодический (ТР-2) и подъёмочный (ТР-3) ремонты. При этом ТР-3 производится в отдельных хорошо оснащённых депо.

**6.2 Состав ремонтной базы и расчёт её устройств**

Ремонтная база включает в себя локомотивное депо (ЛД) с мастерскими, цехами для ремонта и технического обслуживания локомотивов и с административно-бытовым корпусом. ЛД проектируем по типовым проектам в зависимости от годовой программы ремонтов, определяемой годовым пробегом приписных локомотивов и нормами пробега между ремонтами.

Расчёт устройств основного депо производим только для локомотивов приписанных к проектируемой станции. В курсовом проекте принимаем 60% локомотивов от общего их числа с прибывающими и отправляющимися поездами.

Годовой пробег локомотивов, приписанных данному депо, определяем по формуле:

S=365\*∑2NL\*pлок (км) (6.1)

где pлок – доля локомотивов приписанных к депо, принимаем равной 0,6;

∑2NL – суточный пробег поездных локомотивов на обслуживаемых ими участках, определяем по формуле:

∑2NL=2\*(NА\*LА+NБ\*LБ+NВ\*LВ) (лок/км) (6.2)

где NА,NБ, NВ – число пар поездов соответственно на участках А-Д,Б-Д,В-Д;

LА, LБ, LВ – протяжённость участков соответственно А-Д, Б-Д, В-Д, в проекте принимаем для электрифицированных участков 550, 600, 500 км.

На основании формулы 6.2 определяем суточный пробег поездных локомотивов:

∑2NL=2\*(55\*550+68\*600+17\*500)=159100 (лок/км)

Далее определяем годовой пробег локомотивов на основании формулы 6.1:

S=365\*159100\*0,6=34842900 (км)

Годовое число ремонтов поездных локомотивов определяем по формулам:

АТР3=S/LТР3-S/LСР (шт.) (6.3)

АТР2=S/LТР2-S/LТР3 (шт.) (6.4)

АТР1=S/LТР1-S/LТР2 (шт.) (6.5)

АТО3=S/LТО3-S/LТР1 (шт.) (6.6)

где LСР, LТР3, LТР2, LТР1, LТО3 – нормы пробега локомотивов между средними, текущими (ТР-3, ТР-2, ТР-1) ремонтами и техническими обслуживаниями (ТО-3), км.

На основании формул 6.3, 6.4, 6.5, 6.6 определяем годовое число ремонтов локомотивов:

АТР3=34842900/400000-34842900/800000=44 (шт.)

АТР2=34842900/200000-34842900/400000=88 (шт.)

АТР1=34842900/14000-34842900/200000=2315 (шт.)

АТО3=0

Годовое число ремонтов для маневровых и вывозных локомотивов определяем по следующим формулам:

АТР3м=12\*М/ТТР3-М/ТКР1 (шт.); (6.7)

АТР2м=М/ТТР2\*(1-ТТР2/ТТР3) (шт.); (6.8)

АТР1м=М/ТТР1\*(1-ТТР1/ТТР2) (шт.); (6.9)

АТО3м=365\*М/ТТО3-(12\*М/ТТР1) (шт.). (6.10)

где М – количество маневровых локомотивов, приписанных к данной станции, в проекте принимаем 6 локомотивов;

ТКР1, ТТР3, ТТР2, ТТР1, ТТО3 – периоды между капитальным, текущими ремонтами и техническим обслуживанием маневровых локомотивов соответственно.

На основании формул 6.7, 6.8, 6.9, 6.10 определяем годовое число ремонтов для маневровых, вывозных локомотивов:

АТР3м=12\*6/30-6/7,5=1,6=2 (шт.);

АТР2м=6/15\*(1-15/30)=0,2=1 (шт.);

АТР1м=6/7,5\*(1-7,5/15)=0,4=1(шт.);

АТО3м=0 (шт.)

Необходимое количество стойл по видам ремонта для поездных, маневровых и вывозных локомотивов определяем по формулам:

CТР3=∑АТР3\*tТР3/253 (шт.); (6.11)

CТР2=∑АТР2\*tТР2/253 (шт.); (6.12)

СТР1=∑АТР1\*tТР1/365\*Тр\*α (шт.); (6.13)

СТО3=∑АТО3\*tТО3\*к/365\*Тр\*α (шт.) (6.14)

где tТР3, tТР2, tТР1, tТ03 – нормы продолжительности текущих ремонтов и технического обслуживания (ТО-3);

Тр – продолжительность работы одной смены, принимаем 8 ч;

к – коэффициент неравномерности поступления локомотивов на техническое обслуживание (ТО-3), принимаем 1,1.

На основании формул 6.11, 6.12, 6.13, 6.14 определяем необходимое количество стойл для ремонта поездных, маневровых и вывозных локомотивов:

CТР3=43\*6/253=1,02=2 (шт.);

CТР2=127\*5/253=2,51=3 (шт.);

CТР1=2235\*24\*1,1/365\*8\*3=6,74=7 (шт.)

CТР0=0 (шт.)

К рассчитанному числу стойло добавляем одно стойло для обточки колёсных пар без выкатки их из-под локомотива.

По результатам расчётов выбираем один из типовых проектов локомотивного депо. Принимаем 2 тип локомотивного депо.

При разработке схемы ЛХ и масштабной укладке путевого развития ЛД следует:

-пути в зданиях и перед ними на расстоянии длины локомотива устраиваем прямыми;

-соединительные пути, ведущие к стойлам проектируем, как можно короче, для чего применяем сокращённые соединения и улицы под углом кратным α;

- обходной путь вокруг здания депо предусматриваем со стороны противоположной административно-бытовому корпусу.

**6.3 Экипировочные устройства**

Экипировочные устройства должны обеспечивать поточность передвижения локомотивов и максимальное совмещение операций экипировки.

Экипировка электровозов состоит в обеспечении их песком, смазочными маслами и обтирочными материалами.

Кроме того, перед экипировкой локомотивы проходят, как правило, внешнюю очистку и обмывку, обдувку тяговых двигателей и электрической аппаратуры.

Число экипировки и технического осмотра локомотивов определяется по формуле:

Nэк=Nлок\*tэк\*кнер/1440 (шт.) (6.15)

где Nлок число локомотивов, поступающих на экипировку в течение суток, при основном – экипируются 40-50%;

tэк – продолжительность занятия экипировочного места с учётом времени на постановку локомотива, принимаем в среднем 60 минут;

кнер – коэффициент неравномерности поступления локомотивов в экипировку, принимаем 1,4.

На основании формулы 6.15 определяем число экипировки и технического осмотра локомотивов:

Nэк=74\*60\*1,4/1440=4,32=5 (шт.)

Экипировочные устройства располагаем в непосредственной близости от станционных путей так, чтобы при заходе в ЛХ локомотивы сразу же поступали на очистку и экипировку. Перед экипировочными устройствами предусматриваем места, где локомотивы могут ожидать освобождения экипировочных стойл.

Асфальтированная площадка для очистки и обдувки локомотивов проектируется шириной 12 м при двух экипировочных путях.

Склад масел при 40-80 экипировках имеет размеры 8,0X18,46 м. Его размещаем на расстоянии 6 м от сливного пути.

На каждом пути предусматриваем по одному стойлу. Общую протяжённость смотровых канав принимаем 40 м.

Склад сухого песка устраиваем прямоугольного типа шириной 14 м. Здание пескосушилки в курсовом проекте изображаем условно размерами 6X18 м.

**6.4 Расчёт складов песка**

Устройства снабжения локомотивов песком различаются мощностью, конструкцией и размещением складов. Сырой песок до просушки хранится на открытой площадке, располагаемой последовательно с пескосушилкой, а сухой песок в закрытых складах шатрового типа.

Ёмкость склада сухого песка рассчитываем для зимнего периода рассчитываем по формуле:

ЕПсх=30\*Есут\*tзап (м3) (6.16)

где Есут – суточный расход песка локомотивами, м3;

tзап – период запаса песка, принимаем в проекте 6 месяцев.

Суточный расход песка определяется зависимостью:

Есут=S\*qn\*rn/365\*103 (м3) (6.17)

где qn – средняя норма расхода песка на 1000 поездо-км, принимаем 1,14;

rn – коэффициент наполнения ёмкости на локомотиве песком, принимаем 0,6.

На основании формулы 6.17 определяем суточный расход песка:

Есут=34842900\*1,14\*0,6/365\*103=65,3 (м3)

Рассчитаем ёмкость склада сухого песка по формуле 6.16:

ЕПсх=30\*65,29\*6=11752,2 (м3)

Ёмкость склада сырого песка на территории депо определяем по формуле:

ЕПср=30\*α\*Есут\*tхр\*кув (м3) (6.18)

где α – коэффициент, учитывающий отходы песка при переработке и расходы на хозяйственные нужды, принимаем 0,12;

tхр – среднее время хранения песка до переработки, принимаем 4 месяца;

кув – коэффициент увеличения расхода песка в зимний период по отношению к среднему, принимаем 1,3.

На основании формулы 6.18 определяем ёмкость склада сырого песка на территории депо:

ЕПср=30\*0,12\*65,29\*4\*1,3=1222,3 (м3)

Длину склада песка шатрового типа определяем отдельного для сухого и сырого песка по следующей формуле:

Lскп=ЕПсх, ср (м) (6.19)

где Рскл – ёмкость склада на 1 погонный м длины составляет 62,5 м3.

На основании формулы 6.19 определяем длину складов песка сухого и сырого:

Lскп сх=11752,2/62,5=188 (м);

Lскп ср=1222,3/62,5=20 (м).

**6.5 Расчёт числа путей для стоянки локомотивов, пожарного и восстановительного поездов**

Локомотивы, прошедшие экипировку и техническое обслуживание, некоторое время простаивают в ожидании работы (выхода на станцию под поезда) на деповских путях, специально для этого предназначенных (пути “горячего резерва”). Число таких путей определяется по формуле:

mг.р.=Nлок\*δлок/nлок (шт.) (6.20)

где δлок – доля локомотивов, находящихся на путях ожидания работы, принимаем 0,1;

nлок – число локомотивов, устанавливаемых на одном пути, принимаем 4 локомотива.

На основании формулы 6.20 определяем число путей горячего резерва:

mг.р.=74\*0,1/4=1,85=2 (шт.)

В периоды снижения размеров движения локомотивы ставятся в резерв. Для стоянки локомотивов в “холодном” резерве предусматриваются специальные пути, число которых определяется по формуле:

mх.р.=N\*δрез/nрез (шт.) (6.21)

где N – парк приписанных к депо локомотивов, принимаем 74 локомотива;

δрез – доля локомотивов приписного парка, находящихся на путях “холодного” резерва в период снижения размеров движения, принимаем 0,20;

nрез – число локомотивов, устанавливаемых на одном пути, принимаем 8 локомотивов.

На основании формулы 6.21 определяем количество путей для стоянки локомотивов в “холодном” резерве:

mх.р.=74\*0,20/8=1,85=2 (шт.)

Пути стоянки локомотивов в ожидании работы располагаем параллельно экипировочным устройствам таким образом, чтобы обеспечить поточность передвижения и минимальную враждебность. Пути для резервных локомотивов располагаем рядом с путями “горячего” резерва.

Пути стоянки пожарного и восстановительного поездов проектируем сквозными, длиной 200 м

**6.6 Схема размещения устройств на территории локомотивного хозяйства**

Общая планировка локомотивного хозяйства должна обеспечивать:

- компактность размещения устройств с целью снижения затрат на прокладку коммуникаций;

- поточность операций при проходе локомотивов на экипировку, затем на пути стоянки и к выходу на станцию;

- возможность дальнейшего развития основных устройств.

Схемы локомотивного хозяйства различаются взаимным расположением депо, экипировочных устройств и путей стоянки локомотивов в ожидании выхода на станцию. В данном курсовом проекте проектируем схему локомотивного хозяйства – последовательную.

**7.** **РАСЧЁТ И МАСШТАБНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПУТЕПРОВОДНОЙ РАЗВЯЗКИ**

При примыкании к станции трёх и более железнодорожных линий возникает потребность в проектировании путепроводной развязки, с тем, чтобы разгрузить входную горловину и увеличить её пропускную способность. В курсовом проекте путепроводную развязку проектируем со с стороны выбранного подхода В, пересекающего двухпутную линию под углом γ.

Расчёт элементов плана путепроводной развязки производим из условия получения минимальной длины развязки при соблюдении норм проектирования железнодорожных путей в плане и профиле.

Угол поворота β пути, идущего на путепровод, определяется из следующего выражения:

β+φ=arccos(2R-u/2R\*cos φ) (7.1)

где R – радиус круговых кривых К1 и К2, принимаем 1000 м;

u – величина отклонения пути, определяется по формуле:

u=a\*sin γ-1,5\*e (м) (7.2)

где е – ширина междупутья, принимаем на перегоне 4,1 м;

а – расстояние от середины путепровода до вершины угла кривой К2, определяем как:

a=b+C2/2+T2 (м) (7.3)

где Т2 – величина кривой К2 в метрах:

Т2=R2\*tgγ/2 (м) (7.4)

На основании формулы 7.4 определяем величину кривой К2:

Т2=1000\*tg45/2=414,21 (м)

Угол φ можно определить из выражения:

tg φ=d/2\*R (7.5)

d=C1/2+d0+C2/2 (7.6)

где С1, С2 – длины переходных кривых, принимаем равным 100 м;

d0 – длина прямой вставки, м, принимаем 75 м.

Чтобы избежать совмещения переходной кривой в плане с вертикальной сопрягающей кривой в профиле, минимальная величина b должна быть равна:

b=lпл/2+Тв (м) (7.7)

где lпл – длина элемента профиля в месте сооружения путепровода, м. По нормам СНиП допускается минимальная длина lпл=300 м;

lпут – длина путепровода, принимаем 52,7 м;

Тв – длина тангенса вертикальной сопрягающей кривой, м, определяется по формуле:

Тв=Rв\*Δi/2\*1000 (м) (7.8)

где Rв – радиус сопрягающей вертикальной кривой, м принимаем 104 м;

Δi – алгебраическая разность сопрягаемых уклонов, ‰.

На основании формулы 7.8 определяем длину тангенса вертикальной сопрягающей кривой:

Тв=104\*7/2\*1000=35 (м)

Далее, руководствуясь формулой 7.7, определяем минимальную величину b:

B=300/2+35=185 (м)

Определяем расстояние от середины путепровода до вершины угла кривой на основании формулы 7.3:

а=185+100/2+414,21=649,21 (м)

Величина отклонения пути определяется на основании формулы 7.2:

u=649,21\*sin45-1,5\*4,1=459,06-6,15=452,91 (м)

На основании формул 7.5 и 7.6 определяем угол φ:

d=100/2+75+100/2=175

tgφ=175/2\*1000=0,0875

Угол поворота β пути, идущего на путепровод, определяем по формуле 7.1:

β+φ=arccos(2\*1000-452,91/2\*1000\*cos 5)=arccos(0,7735\*cos5)=39,59

Длина тангенса Т1 равна:

Т1=R\*tg β/2 (м) (7.9)

На основании формулы определяем длину тангенса:

Т1=1000\*tg 34,59/2=311,36 (м)

Длины кривых К1 и К2 определяются по формулам:

К1=0,017453\*R\*β (м) (7.10)

К2=0,017453\*R\*γ (м) (7.11)

На основании формул 7.10 и 7.11 определяем длины кривых:

К1=0,017453\*1000\*34,59=603,59 (м);

К2=0,017453\*1000\*45=785,39 (м)

Минимальная длина путепроводной развязки в плане от точки отхода А пути на путепровод до его середины определяется по формуле:

Lпл=К1+d+К1+К2+С2/2+b (м) (7.12)

Руководствуясь формулой 7.12, определяем минимальную длину путепроводной развязки:

Lпл=603,69+175+603,69+785,39+100/2+185=2402,77 (м)

Длина проекции путепроводной развязки на горизонтальную ось рассчитывается по формуле:

L=a\*cosγ+T2+2\*R\*sinβ+d\*cosβ (м) (7.13)

На основании формулы 7.13 определяем длину проекции путепроводной развязки:

L=649,21\*cos 45+414,21+2\*1000\*sin 34,59+175\*cos 34,59=2152,73 (м)

Рассчитанная минимальная длина путепроводной развязки в плане должна быть равна или больше длины в профиле, то есть должно выполняться неравенство:

Lпл≥L (7.14)

Таким образом, неравенство выполняется: 2402,77≥2152,73.

Длина подъёмной части путепроводной развязки в профиле III пути определяется по формуле:

Lпр=lпл/2+lп (м) (7.15)

где lп – длина подъёмной части путепроводной развязки, м

На основании формулы 7.15 определяем длину подъёмной части путепроводной развязки:

Lпр=122/2+1636,5=1697,5 (м)

Минимальная длина площадки определяется:

lпл=lпут+Тnв+Тсв (м) (7.16)

где Тnв,Тсв – длины тангенсов сопрягающих кривых подъёмной и спускной частей.

На основании формулы 7.16 определяем минимальную длину площадки:

lпл=52,7+35+34,3=122,0 (м)

Длина подъёмной части путепроводной развязки равна:

lп=Hn/in (м) (7.17)

где Hn – высота бровки земляного полотна lll пути в точке Б относительно точки А, которая определяется по формуле:

Hn=hl-ll+H (м) (7.18)

где hl-ll – высота бровки земляного полотна l – ll пути в точке Б относительно точки А, принимаем 3 м, путепровод на насыпи;

H – разность отметок головок рельсов верхнего и нижнего путей, которая определяется по формуле:

H=hг+hс+hр (м) (7.19)

где hг – расстояние от головки рельса нижнего пути до низа пролётного строения, принимаем по габариту приближения строений 6,3 м;

hс – строительная высота, измеряемая от низа пролётного строения до подошвы рельса верхнего строения пути, принимаем 0,83 м;

hр – высота рельса верхнего пути, принимаем при Р65 – 180 мм).

На основании формулы 7.18 определяем высоту бровки земляного полотна lll пути в точке Б относительно точки А:

Hn=3+7,31=10,31 (м)

Далее по формуле 7.17 определяем длину подъёмной части путепроводной развязки:

lп=10,31\*103/6,3=1636,5 (м)

Руководствуясь формулой 7.19, определяем разность отметок головок рельсов верхнего и нижнего путей:

H=6,3+0,83+0,18=7,31 (м)

Окончательно профилировка путепроводной развязки производится при составлении масштабной схемы с учётом минимума затрат на строительство и наилучших условий движения на подходах к станции, к которым относится обеспечение по возможности меньших уклонов у входных сигналов и на путях отправления сразу за пределами станции.

Проектирования плана путепроводной развязки выполняем в масштабе 1:5000.

**8.** **МАСШТАБНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНА СТАНЦИИ**

План станции выполняем в масштабе 1:2000. Накладку плана наносим по подготовленной в осях путей немасштабной схеме, на которой указаны: номера и марки стрелочных переводов, номера и специализация по направлениям движения путей и парков, расстояния между осями путей, размещение и примыкание ТСК и локомотивного хозяйства, места установки светофоров и предельных столбиков.

При определении марок стрелочных переводов предусматриваем укладку стрелочных переводов марки 1/11 во все съезды между главными путями, по которым возможно следование пассажирских поездов с отклонением на боковое направление. Примыкание к главным путям парков для грузового движения выполняем стрелочными переводами марки 1/9.

Работу начинаем с нанесения параллельных линий по указанному масштабу с учётом проектируемых величин междупутий. После этого начинаем укладку одной из горловин в соответствии с принятой схемой. Сначала проектируем горловину, расположенную в противоположном от локомотивного хозяйства конце станции. После этого укладываем вторую горловину. В ПОП парке наиболее короткий путь принимаем стандартной полезной длины, остальные пути несколько длиннее. Завершая укладку второй горловины, расставляем выходные светофоры и предельные столбики.

Далее выполняем масштабную укладку ЛХ. Для того чтобы определить место примыкания ЛХ на схеме продольного типа, прокладываем маршрут через главные пути из локомотивного тупика выходной горловины нечётного парка в направлении ЛХ. Затем укладываем стрелку на главном пути и на её боковом направлении, приступаем к проектированию путевого развития ЛХ.

ТСК проектируем со стороны сортировочного парка для удобной подачи вагонов к грузовым фронтам. Примыкание ТСК примыкаем к вытяжному пути со стороны противоположной сортировочной горке.

Отвод пути на путепроводную развязку предусматриваем на расстоянии 150-200 м от наиболее удалённого стрелочного перевода с учётом возможного развития станции на перспективу. Так как развязка проектируется большими радиусами, то её показываем на чертеже в масштабе 1:5000, обозначив на основной схеме разрыв путей.

По завершении укладки основных парков, локомотивного хозяйства и грузового района на схеме размещаем основные служебно-технические здания и помещения.

Для обслуживания пассажиров предусматриваем пассажирское здание, платформы и переходы между ними и вспомогательные пассажирские устройства.

Пассажирское здание проектируем со стороны населённого пункта и строим по типовому проекту размером 6Х18 м.

У пассажирского здания проектируем платформу шириной не менее 6 м. промежуточные платформы не желательно проектировать между главными путями. Ширина промежуточных платформ зависит от пассажиропотока и размеров сооружений, размещаемых на платформах. Ширина промежуточной платформы должна быть не менее 6-7 м при наличии пешеходного моста и не менее 7 м при наличии тоннеля.

Основные здания ПТО размерами 24Х12 м при размерах движения до 108 пар поездов в сутки размещаем со стороны пассажирского здания за пределами пассажирских платформ. Также предусматриваем второй ПТО, располагаемый с внешней стороны и ближе к выходной горловине нечётного парка.

В выходных горловинах ПОП парков размещаем помещения дежурного по парку и оператора вагонников, а в выходных – помещения для сигналиста и приёмщиков поездов. Все помещения показываем на схеме условно прямоугольниками и вносим в ведомость зданий и сооружений.

Разработку чертежа завершаем составлением основных ведомостей и указанием на схеме:

- наименование парков, номеров путей, полезных длин и междупутий;

- номеров стрелочных переводов, входных и выходных светофоров;

- радиусов кривых на главных и соединительных путях, начала и конца кривых;

- переездов через главные пути и путепроводов, автомобильных дорог к ТСК и ЛХ.

На главных, приёмоотправочных и ходовых путях указываем направление движения поездов и локомотивов.

**9.** **ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ СТАНЦИИ**

В данном курсовом проекте запроектировали новую участковую станцию с горкой малой мощности.

Пассажирские поезда принимаются на l, ll, lll, lv пути, где находятся основная и промежуточные платформы. На 3 путь с чётной стороны поезда принимаются от стрелки 6 до стрелки 139; на 1 путь от стрелки 8 до стрелки 137.

Грузовые поезда принимаются с чётной стороны в приёмоотправочный парк 2, который имеет 7 путей: на 6 путь от стрелки 50 до стрелки 95; на 8 путь от стрелки 52 до стрелки 97; на 10 путь от стрелки 54 до стрелки 99; на 12 путь от стрелки 56 до стрелки 99; на 14 путь от стрелки 101 до выходного светофора.

С нечётной стороны грузовые поезда принимаются в приёмоотправочный парк 1, который имеет 5 путей: на 5 путь поезда принимаются от стрелки 17 до стрелки 27; на 7 путь от стрелки 19 до стрелки 25; на 9 путь от стрелки 21 до стрелки 23; на 11 путь от стрелки 21 до стрелки 23.

Сортировочный парк имеет 10 путей. Вагоны распускаются на сортировочную горку от стрелки 18 через стрелку 60 на 1 путь через стрелки 62, 70, 72; на 2 путь через стрелки 60, 62, 70, 72; на 3, 4 путь через стрелки 60, 62, 68; на 5 путь через стрелки 60, 64, 74; на 6, 7 путь через стрелки 60, 64, 74, 78; на 8, 9 путь через стрелки 60, 64, 66, 76; на 10 путь через стрелки 60, 64, 66.

Пути для отстоя пригородных составов 45, 46, 47. Составы проходят на 47 путь от стрелки 34 до упора; на 46 путь и 47 путь от стрелки 36 до упора.

В локомотивное хозяйство локомотивы проходят от стрелки 67 или 69 через стрелки 71, 29, 31. На грузовой двор через стрелки 145, 147 на пути 40, 41, 42, 43, 44.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данном курсовом проекте запроектировали новую участковую станцию с горкой малой мощности продольного типа. Длина станционной площадки составила 4500 м. На данной участковой станции имеются 2 приёмоотправочных парка, сортировочный парк, локомотивное хозяйство и транспортно-складской комплекс.

В первом приёмоотправочном парке запроектировали 7 путей, во втором 5 путей. Длина приёмоотправочных путей составила 1050 м.

К станции примыкают три подхода. Второй приёмоотправочный парк обслуживает угловые поездопотоки.

На транспортно-складском комплексе имеются крытый склад для тарно-штучных грузов размером 222Х30 м; открытая площадка для контейнеров 135Х16 м; площадка для тяжеловесных грузов 105Х16 м; повышенный путь для навалочных грузов длиной 102 м. Также имеется весовой путь.

В сортировочном парке запроектировали горку малой мощности высотой 1,6 м с двумя тормозными позициями. В сортировочном парке 10 путей. Вагонные замедлители на сортировочной горке уложены КНП – 5, на сортировочных путях РНЗ – 2.

На станции уложены стрелочные переводы в сортировочном парке марки 1/6, в приёмоотправочных марки 1/11, на транспортно-складском комплексе марки 1/9, диспетчерские съезды марки 1/22.

На станции имеется локомотивное хозяйство со следующим составом ремонтной базы: ремонтные пути, склады песка сухого и сырого, а также пескосушилка. Также имеется административно-бытовое здание, стойла для локомотивов, пути для отстоя восстановительного поезда, пожарного поезда, пути для “горячего” и “холодного” резерва.

Возле каждого парка имеются здания для работников ПТО. Пассажирское здание размером 6Х18 со вспомогательным зданием. Основная и промежуточные платформы расположены на главных путях.

На данной станции была запроектирована путепроводная развязка с углом 45° и длиной площадки 2402,77 м.

Станция запроектирована таким образом, чтобы в дальнейшем была возможна её реконструкция с увеличением числа путей в приёмоотправочных парках.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Железнодорожные станции: Задачи, примеры, расчёты / Под ред. Н.В. Правдина. – Транспорт, 1984. – 296 с.
2. Железнодорожные станции и узлы: Учебник для студентов вузов железнодорожного транспорта / Под редакцией д.т.н. проф. В.Г. Шубко и д.т.н. Н.В. Правдина. – М: УМК МПС России, 2002. – 368 с.
3. Проектирование железнодорожных станций и узлов: Справочное и методическое руководство / Под редакцией А.М Козлова и К.Г.Гусевой. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.
4. Иванкова Л.Н., Иванков А.Н. Проектирование сортировочных горок: Учебное пособие. – Иркутск: ИрИИТ, 1999. – 96 с.
5. Котельников Ю.И. Проектирование участковых станций: Учебное пособие. – Хабаровск: ДВГУПС, 2000. – 80 с.
6. Проектирование участковых станций: Учебное пособие / В.С. Суходоев, Ф.П. Мамаев, С.И. Логинов. СПб: ПГУПС, 1996. – 60 с.
7. Проектирование участковых станций: Учебное пособие / Н.Н. Числов, В.А. Лебедева, О.Н. Числов, Р.Л. Гайдомашко. Ростов-н/Д: РГУАС, 2000. – 96 с.
8. Проект новой узловой участковой станции с горкой малой мощности: Методические указания с заданиями для выполнения курсового проекта / Под. Редакцией О.С. Трегубенко, Ю.В. Добросовестнова. – Чита. ЗабИЖТ, 2004. – 75 с.
9. Сычёв Е.И., Иванов-Толмачёв И.А. Проект реконструкции узловой участковой станции: Учебное пособие. – М.: МИИТ, 2002. – 91 с.
10. Типовой технологический процесс работы участковой станции. – М.: Транспорт, 1984. – 57 с.