МПС РФ

Иркутский государственный университет путей сообщения

Забайкальский институт железнодорожного транспорта

# Кафедра СЖД

### КУРСОВАЯ РАБОТА

## по дисциплине: “Изыскание и проектирование железных дорог ”

Проектирование участка новой железнодорожной линии с анализом овладения перевозками

### КР-240100-Д31-002

Выполнил:

студент группы ОПУ-31

Никонюк А.А.

Проверил:

преподаватель

Кирпичников К.А.

### Чита 2003 год

# **СОДЕРЖАНИЕ**

Введение

1. Исходные данные

2. Описание области проектирования

3. Анализ геодезической линии

4. Проектирование плана трассы

5. Проектирование продольного профиля

6. Проектирование малых водопропускных сооружений

7. Определение капитальных вложений и эксплуатационных расходов

7.1. Капитальные вложения

7.2. Эксплуатационные расходы

8. Анализ овладения перевозками

Заключение

Список используемой литературы

# **ВВЕДЕНИЕ**

# Для обеспечения наилучших условий эксплуатации железных дорог проектирование должно опираться на достижения теории и практики в области организации движения поездов.

Проект новой железнодорожной линии - это комплекс экономических и технических документов, включающих описание, расчёты, чертежи и обоснование принятых решений по всем железнодорожным сооружени­ям и устройствам.

Железные дороги являются важным элементом единой транспортной системы страны. Они выполняют громадный объем перевозочной работы, обеспечивая надежные и экономичные транспортные связи между главными экономическими районами и центрами страны. На долю железных дорог приходится более половины общего грузооборота и более трети пассажирских перевозок. Поэтому их развитию придается большое значение.

Изыскания и проектирование железных дорог – область транспортной науки, изучающая методы инженерных изысканий для сбора и обработки информации о районе проектирования и разработки на ее основе комплексных научно обоснованных проектов строительства новых и реконструкции действующих железных дорог.

Предметом дисциплины изысканий и проектирования железных дорог является теория и практика разработки и принятия решений при выборе основных технических параметров проекта, проектировании всех постоянных сооружений и устройств новых и реконструкции действующих железных дорог с учетом перспектив роста перевозок.

Непреложное требование к проектному решению – гарантия безопасности движения по железной дороге. В проекте необходимо использовать достижения науки и техники, российского и зарубежного опыта с тем, чтобы строящаяся или реконструируемая железная дорога к моменту окончания работ соответствовала бы техническому уровню того времени. Проект должен предусматривать прогрессивные методы строительства, высокую степень его механизации и индустриализации и прогрессивные способы эксплуатации железной дороги при больших массах грузовых поездов и высоких скоростях движения грузовых и пассажирских поездов.

Главная цель данной курсовой работы – получить сведения о железной дороге как о сложной технической системе, познакомиться с ее функционированием, с развитием и современным состоянием теории и практики проектирования новых и реконструкции действующих железных дорог, изучить состав проекта и стадии его разработки, а также предъявляемые к проекту технические, экономические и экологические требования.

Разнообразие природных, экономических, технических и других факторов приводит к появлению вариантов, т.е. разных решений одной и той же задачи, удовлетворяющих поставленным требованиям, но различающихся размерами строительных и эксплуатационных затрат, сложностью и сроками строительства. В результате тщательного анализа вариантных решений должно быть найдено наилучшее, по которому и будет осуществлено строительство.

Проект должен обеспечивать высокие показатели процесса перевозок при их минимальной себестоимости, а также высокое качество сооружений и возможность завершения строительства в сжатые сроки при наименьших затратах. Особое внимание должно уделяться вопросам надежности, безопасности движения поездов и охраны окружающей среды. Нельзя забывать также и о том, что все устройства и сооружения будущей железной дороги будут находиться под открытым небом, и необходимо оградить их от неблагоприятных воздействий природных факторов.

Для обеспечения наилучших условий эксплуатации железной дороги проектирование должно опираться на достижения теории и практики в области организации движения поездов.

Составление проекта новой железнодорожной линии – сложное дело, требующее больших знаний, опыта, времени, усилий целого проектного коллектива. Поэтому выполнение задания требует не только знаний по отдельным разделам специального курса, но и необходимость творческого подхода к решению поставленных задач.

**1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

Проект участка новой линии предусматривает трассирование с целью отыскания такого положения линии, которое создаст наилучшие условия ее будущей эксплуатации. В данном случае трассирование выполняется по индивидуальной топографической карте местности, где обозначена станция А, от которой следует проектировать железнодорожную линию до станции В. Показан также район примерного расположения станции В. Карта выполнена в масштабе 1:50000, сечение горизонталей – 10м. Задана область проектирования – Амурская. Так как участок проектируется под тепловозную тягу, то задан также тип тепловоза – 2ТЭ116. Заданный руководящий уклон равен 12. Тип почвы – супеси.

Трассирование участка железнодорожной линии предполагает предварительное изучение норм и технических условий проектирования новых железных дорог, а также определенных приемов трассирования по планам в горизонталях. Требования, которым должен удовлетворять план линии и продольный профиль, изложены в строительно-технических нормах – СТН Ц 01-95.

**2. ОПИСАНИЕ ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Проектирование участка новой железнодорожной линии производится в Амурской области. Ее площадь составляет 363,7 тыс. км2. Население 796 тыс. человек. Средняя плотность – 2,2 человека на км2, в южной части около 6 человек на 1 км2. Городское население составляет 63 %.

Большая часть территории гориста. Равнины, расположенные главным образом на юге области, занимают около 40 % всей территории. Между реками Амуром, Зеей, Селемджой и хребтом Турана лежит обширная Зейско-Буреинская равнина, севернее располагается Амурско-Зейское плато. На севере в горном районе расположена Верхнезейская равнина.

Горный район начинается цепью гольцовых хребтов: Янкан, Тукурингра, Соктахан, Джагды (высотой до 1400-1600 м). На севере по границе области протягивается Становой хребет; на востоке области хребты Джугдыр, Селемджинский, Ям-Алинь, Эзоп, Турана. На северо-западе области хребты: южный и северный Дырындинский, Чельбаус, Чернышёва, Джелтулинский Становик (высотой до 1582 м).

Важнейшие месторождения золота находятся главным образом в верхних течениях рек Зеи и Селемджи. Имеются минеральные источники.

Климат Амурской области находится под влиянием муссонов. Зима холодная, сухая, малоснежная, солнечная. Средняя температура от -24,3 на юге до -32,8°С на севере. Осадков мало, высота снежного покрова от 20 на юге до 35-40 см на севере. Лето жаркое на юге и дождливое на севере. Средняя температура от 21,4 на юге до 17,6°С на севере. Годовое количество осадков уменьшается от 800-900 мм на востоке до 456 мм на западе. Запасы гидроэнергоресурсов составляют 8671 кВт.

Почвы преобладают бурые лесные, значительная часть их оподзолена. На юге области чернозёмовидные почвы.

В Амурской области представлены подзоны тайги и смешанных лесов. Леса занимают 65 % территории области. В тайге господствует лиственница, в некоторых районах значительна примесь сосны; на востоке подзоны местами доминирует аямская ель и белокорая пихта. Распространены мари-болота, часто с лиственницей. В подзоне смешанных лесов преобладают монгольский дуб, сосна, даурская лиственница, в подлеске – разнолистная лещина; на востоке подзоны добавляются корейский кедр, амурский бархат, лианы (виноград, лимонник, актинидия). На горах – заросли кедрового стланика и горные тундры. Запасы древесины 2,3 млрд. м3.

**3. АНАЛИЗ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ЛИНИИ**

Начальная станция А, расположенная на берегу реки Горькая, вблизи населённого пункта Шолохово и находится на высоте 140 м, конечная станция В находится на высоте 340 м, которые соединены между собой. Это - геодезическая линия, которая станет единственным направлением будущей трассы в условиях отсутствия таких фиксированных точек, которые бы могли повлиять на ее положение. С целью изучения рельефа пересекаемой местности и выявления возможных препятствий между начальным и конечным пунктами, а также для приобретения навыков определения отметок земли и уклонов местности по планам в горизонталях, на миллиметровой бумаге в данной курсовой работе строим её продольный профиль. Горизонтальный масштаб карты 1:50000, вертикальный масштаб карты – 1:1000. Графы отметки характерных точек и средние естественные уклоны заполняем красной пастой, а графы отметки земли и ординаты – заполняем чёрной пастой. Отметки земли определяем для:

а) километровых отметок;

б) пересечений линии с горизонталями;

в) промежуточных точек;

Все отметки земли соединяем чёрной линией. Затем намечаем характерные точки (те точки, где происходит перелом продольного профиля), которые соединяем красной линией. Для каждого участка, соединяющего две характерные точки определяем средний естественный уклон по следующеё формуле

iср.ест. = (H2-H1)/L; (‰) (3.1)

где, L – длина участка;

(H2 - H1) – разность высот характерных точек на концах участка.

На основании формулы 3.1 определяем средние естественные уклоны

iср.ест.1=(170-170)/1,75=0 (‰);

iср.ест.2=(155-170)/1,25=12 (‰);

iср.ест.3=(155-155)/0,5=0 (‰);

iср.ест.4=(203-155)/2,5=19,2 (‰);

iср.ест.5=(280-203)/2=38,5 (‰);

iср.ест6=(282-280)/1=2 (‰);

iср.ест7=(290-282)/0,45=17,8 (‰);

iср.ест.8=(240-290)/2,1=23,8 (‰);

iср.ест.9=(233-240)/1,45=4,9 (‰);

iср.ест.10=(250-233)/1,35=12,6 (‰);

iср.ест.11=(300-250)/2,75=18,2 (‰);

iср.ест.12=(340-300)/1,9=21,1 (‰).

Сопоставляя полученные средние уклоны земли с заданным руководящим уклоном, проанализируем характер рельефа пересекаемой местности и выявляем участки, на которых потребуется отклонение трассы от кратчайшего направления за счет дополнительного развития. В данном варианте, на семи участках (4, 5, 7, 8, 10, 11, 12) средние естественные уклоны превышают руководящий уклон. Именно здесь будет отклонение трассы от кратчайшего направления.

Далее проводим анализ геодезической линии. Для этого определяем уклон трассирования по следующей формуле

iтр.= iр.-1; (‰) (3.2)

где, iтр – уклон трассирования;

iр – руководящий уклон, равен 11(‰).

На основании формулы 3.2 определяем уклон трассирования; так как для данного варианта руководящий уклон равен 12, уклон трассирования будет равен iтр=12-1=11.

Участки, где iср.ест. ≥ iтр – это участки напряженного хода (такие, где трасса не может быть запроектирована по спрямленному направлению, так как поезд расчетной массы на этом участке будет испытывать недопустимое по условиям проектирования сопротивление от уклона, что приведет к нарушению бесперебойности движения поездов). Применение заданного руководящего уклона здесь невозможно из-за получения чрезмерных объемов земляных работ. Ось трассы смещаем в сторону более низких отметок земли, т.е. вниз по косогору.

После того, как удовлетворительное решение найдено, разбиваем километраж на карте и профиле. Длина участков определяется по формуле

Lтртеор.=(H2-H1)/iтр; (м) (3.3)

На участках, где iср.ест< iтр будет вольный ход, т.е. на них нет значительных высотных препятствий, поэтому основным принципом трассирования является укладка трассы по кратчайшему направлению (по прямой). На вольных ходах длина трассы равна длине геодезической линии

Lтртеор=Lг.л. ; (м) (3.4)

На основании формулы 3.3 определяем длину участков

1. i=0 ‰ - вольный ход; Lтртеор=1750 м;
2. i=12 ‰ – напряженный ход; Lтртеор=1364 м;
3. i=0 ‰ - вольный ход; Lтртеор=500 м;
4. i=19,2 ‰ - напряжённый ход; Lтртеор=(203-155)/0,011=4364 м;
5. i=38,5 ‰ – напряжённый ход; Lтртеор=(280-203)/0,011=7000 м;
6. i=2 ‰ – вольный ход; Lтртеор=1000 м;
7. i=17,8 ‰ – напряжённый ход; Lтртеор=(290-282)/0,011=727 м;
8. i=23,8 ‰ - напряжённый ход; Lтртеор=(240-290)/0,011=4546 м;
9. i=4,9 ‰ - вольный ход; Lтртеор=1450 м;
10. i=12,6 ‰ - напряжённый ход; Lтртеор=(250-233)/0,011=1546 м;
11. i=18,2 ‰ – напряжённый ход; Lтртеор=(300-250)/0,011=4546 м;
12. i=21,1 ‰ – напряжённый ход; Lтртеор=(340-300)/0,011=3636 м.

Общая длина трассы складывается из участков вольного и напряжённого ходов

∑Lтртеор=1750+1364+500+4364+7000+1000+727+4546+1450+1546+4546+3636=32429 (м).

Одним из главных показателей трассы является коэффициент ее развития, который определяется по следующей расчётной формуле

λтеор=∑Lтртеор/Lг.л. (3.5)

На основании формулы 3.5 определяем коэффициент развития трассы

λтеор=32429/19000=1,7

Сопоставление коэффициента развития трассы с соотношением вольных и напряженных ходов позволяет судить о том, насколько удачно намечены руководящий уклон и направление данного варианта и какие целесообразно рассмотреть, решения для других вариантах трассы. Например, если коэффициент развития линии велик и при этом участки напряженного хода имеют большой удельный вес (более 50%), то с целью сокращения длины трассы необходимо рассмотреть вариант более крутого руководящего уклона. Наоборот, если при небольшом коэффициенте развития удельный вес участков напряженного хода невелик, то за счет увеличения протяженности напряженных ходов может быть применён более пологий руководящий уклон. В таком случае более пологий руководящий уклон не должен привести к существенному удлинению линии, а может лишь вызвать некоторое увеличение объемов строительных работ. Подобный вариант тем более конкурентоспособен, чем выше размеры движения на проектируемой линии.

Для данного варианта коэффициент развития трассы равен 1,7, но удельный вес напряженных участков велик, поэтому можно говорить об удачном выборе руководящего уклона и выборе направления.

**4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНА ТРАССЫ**

План трассы – это проекция оси пути на горизонтальную плоскость, а элементами плана линии являются: прямые участки, круговые кривые и переходные кривые.

Трассирование представляет собой сложный процесс одновременного проектирования трассы в горизонтальной и вертикальной плоскости с учетом выполнения необходимых требований. Целью проектирования трассы является отыскание такого положения оси будущей линии, которое дает рациональное соотношение между длиной и объемами земляных работ. Анализ геодезической линии позволяет предположить, что трасса будет состоять из более сложных участков с уклонами местности, превышающими руководящий, и менее сложных, где уклоны местности меньше руководящего.

На вольных ходах укладка трассы производится по кратчайшему направлению (по прямой) между фиксированными и опорными точками. Длина прямых участков достигает десятков и даже сотен километров. Иногда с целью уменьшения объема земляных работ прибегают на вольном ходу к обходу незначительных высотных препятствий, назначая углы поворота. Для того, чтобы обход встречающихся препятствий не приводил к существенному удлинению линии, углы поворота на вольных ходах должны быть небольшой величины, как правило, не более 15-20°. Этого можно достичь, если начинать обход как можно дальше от препятствия.

На участках напряженного хода применяется камеральное трассирование.

Шаг трассирования – это расстояние в миллиметрах между двумя соседними горизонталями, соответствующее данному уклону трассирования, которое

d=2Δh/iтр; (мм) (4.1)

где, Δh – сечение горизонталей.

Таким образом, на основании формулы 4.1 определяем шаг трассирования

d=20\11=18 (мм).

Переходя с горизонтали на горизонталь, этим шагом получаем точки «линии нулевых работ», которая так называется потому, что если по ней провести трассу, а затем уклоном трассирования нанести проектную линию, то в точках пересечения трассы и горизонталей можно получить «нулевые» земляные работы (уклон местности равен уклону проектной линии). Спуск продолжается до того места, где линия выходит на вольный ход, и отпадает необходимость в дальнейшем спуске. Для избежания чрезмерных объемов земляных работ и неоправданного удлинения линии при укладке трассы не допускается пропуск горизонталей, возврат на предыдущую горизонталь или шаги по одной и той же горизонтали, если выбрано направление на подъем или на спуск. Следует избегать также образования острых углов, исключающих возможность размещения круговых кривых.

Дальнейшее проектирование плана трассы на перегоне производится относительно “линии нулевых работ”, принимаемой за основу будущей трассы.

С позиций эксплуатации будущего плана надо стремиться к сокращению числа кривых. Поэтому целесообразно спрямление “линии нулевых работ”. При спрямлении увеличивается объем земляных работ. Поэтому спрямление “линии нулевых работ” должно производиться с минимальным отклонением от точек этой линии.

В углы поворота, полученные в результате спрямления необходимо вписать круговые кривые для плавного сопряжения прямых участков трассы.

К основным параметрам круговых кривых относят: α - угол поворота, равный углу между продолжением трассы и ее новым направлением; R – радиус; Т – тангенс кривой, равный расстоянию от вершины угла поворота (ВУ) до начала (НК) или конца (КК) круговой кривой; К – длина кривой; Б – биссектриса, определяемая длиной от вершины угла до середины кривой.

Таким образом, план линии будет состоять из прямолинейных отрезков и круговых кривых, применение которых ведет к снижению земляных работ.

Нормы проектирования плана принимаются в соответствии с СТН Ц, где приведены рекомендуемые и допускаемые значения радиусов в зависимости от категории дороги и условий проектирования.

В процессе трассирования по карте в горизонталях в местах сопряжения прямых участков подбираются кривые такого радиуса из числа принятых к проектированию стандартных радиусов, которые в масштабе карты наилучшим образом вписываются в точки “линии нулевых работ”. При этом уменьшение радиуса способствует лучшему “вписыванию” трассы в рельеф местности, но приводит как к удлинению трассы, так и к ухудшению некоторых эксплуатационных показателей. В кривых малого радиуса (R<600м) снижается скорость движения поездов, увеличивается время хода, возрастают эксплуатационные расходы на содержание железнодорожного пути, исключается возможность укладки бесстыковой конструкции пути.

Проведенные к этим кривым касательные определяют положение прямых участков. Точки пересечения касательных образуют вершины углов поворотов (ВУП). Углы поворота кривых измеряются с помощью транспортира.

Для более точного определения точек начала (НК) и конца (КК) круговых кривых определяются параметры кривых.

Определяем длину кривой на основании следующей формулы

К=π\*R\*α/180°; (м) (4.2)

где, R – радиус кривой (м);

α – угол поворота (град.);

К – длина круговой кривой (м).

На основании формулы 4.2 производим расчёт длины кривой

1. К=3,14\*4000\*18/180=1256 (м);
2. К=3,14\*800\*70/180=977 (м);
3. К=3,14\*600\*35/180=366 (м). Далее расчёт производится аналогично.

Определяем тангенс кривой по следующей формуле

Т=R\*tg(α/2); (м) (4.3)

где, Т – тангенс кривой (м).

Определяем тангенс кривой на основании формулы 4.3

1. Т=4000\*tg18/2=634 (м);
2. Т=800\*tg70/2=560 (м);
3. Т=600\*tg35/2=189 (м). Далее расчёт производится аналогично.

Далее определяем начало кривой и конец кривой. Начало кривой определяем по следующей формуле

НК=ВУП-Т (4.4)

где, НК – начало кривой;

ВУП – вершина угла поворота.

На основании формулы 4.4 рассчитываем начало кривой

1. НК=1750-634=1116 (м);
2. НК=4000-560=3440 (м);
3. НК=5800-560=5240 (м). Далее расчет производим аналогично.

Определяем конец кривой на основании следующей расчетной формулы

КК=НК+К (4.5)

где, КК – конец кривой.

Находим конец кривой по формуле 4.5

1. КК=1116+1256=2372 (м);
2. КК=3440+976=4416 (м);
3. КК=5240+976=6216 (м). Далее расчёт производим аналогично.

Точки начала и конца круговых кривых фиксируем на плане трассы, откладывая тангенсы в масштабе карты в обе стороны от вершин углов поворотов.

Проектируя смежные круговые кривые, т.е. две соседние кривые, расположенные на минимально возможном сближении, необходимо контролировать длины прямых вставок между ними. Прямая вставка (Д) – это расстояние между точками начал переходных кривых, которая определяется на основании следующей расчетной формулы

D=НК2-КК1; (м) (4.6)

где, D – прямая вставка.

Прямая вставка определяется на основании следующей формулы 4.6

1) D=3440-2372=1068 (м);

2) D= 5240-4415=825 (м);

3) D=7038-6216=822 (м). Далее расчёт производится аналогично.

Вычисленные параметры круговых кривых заносим в таблицу №1 “Ведомость элементов плана линии”.

Ведомость элементов плана линии

Таблица №1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | ВУП, пк | α° | R, м | Направление | К, м | Т | пк | | Д, м |
| нк | кк |
| 1. | 1пк | 10 | 4000 | лево | 1256 | 634 | 1пк1+16 | 2пк3+72 | 1067  825  822  423  616  1044  247  315  2397  1402  1996  1335  412 |
| 2. | 4пк0+00 | 70 | 800 | лево | 977 | 560 | 3пк4+39 | 4пк4+15 |
| 3. | 5пк8+00 | 35 | 600 | лево | 366 | 189 | 5пк2+40 | 6пк2+16 |
| 4. | 7пк3+50 | 55 | 600 | право | 576 | 312 | 7пк0+38 | 7пк6+14 |
| 5. | 8пк2+00 | 50 | 350 | право | 305 | 163 | 8пк0+37 | 8пк3+42 |
| 6. | 9пк1+50 | 27 | 800 | право | 377 | 192 | 8пк9+58 | 9пк3+35 |
| 7. | 10пк8+50 | 61 | 800 | лево | 851 | 471 | 10пк3+79 | 11пк2+30 |
| 8. | 11пк7+00 | 65 | 350 | право | 397 | 223 | 11пк4+77 | 11пк8+74 |
| 9. | 12пк3+50 | 30 | 600 | право | 314 | 161 | 12пк1+89 | 12пк5+3 |
| 10. | 15пк2+50 | 10 | 4000 | лево | 698 | 350 | 14пк9+00 | 15пк5+98 |
| 11. | 17пк3+50 | 10 | 4000 | лево | 698 | 350 | 17пк0+00 | 17пк6+98 |
| 12. | 20пк2+50 | 13 | 4000 | лево | 907 | 456 | 19пк7+94 | 20пк7+01 |
| 13. | 22пк8+50 | 23 | 4000 | лево | 1605 | 814 | 22пк0+36 | 23пк6+41 |
| 14. | 24пк4+50 | 67 | 600 | лево | 701 | 397 | 24пк0+53 | 24пк7+54 |

**5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ**

Окончательное положение трассы устанавливается в результате одновременного проектирования плана и продольного профиля выбранного направления линии. Поэтому для оценки полученного плана трассы переходим к проектированию схематического продольного профиля.

Продольный профиль – это развертка на вертикальную цилиндрическую поверхность, проходящую через трассу; представляет собой то или иное сочетание его элементов – подъемов, спусков, площадок.

Целью проектирования продольного профиля является отыскание такого положения проектной линии, которое дает наилучший профиль в строительном, экономическом и эксплуатационном отношениях при обязательном соблюдении основных требований СТН Ц:

1. Безопасности

предотвращение разрыва сцепных приборов и хребтовых балок вагонов и выдавливания порожних вагонов;

предотвращение размыва и затопления земляного полотна;

безопасное пересечение с другими путями сообщения.

1. Бесперебойности:

соблюдение графика движения поездов, исключение остановки на перегонах.

1. Плавности:

плавное возрастание и затухание продольных и поперечных усилий в поезде.

Трасса состоит из элементов, которые характеризуются величиной уклона (в тысячных). Уклон определяется отношением разности отметок по концам элемента к горизонтальной проекции длины элемента.

Подробный продольный профиль проектируем на миллиметровой бумаге в масштабах: по горизонтали – 1:50000, по вертикали – 1:1000. Под продольным профилем помещается сетка со следующими графами:

проектные отметки;

проектные уклоны;

отметки земли;

ординаты;

план трассы;

километраж.

Продольный профиль следует проектировать элементами возможно большей длины при наименьшей алгебраической разности смежных уклонов. Минимальная длина элемента находится по формуле по следующей формуле

Lmin=lпоп/2; (м) (5.1)

где, lпоп  - длина приёмоотправочных путей, принимаем 850 м;

Lmin – минимальная длина элемента.

На основании формулы 5.1 определяем минимальную длину элемента

Lmin=850/2=425≈450 (м).

Проектируем насыпями: в пределах раздельных пунктов высотой 0÷3 м, на перегоне 3÷6 м. В местах предполагаемых ИССО высота насыпи может увеличиваться: 8÷10 м. Глубина выемок допускается до 6 м.

СТН Ц предусматривает различные требования к проектированию профиля тех участков, где возможно появление значительных продольных усилий в сцепке. Такими участками могут быть: горб, уступ, яма. На горбах максимальная алгебраическая разность уклонов Δi = 13%0, в ямах Δi = 8%0. В случаях, если алгебраическая разность уклонов превышает данные значения, требуется устройство разделительных площадок или элементов переходной крутизны.

Участки пересечения железных дорог с другими путями сообщения целесообразно проектировать в разных уровнях в целях безопасности движения поездов.

При проектировании продольного профиля необходимо обеспечить бесперебойность движения поездов расчетной массы. Для этого профиль следует запроектировать так, чтобы ни на одном его участке фактическое сопротивление поезда, равное сумме сопротивлений от уклона и кривых, не превышало расчетного, т.е. сопротивления от руководящего уклона. Это связано с тем, что масса грузового поезда определяется исходя из условия равномерного движения по руководящему подъему с расчетно-минимальной скоростью. Значит, руководящий уклон при отсутствии на линии других ограничивающих уклонах является максимальным по величине уклоном профиля. Поэтому при совпадении руководящего уклона с кривой его необходимо уменьшать на величину дополнительного сопротивления от этой кривой. Тогда уклон данного элемента профиля будет находиться по формуле

iпр = iрук-iэкв. (‰) (5.2)

Также, запроектированный профиль на участках подъемов, примыкающих к раздельным пунктам, должен обеспечивать возможность трогания поездов в случаях остановок перед входным сигналом светофора.

Для избежания затруднений в процессе эксплуатации дороги, необходимо, чтобы вертикальные сопрягающие кривые не попадали на переходные кривые и на мосты с без балластной проезжей частью. Поэтому переломы профиля, где проектируется вертикальная сопрягающая кривая, размещают от концов переходной кривой и от мостов на расстоянии не меньше, чем величина тангенса вертикальной сопрягающей кривой (Тв).

В процессе проектирования профиля выявляется, в какой мере удачно протрассирована линия. Если проектная линия на участках напряженного хода образует значительные насыпе или глубокие выемки, значит, она имеет недостаточное развитие, и ее следует удлинить, т.е. изменить положение трассы на карте.

Все условные знаки на чертеже должны быть типовыми.

Проектирование профиля раздельных пунктов должно соответствовать требованиям СТН Ц. Наиболее целесообразным является размещение раздельных пунктов на площадках (i=0). Для обеспечения необходимой безопасности движения поездов на раздельных пунктах, где возможно производство маневровых работ, наибольшие уклоны не должны превышать 1, 5‰. или в более сложных условиях – 2, 5‰

Но во всех случаях расположения раздельных пунктов на уклонах должны обеспечиваться условия трогания и удержания поездов вспомогательными тормозами локомотивов.

**6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАЛЫХ ВОДОПРОПУСКНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Процесс проектирования водоотвода распадается на несколько этапов. При проектировании земляного полотна во всех местах пересечения водотоков должны быть предусмотрены малые водопропускные сооружения. Поэтому первым этапом проектирования водоотвода является установление мест расположения водопропускных сооружений.

В месте пересечения водотока железной дорогой следует определить его гидрологические характеристики: расход и объем притекающей воды, глубину слоя воды и ее уровень. Установление этих характеристик выполняется на втором этапе проектирования водоотвода.

В зависимости от гидрологических характеристик необходимо определить параметры водопропускного сооружения на пересечении периодического водотока: тип и величину отверстия. Это третий этап, который предусматривает либо гидравлический расчет, либо подбор типовых водопропускных сооружений.

Четвертый этап состоит в проверке достаточности высоты насыпи с целью предотвращения перелива воды через насыпь и размыва ее, а также недопущения перелива воды в смежную выемку или в соседнее водопропускное сооружение.

1 Этап. Сток воды к пониженным местам рельефа происходит с определенной территории, которая называется бассейном или водосбором. Границами бассейна являются естественные водораздельные линии. Проанализировав карту, определяется положение главного водораздела (линия, которая соединяет на местности точки с наибольшими отметками). Далее следует провести линии поперечных водоразделов и русел логов (линия, соединяющая точки с наименьшими высотами; проводится пунктиром). Полученные таким образом контуры, ограниченные главным водоразделом, двумя поперечными водоразделами и трассой, представляют собой бассейны – территории, с которых вода собирается и притекает к трассе, а в точке пересечения русла лога и трассы необходимо устроить водопропускное сооружение для пропуска притекающей воды.

Для выбора лучшего варианта требуется определить две группы показателей:

общерайонные, характеризующие район проектирования в целом:

номера ливневого района и группы климатических районов.

местные, характеризующие каждый бассейн в отдельности: площадь бассейна F и уклон главного лога Iл.

Амурская область относится к 4 ливневому району, и 7 группе климатического района. Площадь бассейна определяется по карте. С помощью палетки, определяется площадь в квадратных сантиметрах, а затем переводится в квадратные километры, умножая на коэффициент, зависящий от масштаба карты. Для данной карты этот коэффициент равен 0,25.

Уклон главного лога определяется по формуле:

Iл=(Hвл-Hнл)/Lл; (‰) (6.1)

где, Iл – уклон главного лога

Hвл – отметка верха лога, м

Hнл – отметка низа лога, м

Lл – длина лога, км.

На основании формулы 6.1 определяем уклон главного лога

1) Iл=(260-155)/3,75=28 (‰);

2) Iл=(250-180)/1,85=38 (‰);

3) Iл=(250-175)/2=37,5 (‰);

4) Iл=(360-285)/2,9=26 (‰).

2 Этап. Основным показателем, характеризующим количество притекающей к сооружению воды, является расход Q – количество воды, притекающее к сооружению за единицу времени. Для количественной оценки частоты повторения расходов определенной величины введен показатель вероятности превышения– это вероятность того, что данный расход будет повторяться не чаще одного раза за n лет. В практике проектирования используют понятия расчетного и максимального расходов. Расчетным называется относительно часто повторяющийся расход, на пропуск которого рассчитывается отверстие сооружения. Максимальным называется расход больший по величине, чем расчетный. На пропуск этого расхода проверяется высота насыпи по условию обеспечения безопасности движения поездов. Для железных дорог III категории за расчетный принимается расход с вероятностью превышения один раз в 100 лет, за максимальный – расход с вероятностью превышения один раз в 300 лет.

Расчетный расход Qрас определяется по номограмме ливневых расходов вероятности превышения 1% для песчаных и супесчаных грунтов. Для этого на правом графике номограммы находится значение площади бассейна F, км2, от этой точки поднимается вертикаль до пересечения с линией, соответствующей номеру ливневого района. Полученная точка переносится на ось ординат. Затем на левом графике номограммы находится значение уклона лога Iл, %, проводится вертикаль до линии, соответствующей номеру группы климатических районов. Полученная точка также переносится на ось ординат. Затем эти точки соединяют. Расход определяется по шкале расходов в месте пересечения линии, соединяющей две полученные точки. Для определения расходов при супесных грунтах используется поправочный коэффициент:

* для расчетного расхода k1%=1,00
* для максимального расхода k0,33%=1,39

Расчётный расход определяется по следующей формуле

Qрас=Qном\*k1% ; (м3/с) (6.2)

где, Qрас – расчётный расход;

Qном – номинальный расход.

На основании формулы 6.2 определяем расчётный расход

1) Qрас=21\*1,00=21 (м3/с);

2) Qрас=17\*1,00=17 (м3/с);

3) Qрас=8\*1,00=8 (м3/с);

4) Qрас=15\*1,00=15 (м3/с).

Определяем максимальный расход по следующей формуле

Qmax=Qном\*k0,33%; (м3/с) (6.3)

где, Qmax – максимальный расход.

На основании формулы 6.3 определяем максимальный расход

1) Qmax=21\*1,39=29 (м3/с);

2) Qmax=17\*1,39=24 (м3/с);

3) Qmax=8\*1,39=11 (м3/с);

4) Qmax=15\*1,39 (м3/с).

3 и 4 Этапы. На пересечениях железной дороги с периодическими водотоками размещают водопропускные сооружения: трубы и мосты, лотки, дюкеры, акведуки и фильтрующие насыпи. Наиболее распространенными являются трубы и малые железобетонные мосты.

Водопропускные трубы различают по форме поперечного сечения, материалу и величине отверстия.

Различают три режима работы водопропускных труб: безнапорный, полунапорный и полунапорный.

Безнапорный – это режим, при котором входной оголовок трубы не затоплен и поток на всем протяжении имеет свободную поверхность.

Полунапорный – это режим, при котором входной оголовок трубы затоплен, но в трубе поток имеет свободную поверхность.

Напорный – это режим, при котором входной оголовок трубы затоплен и на всем протяжении труба работает полным отверстием.

Наиболее безопасным является безнапорный режим, поэтому при пропуске расчетного расхода труба должна работать в этом режиме.

При выборе типов водопропускных сооружений следует учитывать, что для удовлетворения требованиям индустриализации строительства желательно принимать минимальное число их типоразмеров, т.к. при одном типе и отверстии трубы можно варьировать числом очков, типом входного звена и оголовка.

Подбор типа и отверстия малого водопропускного сооружения производится по графикам водопропускной способности сооружений.

На оси расходов Q находится значение расчетного расхода Qрас, через эту точку проводится вертикальная линия. Пересечение этой линии с ветвями кривых водопропускной способности свидетельствует о том, что данный расход может быть пропущен трубами с данными отверстиями при различной высоте подпора. При пропуске расчетного расхода труба должна работать в режиме этого расхода. При этом для уменьшения стоимости предпочтение отдается трубам наименьших отверстий.

На следующем этапе производится проверка высоты насыпи на незатопляемость и возможность размещения сооружения данной конструкции. Проверка заключается в определении для выбранного отверстия высоты подпора, соответствующей максимальному расходу. Высота насыпи должна превышать высоту подпора не менее чем на 0,5 м. При выполнении условия, также необходимо проверить достаточность высоты насыпи по конструктивному условию. Минимальная высота насыпи для размещения труб регламентируется необходимой толщиной засыпки над сводом трубы, обеспечивающей гашение динамических нагрузок от подвижного состава. Величина такой засыпки принимается равной 1м. Если в отдельных случаях высота насыпи недостаточна для размещения водопропускного сооружения, то рассматриваются следующие мероприятия:

увеличение отверстия сооружения;

замена одноочковой трубы на двух- или трехочковую;

применение другого, более мощного типа водопропускного сооружения;

применение свайно-эстакадных мостов;

искусственное углубление русла с соответствующим понижением отметок и глубины подпертой воды;

изменение проектной линии в профиле (следует поднять проектную линию);

изменение положения трассы в плане со смещением линии в низовую сторону.

При выполнении требований к высоте насыпи в месте размещения водопропускного сооружения определяется его стоимость по графикам.

Результаты всех расчетов сводятся в ведомость водопропускных сооружений (таблицу №2)

Ведомость водопропускных сооружений

Таблица №2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Положение  ИССО, пк+ | F,  км2 | Iл,  %0 | Qр,  м3/с | Qmax,  м3/с | Нн,  м | Нп,  м | Тип  ИССО | Отверстие | Стоимость,  тыс.руб. |
| 1 | 3пк0+00 | 7,5 | 28,0 | 21 | 29 | 6,0 | 5,5 | ПЖБТ |  | 22 |
| 2 | 6пк3+50 | 4,5 | 38 | 17 | 24 | 7,0 | 6,5 | ПЖБТ |  | 15 |
| 3 | 8пк3+50 | 2,25 | 37 | 8 | 11 | 6,0 | 5,5 | ПЖБТ |  | 10 |
| 4 | 19пк3+00 | 3,25 | 26 | 15 | 21 | 9,0 | 8,5 | ПЖБТ |  | 28 |

Для данной запроектированной трассы длиной 27,5 км подобрано семь водопропускных сооружений – это семь прямоугольных железобетонных труб с разными отверстиями. Их общая стоимость составила 175 тыс. руб.

**7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ**

**7.1 Капитальные вложения**

Железные дороги – это капиталоемкая отрасль строительства. Поэтому принятие проектного решения возможно только на основе технико-экономических расчетов для оценки требуемых капитальных вложений и текущих расходов, связанных с будущей эксплуатацией проектируемой линии.

При проектировании новой линии определяем капитальные вложения, которые в общем случае необходимы для строительства всех сооружений и устройств дороги, приобретения подвижного состава, сооружения сопутствующих объектов.

Капитальные вложения определяются по следующей формуле

К=1,4(Кзр +Кис+Квс(гп)+Клин+Крп) + Кжг; (тыс.руб.) (7.1)

где, Кзр – земляные работы;

Кис – искусственные сооружения;

Квс(гп) – верхнего строения пути;

Клин – линейные устройства;

Крп – раздельные пункты;

Кжг – объекты жилищно-гражданского строительства.

Стоимость земляных работ составляет ориентировочно 20% общей строительной стоимости объектов производственного назначения. Объемы земляных работ определяются по главному пути и по раздельным пунктам по следующей формуле

Kзр=Qзр\*aзр; (тыс. руб.) (7.2)

где, Qзр – профильный объем (кубатура) земляных работ по главным и станционным путям, тыс.м3;

aзр – средняя стоимость разработки 1 м3 профильной кубатуры, руб.

Профильный объём земляных работ по главным и станционным путям определяется по следующей формуле

Qзр=α(Qзргп+Qзрсп); (тыс.м3) (7.3)

где, α - поправочный коэффициент, зависящий от категории сложности строительства;

Qзргп – объем земляных работ по главному пути, (тыс м3);

Qзрсп – объем земляных работ по станционным путям, (тыс м3);

Объём земляных работ по главному пути определяется по формуле

Qзргп=Σq\*l (7.4)

где, q – покилометровый объем насыпи или выемки, тыс.м3;

l – длина массива насыпи или выемки, (км).

qзр(гп)= Qзргп/L; (тыс.м3) (7.5)

На основании формулы 7.5 определяем объём земляных работ по главному пути

qзр(гп)=1873,69/27,5=68,1 (м3)

По значению qзр(гп) определяется категория трудности строительства. Согласно СТН Ц, при qзр(гп)=68,1 категория трудности равна III. При третьей категории трудности стоимость разработки 1 м3 грунта aзр=2,0.

Для определения объемов земляных работ на схематическом продольном профиле выделяются отдельные характерные участки – массивы насыпей и выемок с относительно небольшим колебанием рабочих отметок. Для таких участков определяем среднюю рабочую отметку, по которой, используя данные о покилометровых объемах, подсчитываем в табличной форме (таблица №3) объемы земляных работ по главному пути.

Подсчет объемов земляных работ по главному пути

Таблица №3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Положение массива, пк+ | Насыпь, Н  Выемка,В | Длина массива, км | Сред. раб.  отметка, м | Объем на  1 км длины | Объем на массиве |
|
| 0пк0+00 – 0пк2+50 | Н | 0,25 | 1,2 | 11,8 | 2,95 |
| 0пк2+50 – 0пк4+50 | В | 2,0 | 1,7 | 24,2 | 48,4 |
| 0пк4+50 – 1пк2+50 | Н | 0,8 | 1 | 9,2 | 7,36 |
| 1пк2+50 – 1пк5+00 | В | 0,25 | 0,7 | 9,6 | 2,4 |
| 1пк5+00 – 6пк7+00 | Н | 5,2 | 5,4 | 84,6 | 439,92 |
| 6пк7+00 – 7пк1+00 | В | 0,4 | 0,7 | 9,6 | 3,84 |
| 7пк1+00 – 8пк8+50 | Н | 1,75 | 3,4 | 43,6 | 76,3 |
| 8пк8+50 – 9пк5+00 | В | 0,65 | 4,7 | 92,2 | 59,93 |
| 9пк5+00–10пк3+50 | Н | 0,80 | 2,4 | 27,6 | 22,08 |
| 10пк3+50-14пк8+50 | В | 4,5 | 4,7 | 92,2 | 414,9 |
| 14пк8+50-24пк6+00 | Н | 9,75 | 5,0 | 73,2 | 713,7 |
| 24пк6+00-24пк8+50 | В | 0,25 | 1 | 13,0 | 3,25 |
| 24пк8+50-27пк7+00 | Н | 2,85 | 2,4 | 27,6 | 78,66 |

Профильный объем земляных работ по станционным путям находим по формуле

Qзрсп=5,3lnΣhср10-3; (тыс.м3) (7.6)

где, 5,3 – ширина междупутья на раздельных пунктах;

n – количество путей; n=2;

hср – средняя рабочая отметка в пределах станции;

l – длина станционной площадки.

Т.к. в данном проекте две промежуточные станции, то Qзрсп считаем два раза на основании формулы 7.6

1) для станции А: Qзрсп=5,3\*3\*1500\*2\*10-3=47,7 (тыс. м3)

2) для станции Б: Qзрсп=5,3\*3\*750\*2\*10-3=23,85 (тыс.м3)

Общий объем земляных работ по станционным путям:

Qзрсп=47,7+23,85=71,55 (тыс. руб)

На основании формулы 7.3 определяем профильный объём земляных работ

Qзр=1,1(1873,69+71,55)=2139,76 (тыс.м3)

На основании формулы 7.2 определяем стоимость земляных работ

Kзр=2\*2139,76=4279,53 (тыс.руб.)

Стоимость искусственных сооружений определяется в зависимости от их типа, конструкции, величины отверстия и высоты насыпи. Определяем по ведомости искусственных сооружений (Кис=282 тыс.руб).

Стоимость верхнего строения пути зависит от принятого типа, который определяется грузонапряженностью. В данном проекте принят тяжелый тип (Р65), деревянные шпалы. Стоимость верхнего строения пути находится по формуле

Квс=Σkвс(гп)\*Li; (тыс. руб.) (7.7)

где, kвс(гп) – стоимость одного километра верхнего строения пути (см. СТН);

L – протяженность участков, км.

Общая стоимость верхнего строения пути находится как сумма стоимости прямых участков и кривых с радиусом более 1200м, и стоимости кривых участков с радиусом менее 1200м, согласно формуле 7.7

Квс=70,6\*17,47+74,9\*10,028=1984,40 (тыс.руб.)

К сооружениям и устройствам, стоимость которых определяется пропорционально длине линии, относятся связь и СЦБ, путевые здания, устройства снегозащиты, энергоснабжения и др. Стоимость этих устройств определяется по формуле по следующей формуле

Kлин=(kпт+kсв+kэн+kэи)L; (тыс. руб.) (7.8)

где, kпт – стоимость подготовки территории строительства, отнесенная на 1 км длины линии, тыс.руб/км; для однопутной линии, при тепловозной тяге и III категории трудности kпт=8,6 тыс. руб/км

kсв – стоимость устройств связи и СЦБ, отнесенная на один км длины линии, тыс.руб/км; для однопутной линии с тепловозной тягой kсв=26,2 тыс.руб/км

kэн – стоимость устройств энергетического хозяйства, отнесенная на 1 км длины трассы, тыс.руб/км; для однопутной линии с тепловозной тягой kэн=7,8 тыс.руб/км

kэи – стоимость эксплуатационного инвентаря и инструмента, отнесенная на один км длины линии; kэи=0,9 тыс.руб/км

L – длина трассы, км;

На основании формулы 7.8 определяем стоимость устройств

Kлин=(8,6+26,2+7,8+0,9)27,5=1196,25 (тыс руб.)

Стоимость промежуточных станций определяется по типовым проектам в зависимости от типа рельсов на приемоотправочных путях, длины приемоотправочных путей и вида тяги. Строительную стоимость раздельных пунктов определяем по формуле

Крп=kрп nрп; (тыс. руб.) (7.9)

где, kрп – строительная стоимость промежуточных раздельных пунктов, тыс.руб;

При длине приемоотправочных путей 850 м, рельсах Р65 и тепловозной тяге kрп=1100 тыс.руб;

nрп – число промежуточных станций; nрп=2;

На основании формулы 7.9 определяем стоимость раздельных пунктов

Крп=1100\*2=2200 (тыс. руб.)

Строительная стоимость объектов жилищно-гражданского строительства учитывается пропорционально длине линии и определяется по формуле:

Kжг=kжг Lтр; (тыс. руб.) (7.10)

где, kжг – стоимость объектов жилищно-гражданского строительства, отнесенная на 1 км длины; для однопутной линии с грузонапряженностью 15 млн.т.км/км, kжг=75,8 тыс.руб/км.

Kжг=75,8\*27,5=2084,5 (тыс.руб.)

Общая строительная стоимость новой железнодорожной линии составит

К=1,4(4279,53+1984,40+1196,25+2200+282,0)+2084,5=16003,552=16003552 (руб.)

Все вычисленные значения заносим в таблицу №4.

Ведомость строительных затрат по видам работ и сооружений, тыс. руб.

Таблица №4

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kзр | Кис | Квс(гп) | Kлин | Крп | Kжг | К |
| 4279,53 | 282 | 1984,40 | 1196,25 | 2200 | 2084,5 | 16003552 |

**7.2 Эксплуатационные расходы**

Деятельность железной дороги невозможна без расходования средств на движение поездов, ремонт сооружений дороги и подвижного состава, содержание необходимого штата.

При определении эксплуатационных расходов принято различать расходы, связанные с передвижением поездов Сдв и содержанием постоянных устройств дороги Спу. Тогда суммарные эксплуатационные расходы будут вычисляться по формуле

С=Сдв+Спу; (тыс.руб.) (7.11)

Расходы, зависящие от размеров движения, связаны с приобретением топлива или электроэнергии, ремонтом подвижного состава, содержанием локомотивных бригад, ремонтом верхнего строения пути и частично с его содержанием.

При расчете эксплуатационных расходов в данном курсовом проекте используются укрупненные расходные нормы.

Сдв=(Спрт Nпривт + Спро Nприво) 10-3; (тыс.руб.) (7.12)

где, Спрт(о) – расходы по пробегу одного поезда;

Nпривт(о) – годовое количество приведенных поездов по направлениям; определяется по формуле:

Nпривт(о)= Nгрт(о) +365 μ nпс (7.13)

где, nпс – количество пар пассажирских поездов в сутки; nпс=2;

μ - коэффициент приведения затрат;

Коэффициент приведения затрат определяется по следующей формуле

μ =0,19+1,75 Qпс /Q (7.14)

где, Qпс – вес пассажирского состава, т; Qпс=1000т.;

Q – вес грузового поезда, т; Q=3500т.

На основании формулы 7.14 определяем коэффициент приведения затрат

μ =0,19+1,75\*1000/3500=0,69;

Nгрт(о) – годовое количество грузовых поездов по направлениям, в грузовом направлении («туда»), которое определяется по следующей формуле

Nгрт=Гт 106/ηQ; (поезд/год) (7.15)

где, Гт – грузонапряженность; Гт=15 млн.т.км/км;

η - коэффициент перевода веса брутто в вес нетто; η=0,7;

На основании формулы 7.15 определяем количество грузовых поездов

Nгрт=15\*106/0,7\*3500=6122 (поезда/год);

В не грузовом направлении определяется на основании следующей формулы

Nгро=106/Q [Го+ Гт(1/η -1)]; (поезд/год) (7.16)

где, Го – грузонапряженность в не грузовом направлении; Го=13 млн.т.км/км.

На основании формулы 7.16 определяем количество поездов в не грузовом направлении

Nгро=106/3500 [13+15(1/0,7 –1)]=5551 (поездов/год);

Количество грузовых поездов в грузовом направлении определяется следующим образом на основании формулы 7.13

Nпривт=6122,5+365\*0,69\*3=6878,05 (поездов/год);

Количество грузовых поездов в не грузовом направлении:

Nприво=5551+365\*0,69\*3=6306,55 (поездов/год);

Расходы по пробегу одного поезда определяются по следующей формуле

Спрт(о)= Спко L+A(H+0,012Σα)+Б(Hс-0,012Σαс)-В Lc; (руб.) (7.17)

где, Спко – норма расходов на пробег поездом 1 км на площадке; для двухсекционного тепловоза 2ТЭ116 Спко=2;

А, Б, В – нормы расходов, учитывающие преодоление высот, торможение и кинетическую энергию поезда, руб.; А=0,25, Б=0,374, В=1,20;

Н – алгебраическая разность отметок конечной и начальной точек профиля,м;

Σα - сумма углов поворота всех круговых кривых;

Hс – сумма разностей высот тормозной части спусков, м (тормозной спуск – спуск с уклоном >4‰);

Σαс – сумма углов поворота в пределах тормозных спусков;

Lc – сумма длин элементов тормозных спусков.

На основании формулы 7.17 определяем расход по пробегу одного поезда

Спрт=2\*27,5+0,25(168,25+0,012\*526)+0,374(19,05-0,012\*50)-1,2\*2,45=102,6 (руб.)

Спро=2\*27,5+0,25(-168,25+0,012\*526)+0,374(187,3-0,012\*396)-1,2\*21,45=57,05 (руб.)

Расходы, связанные с движением поездов определяем на основании формулы 7.12

Сдв=(102,6\*6878,05+57,05\*6306,55) 10-3=1065,48 (тыс.руб/год)

Эксплуатационные расходы на содержание постоянных устройств за год определяются по следующей формуле

Спу=(С1+С2+С3+С4+С5) L+C6 nпст +C7 nрп; (тыс.руб.) (7.18)

где, С1 – стоимость текущего содержания и амортизация главного пути (однопутная линия), 1 км L=4,18 (тыс.руб/год);

С2 – содержание полосы защитных лесонасаждений, снего-, водо- и пескоборьба; С2=0,72 (тыс.руб/год);

С3 - стоимость текущего содержания и амортизация устройств СЦБ; С3=0,2 (тыс.руб/год);

С4 - стоимость текущего содержания и амортизации линейных устройств связи; С4=0,34 (тыс.руб/год);

С5 - стоимость текущего содержания и амортизация контактной сети;

C6 - стоимость текущего содержания и амортизация тяговых подстанций.

Эксплуатационные расходы связанные с содержанием постоянных устройств за год определяются на основании формулы 7.18

Спу=(4,18+0,72+0,2+0,34) 27,5+2\*116,7=383 (тыс.руб/год)

Суммарные эксплуатационные расходы определяем на основании формулы 7.11

С=1065,48+383=1448,48 (тыс. руб./год.)

**8. АНАЛИЗ ОВЛАДЕНИЯ ПЕРЕВОЗКАМИ**

Для выбора и обоснования технических параметров новой железной дороги на начальном этапе и на перспективу производим анализ овладения перевозками.

Он выполняется на основе размеров перевозок на расчетные годы эксплуатации, расчетов пропускной и провозной способности дороги при различных технических параметрах, средствах технического оснащения и способах организации движения поездов, расчетов строительно-эксплуатационных затрат.

Для расчетов провозной способности дороги необходимо определить время хода грузового поезда по перегону в обе стороны при разных видах тяги по следующей формуле

tхт(о)= Σt\*l; (мин.) (9.1)

где, t – покилометровое время хода поезда, мин/км;

l – длина участка, км.

Таким образом, время хода поезда по перегону при тепловозной тяге (2ТЭ116) равна и заносится в таблицу 9.1

Таблица 9.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №участка | время хода по участку туда | время хода по участку обратно |
|
| 1 | 0,6 | 0,6 |
| 2 | 0,6 | 0,6 |
| 3 | 0,6 | 0,6 |
| 4 | 1,83 | 0,6 |
| 5 | 1,19 | 0,6 |
| 6 | 0,6 | 0,6 |
| 7 | 0,6 | 1,74 |
| 8 | 1,54 | 0,6 |
| 9 | 2,33 | 0,6 |
| 10 | 0,89 | 0,6 |
| 11 | 1,83 | 1,54 |
| 12 | 0,6 | 0,6 |
| ∑ | 13,21 | 9,28 |

Время хода поезда по перегону при электровозной тяге (ВЛ60к, ВЛ80к) равна и заносится в таблицу 9.2

Таблица 9.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №участка | время хода по участку туда | время хода по участку обратно |
|
| 1 | 0,55 | 0,55 |
| 2 | 0,55 | 0,55 |
| 3 | 0,55 | 0,55 |
| 4 | 0,96 | 0,55 |
| 5 | 0,81 | 0,55 |
| 6 | 0,55 | 0,55 |
| 7 | 0,55 | 0,92 |
| 8 | 0,90 | 0,55 |
| 9 | 1,03 | 0,55 |
| 10 | 0,71 | 0,55 |
| 11 | 0,96 | 0,90 |
| 12 | 0,55 | 0,55 |
| ∑ | 8,67 | 7,32 |

Для анализа мощности дороги в реальных условиях рассматриваются различные сочетания средств технического вооружения и организации движения на железнодорожной линии. Число таких сочетаний может быть очень велико. Для данного варианта берём девять:

0 (исходное) состояние – линия однопутная, с тепловозной тягой, длина приемоотправочных путей 880 м, вес поездов 3500 т, полуавтоматическая блокировка;

1 состояние - линия однопутная, с тепловозной тягой, длина приемоотправочных путей 880 м, вес поездов 4500 т, полуавтоматическая блокировка;

2 состояние - линия однопутная, с тепловозной тягой, длина приемоотправочных путей 880 м, вес поездов 4500 т, автоматическая блокировка, частично-пакетный график движения поездов с коэффициентом пакетности αп=0,5;

3 состояние - линия однопутная, с двухпутными вставками, тепловозная тяга, длина приемоотправочных путей 880 м, вес поездов 4500 т, автоматическая блокировка;

4 состояние - линия двухпутная, с тепловозной тягой, длина приемоотправочных путей 880 м, вес поездов 4500 т, автоматическая блокировка;

5 состояние - линия однопутная, с электровозной тягой, длина приемоотправочных путей 880 м, вес поездов 4500 т, полуавтоматическая блокировка;

6 состояние - линия однопутная, с электровозной тягой, длина приемоотправочных путей 880 м, вес поездов 4500 т, автоматическая блокировка, частично-пакетный график движения поездов с коэффициентом пакетности αп=0,5;

7 состояние - линия однопутная, с двухпутными вставками, электровозная тяга, длина приемоотправочных путей 880 м, вес поездов 4500 т, автоматическая блокировка;

8 состояние - линия двухпутная, с электровозной тягой, длина приемоотправочных путей 880 м, вес поездов 4500 т, автоматическая блокировка;

Для каждого состояния необходимо определить возможную провозную способность по следующей формуле

Гв=(365nгр Qбр\*η)/(γ 106); (9.2)

где, η - коэффициент перевода веса брутто в вес нетто; 0,7;

γ - коэффициент внутригодичной неравномерности перевозок; 1,15;

Qбр\* - средний вес грузовых поездов; Qбр\*=0,85\* Qбр;

nгр – количество грузовых поездов.

Количество поездов определяется по следующей формуле

nгр=Nmax-(1+P)( nпс\*Eпс); (пп/сут) (9.3)

где, Nmax – пропускная способность железнодорожной линии;

Р – коэффициент, учитывающий возможное увеличение размеров движения; Р=0,02;

nпс – количество пассажирских поездов (см. задание);

Епс – коэффициент съема, показывающий, сколько пар грузовых поездов снимает одна пара пассажирских.

Пропускная способность железнодорожной линии определяется по следующей формуле

Nmax=(1440-tтех) к αн /Тпер  (9.4)

где, Тпер – период графика;

tтех – продолжительность технологических «окон»:

для однопутных линий - 60 мин;

для однопутных линий с двухпутными вставками – 90 мин;

для двухпутных линий – 120 мин;

к – число поездов в пакете;

αн – коэффициент надежности системы; 0,95;

Для 0, 1 и 5 состояний период определяется по следующей формуле

Тпер=txт+ txо+2τ; (мин.) (9.5)

где, 2τ=7 мин; τ - время на прием и отправление поездов;

к=1.

На основании формулы 9.5 определяем период для 0 и 1 состояний

Тпер=13,21+9,28+7=29,49 (мин.)

Для 5 состояния Тпер=8,67+7,32+7=22,99 (мин.)

Для 2 и 6 состояний период определяется на основании формулы

Тпер=txт+ txо+2τ[αп+(1-αп) к]+2αп(к-1) ; (мин.) (9.6)

где, I – межпоездной интервал; 8 мин.

На основании формулы 9.6 определяем период для 2 состояния

Тпер=29,49\*[0,5+(1-0,5)\*2]+2\*0,5\*(2-1)\*8=280,2 (мин.)

Для 6 состояния аналогично Тпер=22,99\*[0,5+(1-0,5)\*2]+2\*0,5\*(2-1)\*8=218,4 (мин.)

Определяем период для 3 и 7 состояний по формуле

Тпер=(txт+ txо)/2+2τ; (мин.) (9.7)

где, К=1;.

На основании формулы 9.7 определяем период для 3 состояния

Тпер=(29,49)/2+7=21,7 (мин.)

Для 7 состояния аналогично Тпер=(22,99/2)+7=18,5 (мин.)

Для 4 и 8 состояний:

Nmax=(1440-tтех) αн /I (9.8)

где, I=10 мин;

Все произведённые расчеты по формулам 9.2, 9.3, 9.4 заносим в таблицу 5 и 6

Таблица 5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Кол-во лет эксплуат. | Состояния | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 |  | 1 |  | 2 |  | 3 |  | 4 |  | 5 |  | 6 |  | 7 |  | 8 |  |
| nгр | Гв | nгр | Гв | nгр | Гв | nгр | Гв | nгр | Гв | nгр | Гв | nгр | Гв | nгр | Гв | nгр | Гв |
| 2 | 43 | 28 | 43 | 36 | 9 | 7 | 58 | 49 | 124 | 105 | 56 | 47 | 11 | 9 | 68 | 57 | 124 | 105 |
| 5 | 43 | 28 | 43 | 36 | 9 | 7 | 58 | 49 | 124 | 105 | 56 | 47 | 11 | 9 | 68 | 57 | 124 | 105 |
| 10 | 41 | 27 | 41 | 34 | 8 | 6 | 57 | 48 | 122 | 103 | 54 | 45 | 10 | 8 | 67 | 56 | 122 | 103 |
| 15 | 40 | 26 | 40 | 33 | 7 | 5 | 55 | 46 | 121 | 102 | 52 | 44 | 9 | 7 | 66 | 56 | 121 | 102 |
| 20 | 40 | 26 | 40 | 33 | 7 | 5 | 55 | 46 | 121 | 102 | 52 | 44 | 9 | 7 | 66 | 56 | 121 | 102 |

Таблица 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Состояния | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Nmax | 44,5 | 44,5 | 9,4 | 59,1 | 125,4 | 57,02 | 12 | 69,32 | 125,4 |

На основании полученных данных строим график овладения перевозками.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данной курсовой работе запроектировали участок новой железнодорожной линии под тепловозную тягу. Полученное проектное решение характеризуется основными показателями трассы: руководящий уклон i=12 ‰; длина геодезической линии Lгл=19 км; длина трассы L=27,5 км; коэффициент развития трассы λ=1,7; сумма углов поворота Σα=526; суммарный объем земляных работ Qзр=2139,76 тыс. м3; строительная стоимость трассы К=16003552 тыс.руб.; эксплуатационные расходы на передвижение поездов Сдв=1065,48 тыс.руб/год; эксплуатационные расходы по содержанию постоянных устройств Спу=383 тыс.руб/год; суммарные эксплуатационные расходы С=1448,48 тыс.руб/год.

С помощью данной курсовой работы изучили методы выбора параметров трассы, которые обеспечивают благоприятные условия эксплуатации железной дороги в соответствии с требованиями современных строительно-технических норм при выполнении заданных объемов перевозок, условий бесперебойности, плавности и безопасности движения поездов установленной массы с установленными скоростями.

Выбор всех параметров был согласован со строительными нормами и правилами. Проект предусматривает высокий технический уровень проектируемых сооружений, их низкую сметную стоимость, короткие сроки строительства, применение наиболее рациональных решений при строительстве, экономное использование материальных и трудовых ресурсов.

Проект разрабатывали в несколько стадий: на каждой стадии разработки сосредотачивали внимание на наиболее существенных вопросах, что позволило найти наилучший вариант для всех взаимосвязанных подсистем железной дороги.

В результате проделанной работы получили сведения о железной дороге как о сложной технической системе.

Данная курсовая работа познакомила с современным состоянием теории и практики проектирования новых железных дорог, а также с техническими и экономическими требованиями, предъявляемыми к ним.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Изыскания и проектирование железных дорог. Учебник для вузов ж.-д. транспорта / Под ред. И.В.Турбина. – М.: Транспорт, 1989. – 479с.
2. Проектирование малых водопропускных сооружений: Методическое пособие для выполнения курсового и дипломного проектов. / Благоразумов И.В. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 1999. – 36с.
3. Проектирование участка новой железнодорожной линии с анализом овладения перевозками: Учебное пособие./ Скрипачева Н.Л. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2000. – 80с.: ил.
4. Экономические изыскания и основы проектирования железных дорог. Учебник для вузов ж.-д. транспорта./ под ред. Б.А. Волкова. – М.: Транспорт, 1990. – 268с.
5. СТН Ц – 01 – 95 Железные дороги колеи 1520 мм.